



HAL
open science

Architectures contemporaines en terre crue en France de 1976 à 2015 : pourquoi et comment les acteurs construisent avec ce matériau aujourd'hui ?

Anne-Lyse Antoine, Elisabetta Carnevale

► To cite this version:

Anne-Lyse Antoine, Elisabetta Carnevale. Architectures contemporaines en terre crue en France de 1976 à 2015 : pourquoi et comment les acteurs construisent avec ce matériau aujourd'hui ?. Architecture, aménagement de l'espace. 2016. dumas-02007251

HAL Id: dumas-02007251

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02007251>

Submitted on 5 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
D'ARCHITECTURE DE GRENOBLE

*Mémoire du Diplôme de spécialisation et d'Approfondissement
Architecture de Terre - Mention Patrimoine
DSA Terre 2014 - 2016*

ARCHITECTURES CONTEMPORAINES EN TERRE CRUE EN FRANCE DE 1976 À 2015

POURQUOI ET COMMENT LES ACTEURS
CONSTRUISENT AVEC CE MATÉRIAU
AUJOURD'HUI ?

TC

ANNE-LYSE ANTOINE
ELISABETTA CARNEVALE
PROJET TERRES CONTEMPORAINES

Ministère de la Culture et de la Communication Direction générale des patrimoines

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE D'ARCHITECTURE DE GRENOBLE
BP 2636 - 60, AVENUE DE CONSTANTINE - 38036 GRENOBLE CEDEX 2

*Diplôme de spécialisation et d'Approfondissement Architecture de Terre- Mention Patrimoine
DSA-Terre 2014 | 2016
Mémoire de DSA*

ARCHITECTURES CONTEMPORAINES EN TERRE CRUE EN FRANCE DE 1976 À 2015

POURQUOI ET COMMENT LES ACTEURS
CONSTRUISENT AVEC CE MATÉRIAU
AUJOURD'HUI ?

JURY

DIRECTEURS D'ÉTUDES

GENIS Lea, sociologue, chargée de recherche, CRAterre-ENSAG
MISSE Arnaud, architecte DPLG, CEAA-Terre, chargé de recherche, CRAterre-ENSAG

PERSONNALITÉ EXTÉRIEURE INVITÉE

Stefanova Milena, architecte associée de l'agence DEA Architecture

ENSEIGNANT À L'ENSAG ET ÉQUIPE PÉDAGOGIQUE DU DSA-TERRE

GASNIER Hugo, architecte DPLG, DSA-Terre, chargé de recherche, CRAterre-ENSAG

Anne-Lyse ANTOINE et Elisabetta CARNEVALE
Architectes DE-HMONP
Soutenance septembre 2016



TABLE DES MATIÈRES

2 Introduction

7 CHAPITRE 1 : DÉMARCHE

8 Pourquoi ce projet ?

10 Le contexte

10 Des préjugés sur la terre crue

12 Une revue de la littérature en devenir

15 Une demande croissante des professionnels pour utiliser la terre crue dans la construction et se spécialiser

16 2016, la terre crue est à l'affiche en France

18 Les objectifs du mémoire

18 Contextualiser le renouveau des architectures contemporaines en terre crue

18 Dresser un panorama non exhaustif de la production architecturale

18 Comprendre les motivations des acteurs

19 Recenser les stratégies opérationnelles réussies

20 Les objectifs du projet terres contemporaines

20 Créer une base de données nationale des architectures contemporaines en terre crue

20 Répondre à un besoin de la filière terre crue

20 Valoriser l'emploi du matériau terre crue auprès des professionnels et du grand public

21 La méthodologie

21 Le cadre de l'étude : la construction neuve en France métropolitaine de 1976 à 2015

21 Le recensement des architectures en terre crue en France

24 L'enquête de terrain : le tour de France

30 La communication

30 Un inventaire en ligne et un site web comme référentiel culturel

32 L'article scientifique

32 Des manifestations, un cycle de conférences et une exposition

35 Le projet en image

41 CHAPITRE 2 : PANORAMA

42 L'histoire du renouveau de l'architecture de terre crue en France

43 Les années soixante-dix : la contre-culture

49 Les années quatre-vingt : le premier renouveau

60 Un secteur d'activité en devenir, entre obstacles et force de proposition

60 Un secteur d'activité lié à une économie globale et à des sensibilités environnementales

64 Une filière en mal de cadre et d'unité

76 Un second renouveau depuis 2008

80 motivations des acteurs à construire en terre crue

- 80 Les architectes
- 83 Les maîtres d'ouvrage
- 85 Les artisans et les auto-constructeurs

86 Une architecture contemporaine sur les traces du patrimoine ?

90 La terre, un matériau local pour la construction neuve ?

- 90 Du site à la carrière
- 92 La terre, une ressource locale, mythe ou réalité ?
- 94 Les pistes de développement

98 Les techniques de construction: évolution des tendances et de leur diffusion

- 98 L'évolution des tendances pour les techniques de construction, de la B.T.C. au pisé
- 103 La répartition géographique des techniques de construction

106 Le rôle du matériau terre dans l'architecture contemporaine

- 106 Les fonctions et tendances de la terre crue pour les aménagements intérieurs
- 110 Les techniques de construction en terre pour l'aménagement intérieur
- 111 Les murs porteurs, non porteurs et le remplissage

114 Une production architecturale variée où le matériau terre se distingue

- 114 Qui sont les commanditaires ?
- 116 Une programmation riche et une valorisation du matériau
- 121 Des processus de montage opérationnel créatifs pour construire

128 Des pratiques de chantier en (r)évolution

- 128 L'innovation sur le chantier pour réduire les temps d'exécution
- 129 Vers une filière sèche ?
- 131 De nouvelles pratiques constructives émergent
- 135 L'isolation
- 136 La stabilisation de la terre

141 CHAPITRE 3 : PERSPECTIVES

142 Les nouveaux modes d'usage de la terre

- 142 Modules préfabriqués, voir démontables pour le milieu urbain
- 144 Modules de terre imprimés en 3D
- 145 Design et performance artistique avec la terre
- 148 Aménager un paysage avec la terre

150 L'avenir de l'Architecture en terre en France

152 Conclusion

161 Bibliographie

167 Annexes

180 Remerciements

182 L'équipe Terres Contemporaines

183 Nos Partenaires

INTRODUCTION

« Ma volonté était de réutiliser les matériaux locaux. C'est-à-dire le bois et la pierre. Mais honnêtement en 1978, je ne pensais pas à la terre, alors que je suis né dans une maison en terre et que mon père l'avait construite. Je ne connaissais pas encore l'opération de Vignieu (1976) en Isère. Sinon j'aurais pensé à la terre.¹»

Alain Leclerc, urbaniste de la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau et de l'opération du Domaine de la terre à Villefontaine, nous fait part, comme d'autres acteurs que nous avons rencontrés ces derniers mois, de leur manque de connaissance des architectures contemporaines en terre crue en France.

L'intérêt grandissant des professionnels pour les potentiels de ce matériau est incontestable. Des entreprises de construction à l'instar d'architectes non spécialisés dans la mise en œuvre de la terre crue l'expérimentent sur des projets variés pour le marché public et privé.

Gilles Perraudin, fervent défenseur de l'architecture en pierre, soulève une autre question lors de la présentation de ces projets.² Le choix éthique et le rôle des professionnels par rapport à l'environnement.

« Le combat est toujours le même, il s'agit aujourd'hui de nous organiser pour faire en sorte que tous nos projets ne soient construits qu'avec des matériaux naturels, parce que ce sont les seuls qui sont recyclables ! Que voulons-nous pour notre futur ? »

Gilles Perraudin

Le secteur du bâtiment est pointé du doigt par différentes associations et gouvernements pour son impact environnemental destructeur et énergivore. De ce constat écologique, les filières biosourcées ont pu se (re)développer depuis les années 2000 sur le territoire.

Qu'en est-il pour la filière terre crue ? Pourquoi parlons-nous de nouveau de l'architecture en terre crue en France dans les années 80 ? A quoi ressemblent ces architectures contemporaines ? Où se situe-t-elle ? Quelles sont les pratiques conceptuelles et comment est utilisé le matériau terre dans la construction neuve ? Est-elle stabilisée régulièrement comme d'autres pays tel que l'Australie ? Qui sont les acteurs de cette filière ? Quelles sont leurs motivations ? Où s'approvisionnent-ils en matière et en matériau ? Pourquoi est-ce compliqué de construire

1. Entretien d'Alain Leclerc, urbaniste en charge du plan directeur de l'opération du Domaine de la terre, Lyon, 16 juin 2016

2. Table ronde du 16 juin 2016 dont le thème est « Architecture contemporaine en terre » organisée par Archipel à la Maison de la Confluence à Lyon. Les invités étaient Dominique Gauzin-Müller, rédactrice en chef de la revue Ekologic et co-organisatrice du Terra Award, Jean-Vincent Berlotier, Gilles Perraudin, architectes ayant réalisé un ou plusieurs bâtiments pour le Domaine de la terre, Clément Vergély, architecte, et Grégory Gaume directeur régional de l'entreprise de promotion immobilière Ogic pour présenter le Projet ILOT B2 Confluence.

en terre crue en France ? Quels sont les freins relevés ? Quelles sont les techniques constructives développées par les professionnels pour répondre au cadre conventionnel du chantier ? Est-ce que la terre est un matériau d'avenir ?

Tout au long de ce mémoire, nous essayons de répondre à la problématique
« pourquoi et comment les acteurs construisent des architectures contemporaines en terre crue depuis 1976 ? »

Nous nous sommes appuyées sur les entretiens de l'enquête de terrain pour faire ressortir les motivations et les pratiques des acteurs, qui ont commandé, conçu et réalisé ces ouvrages en terre. Les acteurs sont des clients privés ou publics, des auto-constructeurs, des professionnels de la construction comme les architectes, les ingénieurs, les entreprises, des producteurs et des fournisseurs de matériaux, des usagers. Ils sont néophytes ou bien spécialisés dans la construction en terre. Certains ont découvert le matériau terre à travers le suivi de projet ou bien ont vécu dans un bâtiment ou parmi un patrimoine en terre ou bien encore lors de voyages. D'autres l'ont pratiqué et militent pour son usage, car ils sont convaincus par les propriétés naturelles du matériau. Quelques acteurs sont membres de réseaux de professionnels de la filière terre crue. Mais ils ne représentent pas la majorité des personnes recensées. C'est pourquoi nous faisons une réelle distinction entre les termes « acteurs » et « filière terre crue » qui regroupent des professionnels de la construction en terre. Ces acteurs ont participé de près ou de loin à la réalisation de ces ouvrages considérés comme singuliers. Les architectures contemporaines sont définies dans notre étude comme étant des constructions ou des extensions neuves livrées entre 1976 et 2015 dans lesquelles le matériau terre crue a été employé, soit pour l'enveloppe du bâtiment, soit pour l'aménagement intérieur ou bien en tant qu'aménagement extérieur. La date de 1976 est l'indicateur du renouveau de la construction neuve en terre. Elle correspond au premier bâtiment expérimental en terre recensé par notre étude et par Jean Dethier³ : un vestiaire en pisé à Vignieu (38). Il représente une redécouverte et une recherche sur la mise en œuvre du pisé abandonnée. Nous parlons ici de renouveau de l'architecture en terre crue, car la pratique de la construction neuve en terre disparaît, selon la source de plusieurs inventaires dans les années 50.

Les objectifs du mémoire sont de comprendre plus précisément pourquoi et comment les acteurs construisent en terre crue en France aujourd'hui, quelles sont leurs motivations et les pratiques mises en place pour réaliser de tels ouvrages, de montrer qu'une production architecturale contemporaine en terre crue de qualité existe et qu'elle peut prendre une place sur le marché de la construction actuel et de demain.

La production de notre recherche participe à une étude plus vaste que nous menons depuis février 2015 : Terres Contemporaines. C'est un projet de diffusion et de communication sur l'Architecture contemporaine en terre crue en France. Les objectifs de Terres Contemporaines sont de créer une base de données nationale de l'Architecture contemporaine en terre crue,

3. DETHIER Jean, *Architecture de terre*, p.51- 52. 1936-1986, Chronologie des actions menées en France en faveur des architectures de terre.

de valoriser la terre crue auprès des professionnels et de créer un référentiel culturel pour pallier aux besoins de la filière terre crue dans ce domaine.

Afin de répondre à tous ces objectifs et à nos questions liées à notre exercice d'architecte, nous avons constitué, dans un premier temps, deux dispositifs pour localiser les pratiques et recenser les bâtiments et les acteurs sur le territoire : un tableau capitalisant les informations par ouvrage réalisé et une cartographie en ligne de ces projets faisant réapparaître cette base de données. Ces informations nous ont permis d'avoir une lecture chiffrée de l'ampleur de ce renouveau sur une base de 257 opérations recensées. Dans un deuxième temps, nous avons extrait de cet inventaire 30 projets réalisés répartis sur la France pour mener note enquête de terrain. Ils répondent à des critères croisés liés à notre problématique. Ce fut l'occasion de visiter les bâtiments et de rencontrer le maître d'ouvrage, l'architecte, l'entreprise lot terre et parfois l'utilisateur de chaque ouvrage pour recueillir leurs retours d'expérience.

Nous avons contextualisé ces données à travers une recherche documentaire qui s'est fondée sur la littérature scientifique et spécialisée en architecture ainsi que sur une analyse croisée de sources internet des auto-constructeurs, des architectes et des entreprises. Certains auteurs ont permis de constituer un cadre théorique, sachant qu'ils sont peu à avoir traité ce sujet. Caroline Maniaque, Arianne Wilson, Jean Dethier, Hubert Guillaud, Thierry Joffroy, Jean-Marie Le Tiec et Aymone Nicolas ont tracé les influences, les fondements et l'évolution du renouveau de l'architecture contemporaine en terre crue en France, des articles de revues spécialisées ont rapporté l'évolution de l'architecture comme les cahiers techniques du Moniteur, AMC et la revue EK. Le mémoire d'Elvire Leylavergne, le rapport d'ASTERRE⁴ pour le MEDDE⁵ et le parallèle avec les règles professionnelles allemandes rédigées par Christof Ziegert et Ulrich Rölhen ont servi de documentation sur les freins et leviers de la filière terre crue en France. D'autres mémoires, des actes de colloques et des rapports scientifiques sur la caractérisation du matériau terre sont venus enrichir notre travail. Néanmoins la source de documentation la plus riche est la série d'entretiens des acteurs réalisée lors du Tour de France entre avril et juin 2016.

Nous avons, au final, réuni un nombre important de données jusqu'à ce jour. Nous avons mis à jour l'inventaire qui nous a permis de produire les graphiques et une revue de littérature sur le sujet. Cependant, nous avons pu étudier plus particulièrement une partie des entretiens pour rédiger ce mémoire. Les regards croisés des acteurs ont enrichi l'analyse du chapitre panorama.

Les données, qui sont donc encore à explorer, seront analysées dans une seconde phase du projet Terres Contemporaines. L'étude, à terme, sera destinée aux professionnels voulant faire une première expérience en architecture de terre, à d'autres acteurs de trouver des références d'ouvrages réalisés ou bien à un public averti voulant découvrir la construction en terre. En d'autres mots, cette étude a été l'occasion de mettre au point des outils dédiés aux

4. Association nationale des professionnels de la Terre

5. Ministère de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Energie français

professionnels et à tous ceux qui s'intéressent à la construction : l'inventaire en ligne et prochainement d'autres supports nés de la synthèse des informations recueillies lors de l'enquête de terrain.

Dans la première partie du mémoire, nous retraçons notre parcours de ces deux dernières années universitaires et tirons les perspectives de nos projets professionnels en relation avec le sujet développé ici. Sur cette toile de fond présentant nos motivations et nos objectifs, nous tentons de résumer le cadre de l'étude, le contexte scientifique, la méthodologie que nous avons échaudée pour répondre à la problématique du mémoire, mener nos actions et créer des outils de communication destinés à un public averti pour le projet Terres Contemporaines.

La deuxième partie est consacrée à l'analyse de la production architecturale contemporaine à partir de 1976, date à laquelle nous avons défini le début du renouveau de cette tendance. L'analyse de son histoire et des facteurs déclencheurs offrent les clés pour comprendre les motivations des acteurs à (re)construire en terre crue des années 80 à aujourd'hui et les freins auxquels ils sont confrontés tout au long du projet. Ce cadre sert à esquisser ensuite les leviers et les pratiques qui ont été utilisées par les professionnels pour réaliser les ouvrages recensés. Nous abordons aussi l'évolution des techniques traditionnelles et nouvelles en relation avec la répartition du patrimoine en terre en France. Cette analyse nous permet de montrer s'il y a une corrélation entre les deux. S'en suit une étude approfondie et un recensement des pratiques mises en place pour réaliser les ouvrages, de la commande à la conception jusqu'au chantier, en passant par l'approvisionnement. Cette dernière sous-partie dresse un panorama de l'architecture contemporaine en terre crue en France et les stratégies opérationnelles réussies pour la réaliser.

Enfin, la troisième partie concerne les perspectives de cette tendance. Nous abordons les nouveaux modes d'usage de la terre dans l'architecture, l'aménagement extérieur, l'art et le design. Grâce aux retours d'expérience des acteurs, nous ouvrons le débat sur les potentialités du développement futur de cette architecture et de la terre comme matériau d'avenir.

Nous concluons cette analyse en faisant émerger des pistes d'évolution pour l'architecture en terre et pour le projet Terres Contemporaines.



CHAPITRE 1

 **DÉMARCHE**

POURQUOI CE PROJET ?

Nous sommes deux architectes de profession convaincues par la pertinence de l'emploi de la terre crue dans la construction. Depuis 4 ans, nous explorons ses potentialités à travers des expériences sur le terrain dans différentes régions françaises et pays (Maroc, Chili, Espagne, Italie, Burkina Faso, etc) : missions coopératives, chantiers participatifs, ateliers, voyages pour aller voir le patrimoine en terre en France et ailleurs comme l'ont fait les précurseurs du renouveau de l'Architecture en terre crue. Nous avons (ré)appris à construire avec nos mains et découvert de nouveaux modes de bâtir.

De ce fait, il nous paraissait important de nous spécialiser à cette architecture, d'acquérir des connaissances sur le comportement de la matière terre et sur les cultures constructives qui en découlent, y compris leurs formes et leurs valeurs.

Bien que nous ayons des parcours professionnels différents, nous partageons la même éthique de construire «autrement» en relation avec le territoire (filières, ressource de matériaux locaux, réemploi des matériaux, environnement, etc). Nous nous sommes rencontrées lors de l'atelier « fibres » organisé par Amacò en mai 2014, juste avant de commencer le DSA Architecture de terre auquel nous avons posé notre candidature.

Durant cette formation traitant de vastes sujets comme l'histoire de l'architecture, la valorisation du patrimoine en terre, la physique de la matière et sa caractérisation en laboratoire, la ligne de production des matériaux, nous avons aussi abordé le thème de l'architecture contemporaine en terre. A travers une session sur la conception et les règles de l'art de la construction neuve, nous nous sommes exercées au dessin technique, au projet, et à l'analyse architecturale d'ouvrages contemporains.

Notre expérience professionnelle et notre sensibilité commune pour l'architecture contemporaine nous ont poussées à aller plus loin sur le sujet. Cela nous a amené naturellement à travailler ensemble en montant le projet Terres Contemporaines en février 2015, sur l'idée originale d'Anne-Lyse Antoine. Elisabetta Carnevale avait déjà commencé un recensement des constructions neuves et des réhabilitations en terre crue en France et Anne-Lyse Antoine a une expérience de l'exercice de l'architecte et une connaissance des marchés publics et privés français.

Afin de répondre à nos questions pratiques et à nos attentes professionnelles, nous nous sommes fixées comme but de rencontrer nos pairs et les professionnels qui ont contribué au renouveau de l'Architecture de terre crue en France. Nous voulions recueillir leurs témoignages pour comprendre leurs motivations et leurs engagements. Il était aussi important de visiter les ouvrages réalisés pour nous constituer un référentiel culturel et une boîte à outils de détails techniques pour notre exercice. Sans l'inventaire des « Terres Contemporaines », nous n'aurions pas pu réaliser l'enquête de terrain.

L'apport théorique, technique et opérationnel était une base fondamentale de notre

apprentissage. Il était aussi essentiel pour nous, en parallèle de l'étude, de pratiquer sur le chantier, de faire de la conception et de faire de la recherche sur les matériaux en terre crue pour capitaliser des connaissances utiles pour l'enquête de terrain. Nous avons participé à plusieurs chantiers (ossature bois et remplissage paille, enduit, terre allégée, bauge, terre coulée, ...), formation (PRO paille), conçu (Concours pour le centre culturel de Bamyian en Afghanistan, salle de répétition, etc) et suivi une mission (Projet UNESCO en Equateur sur la conservation du centre historique de Cuenca). En outre, notre période de mise en situation professionnelle chez Amàco entre octobre 2015 et avril 2016 nous a permis de créer des matériaux de construction en terre et d'explorer de nouvelles formes d'utilisation de la terre crue dans l'architecture, notamment avec la technique de la terre coulée. Nous avons eu, par la suite, l'opportunité d'encadrer des ateliers pratiques et expérimentaux avec des étudiants d'architecture et de design.

Ce projet nous a offert l'occasion de rencontrer des acteurs qui ont développé des stratégies opérationnelles réussies et qui ont déjà fait une ou plusieurs expériences dans la construction en terre. Cet apport est d'une richesse unique pour nous et nous donne de nouvelles bases pour nous installer à nos comptes en tant qu'architectes et accompagnatrices d'équipe de maîtrise d'œuvre et d'ouvrage. Toutes ces rencontres nous ont permis de nous créer un réseau d'entre-aide professionnel utile pour notre avenir.

Certes, cette recherche a été élaborée en premier lieu pour répondre à nos attentes personnelles et professionnelles. Nous espérons qu'elle servira, par la suite, de référentiel culturel pour d'autres professionnels intéressés par la terre crue.

Au cours de ce chapitre, nous exposons notre démarche d'analyse, de diffusion et de communication de la base de données recueillie durant ces derniers 18 mois.

LE CONTEXTE

«L'Allemagne (...) connaît un regain d'intérêt pour la construction en terre crue aujourd'hui grâce à différentes initiatives : des constructions de conception résolument contemporaine, une communication dynamique et la mise en place de normes spécifiques», écrivent en 2013 Ulrich Roehlen et Christof Ziegert ⁶. Ils évoquent ici les trois facteurs clés pour le développement de l'emploi de la terre crue pour la construction neuve : des réalisations, de la communication autour d'elles et un cadre normatif favorable. Que se passe-t-il en France ? Si la mise en place de normes spécifiques est loin d'être aboutie, est-ce que des constructions «résolument contemporaines» sortent de terre ? Est-ce que la terre crue est présente dans la littérature, la culture en général et les medias ?

DES PRÉJUGÉS SUR LA TERRE CRUE

Si des publications et des manifestations culturelles sur le thème de la terre crue sont apparues ces dernières années, les nombreux aprioris sur ce matériau apparaissent encore fortement présents d'après les recherches menées sur ce sujet. Ronald Rael écrit en 2009, ⁷

« L'hégémonie du monde industrialisé a été responsable pendant des décennies du complexe d'infériorité des cultures de la construction en terre crue. Aujourd'hui, ce matériau de construction le plus répandu sur la planète est étiqueté comme « alternatif » ou pire « primitif ». »

Ronald Rael

Bien qu'un texte a été lancé en 2010 par le laboratoire CRAterre et la Chaire de l'Unesco « Habiter la terre : manifeste pour le droit de construire en terre crue »⁸ signé par des dizaines de protagonistes de la terre crue, dont de nombreux professionnels, les idées reçues sur ce matériau posent encore des problèmes en France : « Pour le moment proposer la terre crue dans les concours ne marche pas, il y a une image négative, associée au passé. Pour nous c'est toujours le maître d'ouvrage qui a choisi la terre, il était déjà sensibilisé. »⁹

Deux recherches conduites récemment dans le cadre du DSA Architecture de terre confirment

6. RÖHLEN Ulrich, ZIEGERT Christof, *Construire en terre crue*, Construction-Rénovations-Finitions, Paris, Editions Le Moniteur, 2013, p.11

7. RAEL Ronald, *Earth architecture*, p.15

8. Manifeste *Habiter la terre : manifeste pour le droit de construire en terre crue* lancé en 2010 par le laboratoire CRAterre et la Chaire de l'Unesco Architecture de terre et développement durable, http://CRAterre.org/diffusion:stockage/download/id/439654f112dc4b0ca42783e50e29951e/file/manifeste_habiter_laterre_829ko_1p.pdf

9. Entretien de Milena STEFANOVA, architecte, Villefontaine, 2 avril 2016

non envisagées dans la construction neuve et contemporaine.»¹²

Le rapport sur les freins de la filière d'ASTERRE l'affirme également : « En France, la solution constructive qui est naturellement évoquée est le béton ou le bloc de béton. Aucune personne (ou presque) ne pense à proposer la terre, même dans les régions où celle-ci est encore très présente.»¹³

A ces étiquettes, plus qu'une personne sur cinq parmi celles interrogées dans le cadre du sondage mentionné plus haut considère que la terre crue est un matériau «pour les hippies». L'idée que terre soit un matériau peu résistant persiste. Pour 18 % des enquêtés, les bâtiments en terre crue « ne résistent peu ou pas aux intempéries». Ce préjugé est nourri par les articles de la presse locale qui rapportent régulièrement des cas d'écroulement d'anciens bâtiments en terre crue, le plus souvent causés par un mauvais entretien, des erreurs de réhabilitation ou des abandons.

Nous sommes donc face à un ensemble d'idées reçues partagé par le grand public et les professionnels, qui ne sont pas contredits par une information et diffusion culturelle sur les atouts et les possibilités de ce matériau. Comment faire évoluer les mentalités sur la perception du matériau terre ?

L'une des premières actions envisagées par Elvire Leylavergne est de «réaliser un inventaire des projets contemporains. Diffuser les résultats sous diverses formes (plaquettes de communication décrivant les projets, répertorier les projets sur un site internet de géolocalisation, ...).».

UNE REVUE DE LA LITTÉRATURE EN DEVENIR

La littérature scientifique et la lecture spécialisée nous apportent peu des informations par rapport au sujet de notre étude.

LITTÉRATURE TECHNIQUE

A l'échelle nationale, la plupart des publications dédiées à l'Architecture en terre crue depuis les années 70 traitent des aspects techniques de la construction en terre ou bien du patrimoine.

Dans le premier groupe nous retrouvons plusieurs traités et manuels publiés au début du renouveau de la terre crue, qui restent des références : en 1978 *Archi de terre*¹⁴ sur l'architect-

12. LEYLAVERGNE Elvire, *La filière terre crue en France*, p.63

13. ASTERRE, *Construire en terre crue : Etude sur les obstacles au développement de la construction en terre crue en France et proposition d'un plan d'action*, Rapport Final pour le Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement et Le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie, janvier 2013, p.81

14. ARZOU MANIAN Varoujan, BARDOU Patrick, *Archi de terre*, Paris, Editions Parenthèses, 1978

ture en terre en général, puis *Construire en terre*¹⁵ en 1979, synthèse des connaissances de la matière au matériau et des pratiques pour construire en terre et enfin le *Traité de construction en terre*¹⁶ du CRAterre, publié une première fois en 1989.

En l'occurrence, au fil des dernières années, plusieurs publications d'ordre technique ont été éditées comme le manuel sur la terre allégée écrit par Franz Volhard¹⁷ et récemment traduit en français, ou bien *Construire en terre crue*, édité par Le Moniteur, qui montre aux professionnels français le produit de nombreuses années de pratique de construction en terre en Allemagne. En outre, de nombreuses publications sont consacrées aux techniques des enduits, des sols en terre, des B.T.C., du torchis et du terre-paille.¹⁸

LITTÉRATURE GRAND PUBLIC

L'exposition « Des Architectures de terre » en 1981 au musée Beaubourg, fut l'un des premiers phénomènes déclencheur du renouveau de l'architecture en terre crue. Le catalogue de l'exposition¹⁹ offre une lecture du patrimoine en terre vernaculaire mondial et trace un renouveau architectural en terre avec une sélection d'ouvrages contemporains en Europe et aux Etats-Unis. Jean Dethier fait également la liste des actions menées autour de la terre depuis les années 40 et des dernières opérations réalisées en France jusqu'à 1987.

Le livre *Bâtir en terre*²⁰ a également captivé les lecteurs. Il a été lauréat du 24ème Prix Roberval Catégorie Grand Public et de l'édition 2010 du Prix «Le goût des sciences», pour les initiatives de vulgarisation scientifique, catégorie « livre généraliste ». Publié à l'occasion de l'exposition «Ma terre première », ce livre aide à comprendre les propriétés physico-chimiques de la terre. Il part à la découverte du patrimoine en terre mondial, de l'habitat rural européen, et montre aussi quelques réalisations contemporaines.

MONOGRAPHIES SUR L'ARCHITECTURE CONTEMPORAINE EN TERRE CRUE EUROPÉENNES OU MONDIALES

Toutefois, si nous recherchons des monographies dédiées aux projets contemporains en terre crue, nous ne trouvons pas de références liées au contexte français. Bien que les revues d'architecture (le Cahiers du Bâtiment, AMC, Ecologik, Le Moniteur²¹) commencent à s'y intéresser,

15. DOAT Patrice, HAYS Alain, HOUBEN Hugo, MATUK Silvia, VITOUX François, *Construire en terre*, Paris, coédition Alternatives et Parallèles, 1979

16. HOUBEN Hugo, GUILLAUD Hubert, *Traité de Construction en Terre*, Marseille, Editions Parenthèses, 1989

17. VOHLARD Franz, *Construire en terre allégée*, Cenate Sotto, Editions Acte Sud, avril 2016, (traduit de l'allemand *Bauen mit Leichtlehm, Handbuch für das Bauen mit Holz und Lehm*, 7e édition, Birkhäuser Verlag, Bâle, 2013)

18. A titre d'exemple : DEWULF Michel, *Le torchis, mode d'emploi*, Paris, Éditions Eyrolles, 2007 ; MARCOM Alain, *Construire en terre-paille*, Mens, Terre Vivante, 2011 ; MORETEAU Sylvain, *Enduits de terre crue*, Mens, Terre Vivante, 2012 ; PIGNAL Bruno. Dir., JEANNET Jacky, SCARATO Pascal, *Blocs de terre crue*, Clermont- Ferrand, Pisé terre d'avenir 2001

19. DETHIER Jean, *Architectures de terre*, Atouts et enjeux d'un matériau de construction méconnu : Europe-Tiers Monde- Etats-Unis, 1986

20. ANGER Romain, FONTAINE Laetitia, *Bâtir en terre, Du grain de sable à l'architecture*, Saint-Etienne, Editions Belin, 2011

21. QUINTIN Isabelle, *Construire en terre : le nec plus ultra du développement durable*, dans Les Cahiers techniques du

et publient des dossiers d'approfondissement sur la terre crue, elles présentent des exemples à l'échelle européenne ou mondiale²².

C'est le cas du projet Terra [In]cognita. Architectures de terre en Europe. Il a été repéré des exemples de patrimoine et de construction neuve en terre crue sur toute l'Europe. Il les a mis en valeur à travers une publication et la création d'un Label «Architecture de terre remarquable en Europe». Trois projets français ont été retenus²³: le groupe de onze maisons « Le Village » à Cavaillon (84), le centre de loisirs à Ramatuelle (83), et la cité universitaire de 120 logements à Montpellier (34).

Dans *Earth Architecture*²⁴, Ronald Rael, professeur d'architecture à l'université de Berkeley, présente quarante-sept bâtiments en terre crue sur les cinq continents. Les projets sélectionnés datés à partir de 1970, année de publication du livre d'Hassan Fathy *Construire avec le peuple*, changeât la vision de l'architecture en terre pour les architectes selon l'auteur. Les finitions brutes mettent en valeur le matériau terre crue.

Aujourd'hui, une autre publication reprend le même format et présente des exemples du monde entier : *d'Architecture en terre aujourd'hui*,²⁵ le catalogue du Terra Award. Les quarante projets publiés, postérieurs à 2000, finalistes du Prix, sont résolument contemporains. Deux projets français ont été sélectionnés : le Centre d'interprétation du Patrimoine La Villa de Dehlingen, et le Conservatoire Européen des Echantillons de Sol à Ardon (Orléans).

Il manque donc à ce jour une publication qui couvre de façon approfondie les réalisations contemporaines en terre crue en France.

DES SOURCES D'INFORMATIONS PARTIELLES SUR LES ARCHITECTURES CONTEMPORAINES EN TERRE CRUE EN FRANCE

En 2012, le mémoire DSA en Architecture de terre d'Elvire Leylaverigne présente une liste inédite de 55 projets réalisés de 1985 à 2012.²⁶

Lors du Colloques international de l'UNESCO sur la conservation de l'architecture de terre du patrimoine mondial de 2012, l'article « Architectures contemporaines en terre crue : sur les traces de Hassan Fathy »²⁷ retrace les points forts du renouveau de la terre crue en France,

bâtiment, n.236, 2003, p. 44-45

22. Voir le projet européen Terra Incognita financé dans le cadre du programme Culture 2007-2013 de l'Union européenne : GUILLAUD Hubert et al., *Terra Incognita ; découvrir une Europe des architectures de terre et Terra incognita; préserver une Europe des architectures de terre*, 2009

23. GUILLAUD Hubert et al., *Terra Incognita ; découvrir une Europe des architectures de terre et Terra incognita; préserver une Europe des architectures de terre*, 2009

24. RAEL Ronald, *Earth architecture*, New York, Princeton Architectural Press, 2009

25. GAUZIN-MÜLLER Dominique, *Architecture en terre d'aujourd'hui*, Gignac, Museo, 2016

26. LEYLAVERGNE Elvire, *La filière terre crue en France*, p.26-28

27. JOFFROY Thierry, GUILLAUD Hubert, LE TIEC Jean-Marie, *Architectures contemporaines en terre crue : sur les traces*

et les met en relation avec les dynamiques actuelles en Europe et dans le monde. Egalement, les actes du congrès²⁸ *Earthen architecture: past, present and future* organisé à Valence en 2004 sont l'occasion pour l'équipe de CRAterre de faire le point sur l'évolution des cultures constructives du pisé.

Le mémoire de Jessica Adjoua, soutenu en 2013, s'interroge sur les répercussions politiques et médiatiques du Domaine de la Terre²⁹ sur la production architecturale française.

Enfin, les textes de présentation du Prix national de l'architecture en terre crue, lancé en 2013 par CRAterre – ENSAG, ASTERRE et le magazine Ecologik, sont le point de départ pour une réflexion sur le renouveau de la terre crue menée par Ariane Wilson. Dans un article dans la revue Criticat, l'historienne et architecte de formation analyse la transformation du discours à l'origine du renouveau de la terre crue, d'une mouvance architecturale alternative liée aux contestations politiques des années 1980, à une technologie « comme une autre dans l'ère de l'avènement du « durable ». ³⁰ »

En conclusion, peu de textes se consacrent à la pratique de l'Architecture en terre crue en France, de la conception à la construction, ainsi que les aspects opérationnels. La série de fiches réalisée par CRAterre pour le PNR du Livradois-Forez³¹ représente un premier travail de ce type sur une sélection de projets réalisés dans la région, comprenant une dizaine de constructions neuves.

Cette revue de la littérature démontre l'intérêt de notre problématique sur ce sujet et pour répondre au besoin de références culturelles et pratiques, et les pratiques de la filière.

UNE DEMANDE CROISSANTE DES PROFESSIONNELS POUR UTILISER LA TERRE CRUE DANS LA CONSTRUCTION ET SE SPÉCIALISER

Un signal nous indique un regain d'intérêt pour la terre crue dans la construction neuve. Les professionnels demandent, de plus en plus, du conseil technique et de l'accompagnement pour intégrer ce matériau dans leurs projets, du fait d'un manque de connaissances.

Il s'agit d'architectes renommés, qui choisissent ce matériau pour des projets d'envergure,

de Hassan Fathy, dans L'architecture de terre dans le monde d'aujourd'hui. Actes du Colloque international de l'UNESCO sur la conservation de l'architecture de terre du patrimoine mondial Siège de l'UNESCO, salle XI – Paris, France 17 – 18 décembre 2012 (pp 218-225), World Heritage Papers, 2013

28. GUILLAUD Hubert, GANDREAU David, MORISET Sebastien, *Continuity of French Rammed earth architecture*, dans *Earthen architecture: past, present and future*, Valencia, Crc Press, 2014

29. ADJOUA Jessica, *Le renouveau de l'Architecture de terre crue dans les années 80*, Histoire, Ambition et impact international du Domaine de la Terre, Mémoire, Lille, Ecole Nationale d'Architecture et de Paysage de Lille, juin 2013

30. WILSON Ariane, *Objectif terre*, dans Criticat n°13, Paris, printemps 2014, p. 94-117

31. Fiches techniques réalisées pour le Parc Naturel Régional du Livradois-Forez, Conception et réalisation de S. Moriset et A. Misse, en collaboration avec J. Jeannet, P. Doat, D. Gandreau, H. Guillaud, S. Dugelay, <http://www.pise-livradois-forez.org/Fiches-techniques>

comme Philippe Madec pour le Pôle culturel de Cornebarrieu, bientôt livré, ou de Renzo Piano pour un bâtiment œnologique dans le sud de la France ou de Norman Foster pour le Musée de la Romanité à Narbonne. D'autres architectes et auto-constructeurs ont sollicité des professionnels spécialisés en terre crue pour concevoir ou bien réalisé leur ouvrage comme nous le verrons dans le chapitre Panorama.

A l'ENSAG, le CRAterre forme à la construction en terre une vingtaine de personnes, niveau master, tous les deux ans. Il s'agit aujourd'hui d'une formation de 3ème cycle, le Diplôme de Spécialisation et Approfondissement en Architecture de Terre (DSA) délivré par le ministère de la Culture et de la Communication.

En dehors de cette formation spécifique, il existe aujourd'hui plusieurs modules de formation dédiés à la terre crue, notamment dans les écoles d'architecture de Nantes et de Normandie, grâce à l'action du Parc Naturel Régional des marais du Cotentin et du Bessin.

Depuis 2012, Amàco, un projet de recherche pédagogique qui reçoit le soutien des Investissements d'Avenir à travers les Initiatives d'Excellence en Formations Innovantes (IDEFI), propose, aux écoles d'architecture et d'ingénierie européennes des ateliers pratiques abordant le matériau terre. Mais il s'agit d'une dynamique récente. La plupart des architectes actifs en France aujourd'hui n'ont pas reçu de formations spécifiques sur la terre crue, mis à part quelques modules de formation sur la conservation du patrimoine proposés par les CAUE.

2016, LA TERRE CRUE EST À L’AFFICHE EN FRANCE

En 2016, la terre crue est particulièrement présente sur la scène culturelle française. Une série d'événements publics et professionnels sont organisés sur la thématique de l'architecture en terre de l'Antiquité à nos jours. En juillet, sous l'égide de la chaire UNESCO Architectures de terre, la France a accueilli le XIIe Congrès mondial TERRA 2016, qui a lieu tous les quatre ans sur un continent. Il s'est tenu pour la deuxième fois en Europe. Cette manifestation a attiré à Lyon un millier de professionnels, enseignants et chercheurs. Dans cette dynamique, CRAterre en partenariat avec la ville de Lyon a lancé «Lyon capitale de la terre », un programme d'événements, d'expositions et de visites guidées.

Le Terra Award, premier prix mondial de l'architecture en terre crue, a été organisé dans le même cadre, présidé par l'architecte Wang Shu, lauréat du Pritzker 2012. 40 projets ont été sélectionnés sur 357. Une exposition itinérante a été produite pour diffuser les résultats et montrer une architecture en terre contemporaine dans plusieurs villes de France et à l'étranger. Mais il ne s'agit pas de la seule exposition dédiée à la terre crue. «Ma terre première, pour construire demain » ³², exposition itinérante appréciée par les visiteurs à la cité des Sciences

32. L'exposition est coproduite, outre la Cité des sciences et de l'industrie et le laboratoire CRAterre-ENSAG, avec quatre institutions culturelles et scientifiques régionales qui l'ont accueillie jusqu'en 2013 : le Vaisseau à Strasbourg, (septembre 2010 - septembre 2011), le Forum départemental des sciences de Villeneuve d'Ascq, (septembre 2011 - mars 2012), l'EPCC

de Paris en 2009 (80% lui ont attribué une note supérieure à 8/10), a été exposée de mars à juillet au musée des Confluences de Lyon. Sa scénographie propose un parcours de la matière à l'architecture. Elle invite le visiteur à découvrir le comportement physique de la terre et les principes de la construction en terre à travers de nombreuses expériences. A Lyon, des exemples de constructions en terre traditionnelles et de monuments du Patrimoine Mondial sont présentés aux côtés d'une sélection de quinze bâtiments contemporains dans le monde. Le Musée de Confluences de Lyon organise également une série de tables rondes et conférences sur le sujet de la terre crue, et devient porteur du lancement de l'inventaire du patrimoine en pisé de la ville de Lyon³³.

La Fondation Hermès à Paris consacre un cycle de conférences sur la terre destiné aux artisans et créateurs, avec un focus sur l'Architecture en terre crue. Sont invités le directeur du CRAterre Thierry Joffroy, et les architectes Mario Botta et Anna Heringer.

Les entreprises s'intéressent aussi à la terre crue. L'association d'entreprises rhônalpines du bâtiment Pôle Innovation Constructives, qui compte parmi ses membres les principaux producteurs de ciment français, dédie son rendez-vous de l'été à l'architecture contemporaine en terre crue.

La terre crue, matériau longuement oublié, retourne donc sur la scène médiatique et culturelle. Mais quel est l'impact de ce changement sur le contexte culturel et les valeurs de la production architecturale nationale ?

du Pont du Gard (mars 2012 - septembre 2012), le Centre Commercial de Blagnac (dans une version allégée, du 27 septembre au 4 octobre 2014). Elle a été ensuite présentée au Palais de la Découverte à Paris, du 2 décembre au 3 mai 2015.

33. Voir l'inventaire participatif coordonné par l'architecte Emmanuel Mille, <http://patrimoine-terre-lyonnais.patrimoine-aurlhalpin.org>

LES OBJECTIFS DU MÉMOIRE

Ce mémoire a pour objectif de retracer un renouveau d'une culture constructive apparue en 1976 selon les sources de Jean Dethier³⁴ et du collectif CRAterre dans son ouvrage *Construire en terre*.³⁵ Non exhaustive, cette analyse a pour but d'enrichir le référentiel culturel sur les architectures contemporaines en terre crue en France métropolitaine et sur les pratiques des acteurs qui les ont réalisés.

CONTEXTUALISER LE RENOUVEAU DES ARCHITECTURES CONTEMPORAINES EN TERRE CRUE

Certains ouvrages offrent une lecture du renouveau de l'Architecture contemporaine en terre et esquisse rapidement les facteurs déclencheurs. A travers cette étude, nous voulons aller plus loin :

- > contextualiser et analyser les dynamiques et les phénomènes qui ont provoqué ce recommencement avant le Domaine de la terre.
- > comprendre quelle est la place de cette production architecturale au sein du secteur du bâtiment en France aujourd'hui.
- > identifier les nouveaux modes d'emploi de la terre crue, les pistes d'innovation technique, les nouvelles démarches opérationnelles et s'interroger avec les acteurs sur les perspectives pour ce matériau.

DRESSER UN PANORAMA NON EXHAUSTIF DE LA PRODUCTION ARCHITECTURALE

Nous proposons dans ce mémoire de dresser le panorama des architectures contemporaines en terre crue à l'échelle du territoire sur ces quarante dernières années pour dégager les premières tendances. Notamment il est intéressant d'exposer comment le matériau est utilisé dans le bâtiment pour construire et aménager.

COMPRENDRE LES MOTIVATIONS DES ACTEURS

Il est important de dégager les motivations des acteurs et les phénomènes déclencheurs pour construire en terre durant ces quarante années et de conter leurs initiations avec le matériau pour le transmettre à tous.

Cette capitalisation n'est pas une étude sociologique, néanmoins elle retrace une mémoire collective à qui peut être intéressé de bâtir en terre et offre des pistes de réflexions.

34. DETHIER Jean, *Architecture de terre*, p.51- 52. 1936-1986, Chronologie des actions menées en France en faveur des architectures de terre.

35. DOAT Patrice, HAYS Alain, Houben Hugo, MATUK Silvia, VITOUX François, *Construire en terre*, Paris, coédition Alternatives et Parallèles, 1979

Fig 2

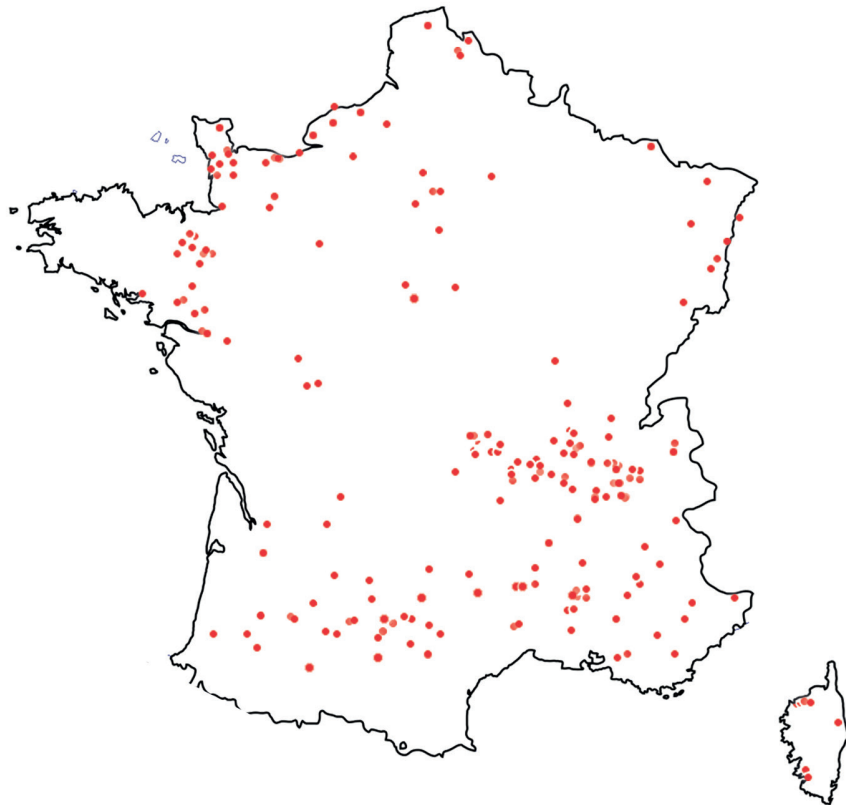
Carte de France des opérations recensées en terre crue entre 1976 et 2015.
© Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

RECENSER LES STRATÉGIES OPÉRATIONNELLES RÉUSSIES

La sélection d'un échantillon de projets selon des critères précis et leur analyse approfondie pourrait révéler des stratégies opérationnelles réussies.

Il nous semble important de :

- > Mettre en valeur, dans une première phase, les pratiques et les stratégies opérationnelles mises en place par les acteurs pour construire en terre. Ces stratégies relevées peuvent être répliquées sur d'autres projets.
- > Mener une étude qui documente les projets réalisés, analyser leurs forces et faiblesses et le diffuser.



**IL EXISTE DE L'ARCHITECTURE
CONTEMPORAINE EN TERRE CRUE !
PLUS DE 250 PROJETS RECENCÉS SUR
LA FRANCE !**

LES OBJECTIFS DU PROJET TERRES CONTEMPORAINES

CRÉER UNE BASE DE DONNÉES NATIONALE DES ARCHITECTURES CONTEMPORAINES EN TERRE CRUE

L'un des objectifs de Terres Contemporaines est de documenter la production architecturale en terre crue française et de la rendre accessible à tous.

L'étude se propose de créer une base de données détaillée des ouvrages réalisés pour apporter des éléments de réponse vis à vis de la place de ce type d'architecture au sein du secteur du bâtiment en France.

C'est aussi une opportunité pour identifier les acteurs qui construisent en terre crue.

RÉPONDRE À UN BESOIN DE LA FILIÈRE TERRE CRUE

La création d'un référentiel de projets réalisés qui emploient de façon appropriée la terre et le met en valeur avec un vocabulaire contemporain, peut inspirer des acteurs et susciter l'envie de construire avec ce matériau.

Ce support rassurera les maîtres d'ouvrage qui pourront s'informer et des maîtrises d'œuvres en manque de connaissances techniques.

VALORISER L'EMPLOI DU MATÉRIAU TERRE CRUE AUPRÈS DES PROFESSIONNELS ET DU GRAND PUBLIC

La valorisation du matériau terre passe par une communication convaincante avec des exemples remarquables et par une diffusion stratégique auprès des étudiants en architecture et en ingénierie, aux chercheurs, aux professionnels et au public.

Le recensement des ouvrages réalisés en terre crue par Terres Contemporaines montre l'étendue et la qualité du renouveau de ces architectures. Les résultats de l'analyse servent à sensibiliser et prouver que des architectures contemporaines sont réalisées dans un cadre réglementaire exigeant.

LA MÉTHODOLOGIE

Le projet est articulé sur trois axes d'enquête de recherche :

- > la production d'un inventaire des projets en terre crue
- > la documentation sur site d'une sélection d'ouvrages
- > la rencontre avec les acteurs, lors d'une série d'entretiens filmée

LE CADRE DE L'ÉTUDE : LA CONSTRUCTION NEUVE EN FRANCE MÉTROPOLITAINE DE 1976 À 2015

L'objet de cette étude est de dresser le panorama des architectures en terre crue en France et de mettre en valeur les motivations et les pratiques des acteurs qui les ont réalisés.

Le cadre de notre recherche se concentre sur les architectures, constructions neuves et extensions, réalisées entièrement ou partiellement en terre crue entre 1976 et 2015 en France métropolitaine.

Les projets en auto-construction participent largement à la diffusion des architectures contemporaines en terre crue. Néanmoins, ils sont difficiles à recenser. Nous avons donc décidé d'analyser seulement les projets réalisés en auto-construction assistés d'un architecte ou d'une entreprise missionné pour la conception ou l'encadrement du chantier.

Les projets de conservation et de réhabilitation n'ont pas été recensés car ils ne répondent pas au cadre de la construction neuve.

Les projets non réalisés n'ont pas été considérés dans cette étude.

Enfin, les ouvrages où la terre crue a été utilisées seulement pour les enduits n'ont pas été traités, du fait de leur grand nombre et de la difficulté de les repérer.

LE RECENSEMENT DES ARCHITECTURES EN TERRE CRUE EN FRANCE

Une fois le cadre de l'étude déterminé, nous avons commencé en février 2015 à créer une base de données de tous les projets en terre crue que nous connaissions.

Nous avons défini une liste de données à rechercher pour chaque ouvrage, à travers l'élaboration d'une fiche d'inventaire. Le choix a été guidé par différents critères qui sont énumérés. Nous avons recherché des informations qui permettent de comparer la production architecturale en terre crue à l'ensemble du secteur de la construction (localisation, datation, programme, organisation d'un concours, durée du chantier, surface, coût) ainsi que des données nécessaires pour comprendre le rôle de la terre crue (description des parties en terre, technique utilisées, emploi de la terre en extérieur/intérieur).

Fig 3

Phases du Projet Terres
Contemporaines
© Anne-Lyse Antoine et
Elisabetta Carnevale

PRÉVISIONNEL DU PROJET TERRES CONTEMPORAINES



Actions et supports de communication des résultats

**INVENTAIRE
+ CARTE DES
OUVRAGES**

**ARTICLE
SCIENTIFIQUE**

**CONFÉRENCES
EXPOSITIONS**

MÉMOIRE DSA

**WEB-DOCUMENTAIRE
LIVRE**

**PORTAIL
INTERNET**

Ensuite, certaines données ont été collectées principalement avec des objectifs de reconnaissance des acteurs et de communication, comme les noms et pages web de tous les membres de l'équipe de maîtrise d'œuvre ou bien l'adresse du bâtiment.

De plus, nous avons recherché des sources relatives à la démarche (construction par entreprise, chantier d'insertion, chantier participatif, auto-construction) et à l'impact environnemental de la construction (provenance de la terre, stabilisation/recyclabilité). Ces derniers critères d'informations ont été difficiles à repérer pour la totalité des ouvrages recensés, ce qui pour le moment nous a empêchés d'en faire une analyse statistique.

La fiche des données à repérer a été testée et ajustée au fur et à mesure (voir annexe 2 *Critères d'informations pour le recensement des projets p.170*)

LA RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

Pour nourrir la base de données, nous avons d'abord lancé une recherche sur la presse et la littérature (archives et services de documentation, ouvrages thématiques, revues spécialisées). Comme on a évoqué dans la revue littéraire, très peu de publications traitent des ouvrages réalisés en terre crue. La recherche bibliographique nous a permis de repérer :

- > 55 ouvrages réalisés de 1985 à 2012, dans le mémoire d'Elvire Leylavergne
- > 46 ouvrages réalisés à partir de 1990, dans la documentation du Prix national de la terre crue du 2013
- > 3 ouvrages réalisés dans la publication du projet Terra Incognita
- > 11 ouvrages réalisés publiés dans les fiches de bâtiments en pisé réalisés par CRAterre pour le PNR du Livradois Forez³⁶

Entre ces 4 références, certains projets se répètent, et d'autres ne correspondent pas au cadre de l'étude. Plusieurs ouvrages ont été recensés grâce aux fiches réalisées par les différents CAUE et par les réseaux de la filière terre crue, notamment par ARESO et par le réseau français du terre-paille, en voie de constitution.³⁷

LES CONTACTS AVEC LES RÉSEAUX

Ensuite, pour repérer d'autres ouvrages, nous avons lancé un appel à participation à l'inventaire auprès de tous les réseaux des professionnels de la terre crue, à l'échelle nationale et régionale. Nous avons contacté les réseaux de l'auto-construction, les CAUE, les parcs régionaux et les acteurs de la filière, en les informant de notre projet. Pour repérer les ouvrages des années 1980, nous avons rencontré des pionniers du renouveau de la terre crue, comme Thierry Joffroy, Hubert Guillaud, Pascal Scarato, Jacky Jeannet, Joseph Colzani, Daniel Turquin, Andreas Krewet, Mary Jamin, et aussi des figures clés d'opérations importantes de

36. Fiches techniques réalisées pour le Parc Naturel Régional du Livradois-Forez, Conception et réalisation de S. Moriset et A. Misse, en collaboration avec J. Jeannet, P. Doat, D. Gandreau, H. Guillaud, S. Dugelay, <http://www.pise-livradois-forez.org/Fiches-techniques>

37. Site web : www.terrepaille.fr

l'époque, comme le Domaine de la Terre (Gilles Perraudin, Jean-Vincent Berlottier) et sur une autre échelle l'opération en auto-construction pour l'association Le Village à Cavaillon (Martial Vitteau).

Pour recenser les projets les moins médiatisés, la collaboration avec une série de personnes-ressource, notamment liés aux réseaux des professionnels et associatifs, aux maisons de l'architecture et CAUE et aux Parcs naturels régionaux, a été fondamentale (nous pouvons citer Francois Streiff, du Parc Naturel du Marais due Bessin et du Cotentin , ou Mikael Laurent du réseau Bruded)

LA CRÉATION D'UNE CARTE

En mai 2015, à partir de notre base de données, nous avons constitué une carte interactive, qui a été dès le début accessible sur le web. Sur la carte de l'inventaire, chaque projet est présenté avec sa fiche d'inventaire.

Nous avons recensé à terme du projet 257 opérations. Une opération peut compter plusieurs bâtiments. Par exemple, le Domaine de la terre comprend plusieurs bâtiments mais il est comptabilisé comme étant qu'une unité.

LE CONTACT DES ACTEURS DES PROJETS RECENSÉS

Pour repérer les informations qui manquaient dans la base de données, nous avons envoyé un questionnaire aux architectes des projets recensés. Nous les avons contacté en tant qu'acteurs pivot de l'équipe maîtrise d'œuvre, et expliqué le cadre et les objectif de l'inventaire et du projet.

Le retour a été positif : de nombreux architectes ont manifesté la satisfaction de voir un tel projet de communication sur la mise en valeur de l'architecture en terre crue. Les données récoltées ont été insérées au fur et à mesure dans la base de données (tableau de données et dossiers de documentation) et sur les fiches de la carte de l'inventaire.

Cette prise de contact nous a aussi permis de demander des autorisations aux auteurs de diffuser sur leurs projets (plans, photos, informations).

L'ENQUÊTE DE TERRAIN : LE TOUR DE FRANCE

L'enquête de terrain est née de la nécessité de documenter des ouvrages de façon exhaustive et d'approfondir une série de problématiques grâce au témoignage des acteurs. Entre avril et juin 2016, nous avons parcouru le territoire français.

Nous avons visité une sélection de bâtiments et rencontré les architectes, ingénieurs, artisans, entreprises et maitres d'ouvrage pour comprendre pourquoi et comment construire en terre

aujourd'hui. Les entretiens semi-directifs de l'enquête de terrain ont été aussi l'occasion de repérer une nouvelle série d'ouvrages.

LA RECHERCHE DES PARRAINS ET DE SOUTIENS MORAUX

Cette démarche est une force pour le projet. Elle nous a permis de nous faire connaître auprès des Institutions et d'appuyer notre recherche auprès d'autres organismes et du public. La majorité des partenaires et soutiens moraux sont dans la région Auvergne, Rhône-Alpes. Cette proximité nous offre l'occasion d'être soutenues à long terme pour développer la deuxième phase de notre Projet Terres Contemporaines.

Depuis mars 2015, nous avons lancé une recherche de partenaires. La tâche n'était pas simple, car nous ne savions pas où chercher. Nous avons commencé par les fondations. Cependant le sujet de notre demande était soit trop spécifique, soit hors planning, soit nous avons dépassé l'âge requis. Deux fondations ont refusé notre candidature. En même temps, nous recherchions des partenaires moraux pour crédibiliser notre étude. ASTERRE nous a suivi rapidement. En janvier 2016, nous nous sommes dirigées vers l'association Cap Berriat à Grenoble spécialisée dans le montage financier de projet pour nous aiguiller sur les recherches et les pistes de financements. Nous avons affiné notre budget prévisionnel et préparé une plaquette de présentation du projet destinée à des partenaires nationaux et régionaux. L'association nous a conseillé de nous tourner vers les entreprises et les fonds de pension ayant besoin de communication et de valoriser des projets équivalents au nôtre.

Malheureusement un voyage est plus complexe à financer qu'on n'osait l'imaginer. En février 2016, tout s'est déclenché. Nous avons déposé notre demande de financement auprès d'institutions qui seraient potentiellement intéressées par notre sujet d'étude. Amacò a été le premier à répondre favorablement à notre demande, puis les Grands Ateliers appuyés par des subventions de la Région Auvergne Rhône-Alpes ont soutenu notre travail d'inventaire. Avec l'appui de Michel-André Durand, le directeur des Grands Ateliers, l'association Pôle Innovations Constructives a rejoint nos partenaires et nous a demandé de présenter nos premiers résultats à la fin de notre tour lors d'un événement qu'elle organisait. S'en suit d'autres partenaires moraux dont Archipel-CDCU, centre de documentation et maison de l'architecture du Rhône, l'ENSAG, les Editions Terres Vivantes, Twiza, le réseau des chantiers participatifs. Enfin juste avant de partir, l'Ordre des Architectes Rhône-Alpes nous a fait la surprise de financer une partie du voyage.

Durant le voyage, Daniel Turquin, gérant de l'entreprise AKTERRE, convaincu de l'intérêt de notre étude, a participé financièrement et personnellement à notre étude.

Nous avons récolté 4700 euros qui nous ont permis de faire le tour de France comme nous l'envisagions dans le temps imparti, d'acheter du matériel photographique et vidéo, de stocker, des livres, de faire des photocopies et d'imprimer ce mémoire en plusieurs exemplaires.

Sans l'aide financière des parrains et le soutien des partenaires (communication par le biais de leurs réseaux, organisation d'événements pour faire connaître l'étude comme une exposition par Archipel, informations, réseaux, etc), le projet Terres Contemporaines n'aurait pas pu prendre ce chemin. Leur appui conforte l'intérêt de notre étude à l'échelle nationale et régionale. Les réseaux de la filière terre crue nous ont aussi témoigné leur soutien en diffusant notre appel à participer au projet.

Cette démarche nous a permis de rencontrer beaucoup de personnes et surtout de diffuser à une autre échelle notre projet qui continue aujourd'hui à rayonner.

LA SÉLECTION DES OUVRAGES

Les contraintes de planning nous ont restreint à sélectionner 30 projets. Pendant 7 semaines, nous avons été sur le terrain. Nous visitons un projet par jour où nous entretenions avec les acteurs, puis faisons l'interview filmée et le reportage photo et vidéo du bâtiment. Nous avons effectué cette sélection sur la base de plusieurs critères pour que l'étude soit représentative de :

- > toutes les macro-régions qui émergent de la phase d'analyse statistique
- > quarante ans du renouveau de l'architecture contemporaine en terre crue
- > toutes les techniques de construction utilisées
- > toutes les catégories de programme
- > des différentes tailles de projet par surface
- > tous les acteurs qui ont ou ont eu un rôle clé pour la filière de la terre crue en France
- > rencontrer un membre de chaque réseau des professionnels de la terre crue

Cette sélection de critères nous a mené à choisir ces trente projets (voir annexe Liste des 30 projets sélectionnés page 172) ce qui a enclenché une démarche d'identification des contacts des acteurs clés pour chaque projet a été lancée. Puis nous avons mis en place un planning pour organiser les visites des bâtiments et les rencontres avec les acteurs deux mois et demi avant le départ.

RECUEILLIR LE RETOUR D'EXPÉRIENCES D'UN ÉCHANTILLON REPRÉSENTATIF DE MAÎTRES D'OUVRAGE ET PROFESSIONNELS

Nous sommes allées à la rencontre des acteurs (maîtres d'ouvrage, architectes, entreprises) qui construisent en terre pour connaître :

- > leur parcours, leurs motivations,
- > leur retour d'expérience, leviers, freins, recherches pour les projets à venir,
- > leur vision des perspectives de la terre crue en France,
- > les pratiques actuelles, pour comprendre comment les acteurs répondent aux contraintes techniques, économiques, réglementaires, opérationnelles, productives ;
- > les nouveaux domaines d'emploi de la terre crue et les pistes d'innovation techniques.

A partir de cette base de données, nous voulons créer un référentiel des stratégies et pratiques liées à la conception, à la mise en œuvre, mais aussi à l'économie, à la réglementation, au montage opérationnel.

LES 88 ENTRETIENS AVEC LES ACTEURS

Nous avons privilégié le choix de rencontrer les différents acteurs liés à chaque ouvrage sur le site même en privilégiant l'entretien individuel. Nous avons choisi de filmer les entretiens avec une double finalité.

Premièrement, nous avons choisi de filmer tous les entretiens avec les acteurs dans le but de restituer un retour d'expérience le plus fidèle possible. Ce mode d'enregistrement nous permettra de diffuser les motivations des acteurs et de partager leurs pratiques.

Deuxièmement, par rapport aux grilles d'analyse des réponses et aux notes écrites, la vidéo permet de revenir aux concepts et aux expressions employées par la personne rencontrée, ainsi qu'à son langage corporel. Cela nous permet donc de restituer au plus près la parole de l'interviewé et d'éviter de rajouter des suppositions ou omettre des informations.

Les entretiens filmés se sont déroulés sur la base d'une liste de questions ouvertes. Ils étaient assez flexibles en rapport aux sujets spécifiques qui émergeaient et étaient articulés selon ces thématiques :

- > Parcours et expérience avec le matériau terre
- > Histoire du projet (programmation, conception, construction, entretien ...) / Arguments pour construire en terre pour ce projet
- > Aspects structurels - Aspects thermiques / énergétiques / hygrométriques
- > Provenance de la terre
- > Description marché lot terre (pour les projets publics) / Interaction entreprises terre/ autres lots
- > Coûts du projet et du lot terre
- > Contraintes liées au projet/ Assurances / Bureaux de contrôle
- > Stratégies opérationnelles
- > Retour globale sur l'opération (« Et si c'était à refaire ? »)
- > Retour sur le bâtiment (confort hygrothermique, entretien ...)
- > Avenir de la filière et du matériau terre / Obstacles pour réutiliser la terre dans les prochains projets

Nous avons interviewé 88 personnes entre mai 2015 et mi-juillet 2016, dont chaque entretien à une durée variable de 10 minutes à 4 heures. Nous rencontrerons les autres acteurs que nous n'avons pas rencontrés à cause de contraintes de planning.



L'ANALYSE STATISTIQUE ET DES ENTRETIENS

Sauf mention contraire, les analyses dans ce mémoire proviennent de la source des entretiens réalisés lors de notre étude.

Une première phase d'analyse statistique a été réalisée sur la base des données recueillies de l'inventaire. Cela a permis d'élaborer un premier ensemble d'interrogations qui ont permis de réaliser une grille de questions pour les entretiens. Ces pistes de réflexion ont été par la suite mises en relation avec les résultats de l'enquête de terrain pour élaborer le mémoire.

Les entretiens ont permis de remplir une grille d'analyse : pour chaque thématique nous avons transcrit une synthèse de la réponse de l'interviewé, et choisit une série de mots clés représentatifs pour composer un tableau de synthèse pour chaque catégorie d'acteurs (architectes, maîtres d'ouvrage, entreprises et artisans, fournisseurs, usagers) ainsi qu'un tableau spécifique pour chaque ouvrage.

L'interprétation des données traitées apparaît dans le chapitre Panorama. Les grands thèmes clés qui sont ressortis de notre retranscription des entretiens ont ainsi formé l'analyse de ce mémoire.

Photo

Entretien avec Serge Jacquier et Gérard Gaonac'h à Valréas, le 11 avril 2016
©Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale



← 13 Jardins familiaux à Valréas

PROJET
13 Jardins familiaux à Valréas

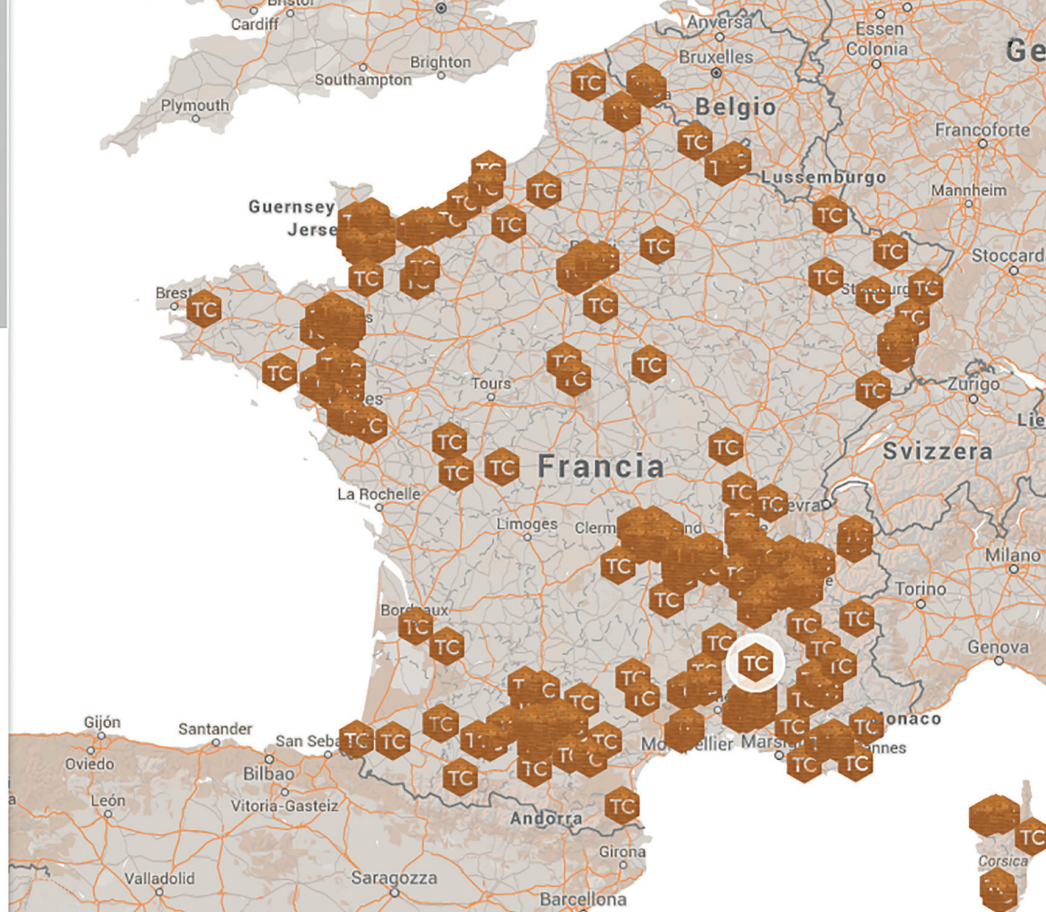
DATE LIVRAISON
2006

DUREE CHANTIER
1 an

MAITRE OUVRAGE
Commune de Valréas

CATEGORIE
Aménagement extérieur

REGION
Provence-Alpes, Côte d'Azur



LA COMMUNICATION

UN INVENTAIRE EN LIGNE ET UN SITE WEB COMME RÉFÉRENTIEL CULTUREL

Nous avons créé l'inventaire des ouvrages neufs réalisés avec de la terre crue en France. Il est accessible sur le site web du projet Terres Contemporaines sur une carte interactive.

L'inventaire compte aujourd'hui plus de 250 projets. Il s'agit d'un inventaire participatif. Suite à la diffusion d'un appel à projets, les acteurs nous contactent directement pour nous fournir les informations nécessaires afin de remplir les fiches informatives. C'est un outil stratégique de promotion et de sensibilisation. Un exemple phare de cette dynamique est l'inventaire participatif du patrimoine mené en Namibie. Les Namibiens ont été encouragés à identifier des sites ou des biens ayant une valeur patrimoniale par le biais de cartes postales spéciales disponibles à la poste et distribuées dans les écoles. L'inventaire devient une « chasse au patrimoine », une campagne de sensibilisation.

- > La carte et les fiches informatives de chaque projet constituent une base inédite et permettent de :
 - > faire connaître les projets réalisés au grand public ;
 - > fournir un référentiel aux professionnels ;
 - > repérer des professionnels sur un territoire donné ;
 - > soutenir le choix de la terre crue dans le cadre de nouvelles opérations, avec des exemples de qualités, repérés sur un territoire déterminé ou bien sur la base d'une typologie de programme ;
 - > fournir une base de données détaillées et actualisées aux chercheurs, aux institutions et aux médias ;
 - > montrer l'étendue et la qualité des réalisations pour contextualiser, soutenir des programmes et des actions d'appui au développement de la terre crue.

MATTHIEU FUCKS, ARCHITECTE ASSOCIÉ DE L'AGENCE MIL- LIEUX NOUS EXPLIQUE, À PROPOS DU PROJET DE LA MAISON DE SANTÉ DE BADONVILLER (2013), D'AVOIR RECHERCHÉ DES RÉFÉRENCES D'OUVRAGES CONTEMPORAINS EN TERRE CRUE RÉALISÉS AU VORALBERG, CAR IL N'EN CONNAISSAIT PAS EN FRANCE.

Le site web www.terrescontemporaines.com, fondé sur la base de l'inventaire, offre un portail sur l'architecture contemporaine en terre et sert d'outil de communication à nos actions, notre actualité et de support pour les résultats de l'étude.

Image de gauche
Inventaire des architec-
tures contemporaines en
ligne sur Google Maps
© Anne-Lyse Antoine et
Elisabetta Carnevale



LE PROJET

Le projet Terres Contemporaines est le premier étude et inventaire des architectures contemporaines en terre crue en France. Terres Contemporaines est aussi un tour de France à la rencontre des acteurs de la terre crue entre avril et juin 2016. Cette étude est menée par Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale, architectes spécialisées en Architecture de terre crue.

CONTACT

Anne-Lyse Antoine | Elisabetta Carnevale
06.78.14.88.72 | 07.88.05.38.06
terrescontemporaines@gmail.com

ZOOM PROJETS



PARRAINS



SOUTIENS



Image de droite
Site web Terres Contem-
poraines sur Wordpress
© Anne-Lyse Antoine et
Elisabetta Carnevale

L'ARTICLE SCIENTIFIQUE

A partir de l'inventaire, nous avons fait une première analyse de type statistique sur l'état actuel et l'évolution de la production architecturale en terre crue en France.

Nous avons présenté un article scientifique au XIIe Congrès mondial de la terre crue, TERRA 2016, à Lyon. Cette première analyse contribue à ouvrir le débat face à la diversité des approches et des usages de la terre crue en France au fil des quarante dernières années.

DES MANIFESTATIONS, UN CYCLE DE CONFÉRENCES ET UNE EXPOSITION

Un cycle de conférences et une exposition sur les résultats du projet ont débuté dès notre retour de voyage en mai 2016. Nous avons présenté les projets sélectionnés pour le tour de France et les résultats de l'article scientifique lors d'événements programmés avant notre départ. Cet exercice nous a permis de communiquer avec des publics variés et des attentes différentes. Nous avons adapté chacune de nos présentations par rapport à nos interlocuteurs.

Nous dressons ici les premiers événements auxquels nous avons présenté les premiers résultats de l'étude :

- > Présentation et échanges avec la délégation toulousaine de l'association Architectes Sans Frontières et avec le réseau des professionnels de la terre crue Atouterre (20 avril 2016),
- > Présentation lors de l'édition 2016 du Festival Grains d'Isère, aux Grands Ateliers de Villefontaine devant une cinquantaine d'étudiants, de professeurs, de professionnels et de chercheurs. Cette occasion rassemble étudiants et professeurs des Ecoles d'Architecture de différentes villes de France et d'autres pays, autour des thèmes de la construction durable et en particulier de la construction en terre. De nombreux ateliers sont proposés, ainsi que des conférences. (26 mai 2016),
- > Présentation pour l'association des professionnels de la terre crue du Rhône Alpes, Tera (29 juin 2016),
- > Conférence aux rendez-vous d'été du Pôle innovation constructives (PIC) devant 90 professionnels du bâtiment (7 juillet 2016),
- > Présentation courte aux Assises Européennes des professionnels de la terre crue, organisées à Lyon par ASTERRE (8-9 juillet 2016),
- > Présentation courte de l'article scientifique au XII Congrès Mondial de l'architecture en terre crue Terra 2016 en session plénière dans la section « Nouvelles dynamiques » devant 800 chercheurs et professionnels de la terre crue (14 juillet 2016)
- > Présentation au Musée des Confluences de Lyon dans le cadre des Journées du Patrimoine 2016 (17 septembre 2016).

De plus, les premiers résultats de l'étude ont été exposés dans le cadre de l'exposition « Les pionniers de la Modernité : architecture de terre » organisée par la maison de l'architecture Rhône-Alpes aux Archives Municipales de Lyon.



1. Présentation du projet pour ASF Toulouse et Atouterre
© Anne-Lyse Antoine



2. Présentation du projet lors du Festival Grain d'Isère
© Amaco



3. Présentation du projet pour le réseau de la terre crue Rhône-Alpes
© Marianne Boiron Reverbel



4. Participation à la Manifestation des Journées Portes Ouvertes des architectes pour ASF Lyon
© ASF Lyon



5. Visite guidée d'atelier de construction en terre crue pour les habitants de Lyon 2
© Mairie du 2e



6. Conférence pour l'association PIC
© Les Grands Ateliers - Maurice Nicolas



7. Présentation pour les Assises Européennes de la filière terre crue
© Anne-Lyse Antoine



8. Présentation de l'article scientifique pour le XIIIe Congrès Mondial de l'Architecture en terre crue
© Clara Pimenta Do Vale



9. Exposition «Les pionniers de la Modernité : Architecture de terre» aux Archives de Lyon
© Archipel

Le projet Terres Contemporaines diffuse l'actualité des projets en terre crue en France, à travers sa page Facebook, suivie par 810 personnes au 9 septembre 2016, et son compte Twitter. Mais cette action ne se limite pas à la sphère virtuelle. Terres Contemporaine a organisé et participé à des événements de sensibilisation comme la visite guidée des chantiers ASTERRE et du prototype Terra Nostra pour les habitants du 2ème arrondissement de Lyon (2 juillet 2016).

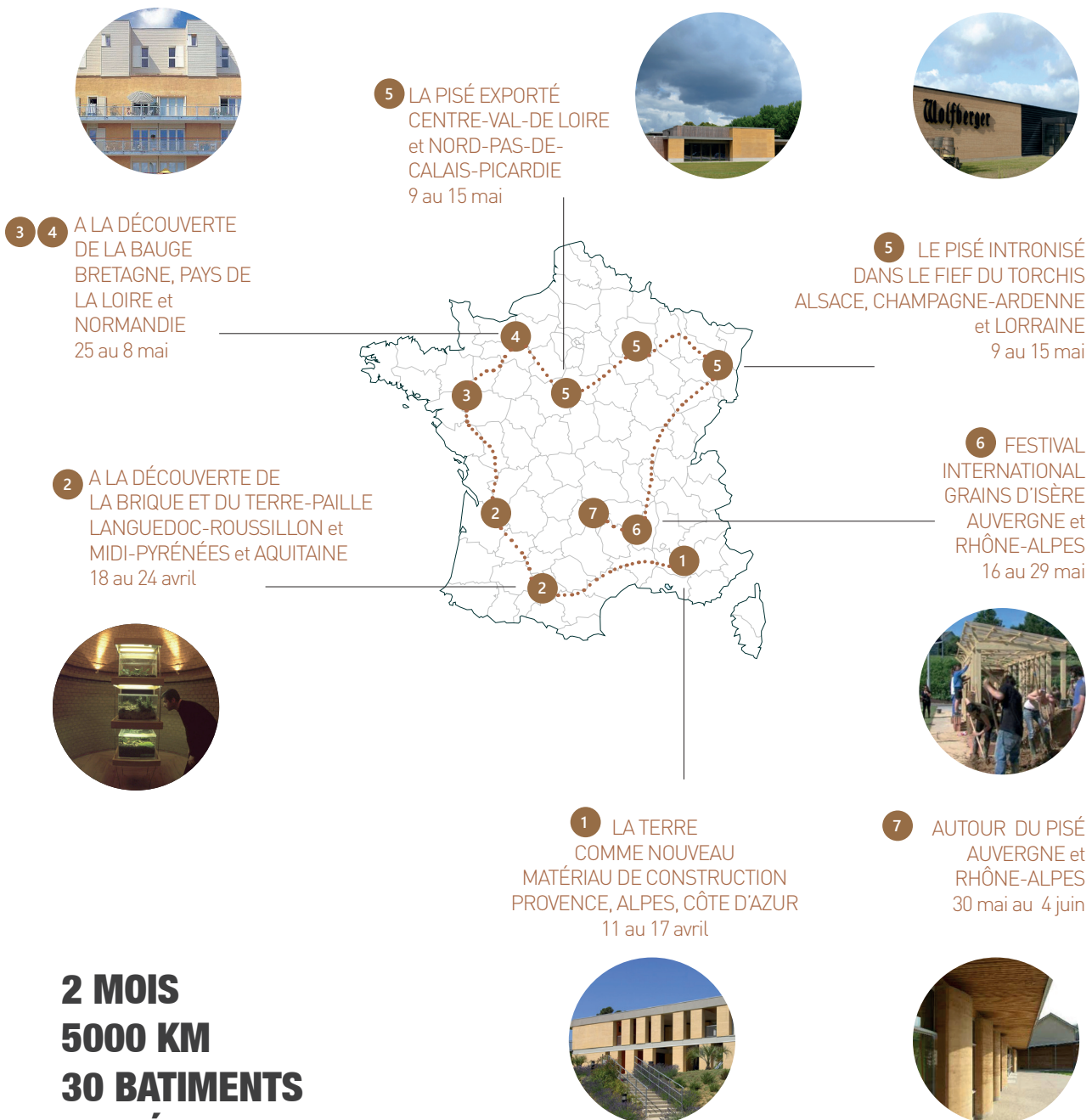
Les rencontres et présentations sont aussi des occasions pour parler de terre crue à la presse locale et nationale et aux revues spécialisées. Pour l'instant le projet a été présenté sur le portail du Conseil National de l'Ordre des Architectes et sur le Courrier du Patrimoine, bulletin d'information de la Fondation du Patrimoine de l'Association Patrimoine Aurhalpin.³⁸

La prochaine phase vise à donner une présence médiatique aux résultats de notre recherche pour contribuer à la sensibilisation et communication sur la terre crue en France.

38. ANTOINE Anne-Lyse, CARNEVALE Elisabetta, Projet Terres Contemporaines, dans Le Courrier du patrimoine, n. 63, mai 2016, p.5

LE TOUR DE FRANCE

DU 11 AVRIL AU 3 JUIN 2016



2 MOIS
5000 KM
30 BATIMENTS
VISITÉS
65 ENTRETIENS SUR 88
1 CHANTIER PARTICIPATIF
1 FESTIVAL SUR LA TERRE
1 FORMATION DONNÉE

Fig 4
Etapes en image du tour de France du 11 avril au 3 juin 2016
© Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

LE PROJET EN IMAGE



1.



2.



3. ©David Boureau



4.



5.



6.



7.



8.



9.



10. © Joseph Colzani



11.



12.



13.



14.



15.

LA SÉLECTION DES 30 TERRES CONTEMPORAINES ...



16.



17.



18.



19.



20.



21.



22.



23.



24.



25.



26.



27.



28.



29.



30.

1- Ecole primaire, Veyrins-Thuellin, Isère, 2009 | 2- Bâtiment d'activité et résidence pour un maraicher, Sassenage, Isère, 2011 | 3- 13 Jardins familiaux, Valréas, Vaucluse, 2006 | 4- 11 maisons pour l'association Le Village, Cavailon, Vaucluse, 2009 (début chantier : 1998) | 5- Extension d'un mazet, St Remy de Provence, Bouches-du-Rhône, 2014 | 6- Chai viticole du Domaine de Trevallon, Saint-Etienne-du-Grès, Bouches-du-Rhône, 2013 | 7- Atelier de l'éco-hameau de Soudorgues, Gard, 2015 | 8- Institut d'Agronomie Méditerranéen, Montpellier, Hérault, 2008 | 9- Espace des insectes vivants du Musée Micropolis, Saint-Léons, Aveyron, 2001 | 10- IUT, Blagnac, Haute-Garonne, 1993 | 11- Résidence La Ruche, Bègles, Gironde, 2015 | 12- Extension et restructuration de l'Atelier Mécanique (bt.16) du Campus de Beaulieu, Rennes, Ile-et-Vilaine, 2012 | 13- Résidence Salvatierra, Rennes, Ile-et-Vilaine, 2002 | 14- Lotissement HLM, Romillé, Ile-et-Vilaine, 1992 | 15- Extension du groupe scolaire, Tréverien, Ile-et-Vilaine, 2015 | 16- Ecole primaire, Bouvron, Loire Atlantique, 2014 | 17- Cidrerie du Domaine Olivier, La-Ferrière-aux-Etangs, Orne, 2013 | 18- Agence d'architecture Atelier ALP, Saint-Germain-sur-Ille, Ile et Vilaine, 2016 | 19- 4 gîtes, une ferme et un gîte d'étape, La Buissière, Loiret, 1988 à 2000 | 20- Conservatoire Européen des Echantillons de Sols – INRA, Ardon, Loiret, 2013 | 21- Quatre logements, Chateau-Thierry, Aisne, 2014 | 22- Maison de santé, Badonviller, Meurthe-et-Moselle, 2013 | 23- Centre d'interprétation du patrimoine archéologique La Villa, Dehlingen, Bas-Rhin, 2014 | 24- Abri vélo, Villefontaine, Isère, 2015 | 25- Bureau et laboratoire, Villefontaine, 2014 | 26- 65 logements Domaine de la terre, Villefontaine, Isère, 1985 | 27- Centre de loisirs, Saint-André-le-Coq, Puy-de-Dôme, 1992 | 28- Espace rural de services de proximité, Marsac-en-Livradois, Puy-de-Dôme, 2013 | 29- Immeuble R+2 de trois appartements, Montbrison, Loire, 1993 | 30- Centre des éditions Terre Vivante, Mens, Isère, 1994

Voir la liste détaillée des projets dans l'Annexe 3 p. 172. Hors mention sur ces deux pages, © Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale



Francois Streiff et Olivier Dargagnon, Pascal Scarato, Andreas Krewet, Johann Despres, Milena Stefanova et Bruno Marielle, Gilles Perraudin, Cristian Ochoa et Xavier Moget, René Deschamps, Serge Jacquier et Gerard Gaonac'h, Martin Drescher, Martial Vitteaux, Ann Machin, Jean Bosc, Eloi Durbach, Aymone Nicolas et Jean-Louis Fine, Olivier Scherrer, Hervé Redares, Nathalie Portal, Jean-Paul Pellissier et Pascal Bergeret, Karine Hamel-Cam, Mary Jamin, Jean-François Collart, Joseph Colzani, Anais Chesneau, Gerard Vives, Hugues Joinau et Loris de Zorzi, Lia Wild et Hervé Potin, Claudine Menand, Grégory Bosi et Yves-Marie Maurer, Erwan Bouguennec, Fabrice Tessier, Dominique Urien, René Saudrais, Serge Durand, Sébastien Heno, Thierry Paitel, ...

... ET LES ACTEURS QUI NOUS ONT TÉMOIGNÉS LEURS EXPÉRIENCES

... Samuel Dugelay, Loïc Daubas, Thierry Olivier, Sébastien et Frédéric Bon, Moine Tendar, Amélie Le Paih, Ghislain Maetz, Alan Bozier, Jean-Yves Barrier, Céline Ratié, Thierry Bonne, Bernard Müller et Jean-Marie Goglione, Matthieu Fucks, Louis Piccon et Emmanuelle Thomann, Joseph Gargano, Noé Solsona, Arnaud Misse et Jean-Marie Le Tiec, Frédéric Moy, Alain Gansoinat, Jacky Jeannet, Boris Bouchet, Claude Grenier, M et Mme Wismer, Olivier Blanche, Martin Pointet, Alain Leclerc, Jean-Vincent Berlottier, Rolland Frachet, Sabine Hrycenko, Daniel Turquin, Marcel Ruchon et Alain Marcom.

La liste détaillée des acteurs se trouve en annexe 4 Sources orales p.177.

Toutes les Images sont extraites des vidéos des entretiens © Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale





CHAPITRE 2

PANORAMA

L'HISTOIRE DU RENOUVEAU DE L'ARCHITECTURE DE TERRE CRUE EN FRANCE

La France recèle d'un riche patrimoine architectural en terre dont la majorité des techniques sont représentées sur le territoire. Depuis des siècles, une intelligence constructive s'est développée en fonction de la nature des sols et a fait fleurir une variété d'édifices. « En Europe, comme ailleurs, l'éventail des cultures constructives de la terre crue a été décliné en une grande diversité de techniques régionales [...]. La gamme des édifices en terre est en effet exceptionnelle : habitats modestes, moulins, maisons de villages, immeubles urbains, mais aussi édifices religieux, châteaux, palais et fortifications.³⁹ » Les centres urbains français, comme ceux de Strasbourg, Rennes, Lyon, Albi, Vannes sont construits en pierre, terre et bois. Les habitations en terre (torchis, pisé, adobe), au cœur de ses villes, datant pour certaines de plusieurs siècles, sont immortalisées sur les cartes postales et encore habitées.

Si ce patrimoine est très présent, alors pourquoi parlons-nous de renouveau de l'architecture en terre crue en France ?

La construction en terre crue, en France, s'est interrompue pendant près de trente ans. Dévasté par la seconde guerre mondiale, le pays a eu un besoin urgent de reconstruire ses infrastructures, ses équipements et de reloger en masse la population. Seules les grandes entreprises de béton ont continué leur activité durant la guerre et étaient capables de répondre à cette demande. Pour des questions de moyens, de rentabilité, d'hégémonie industrielle et de logique constructive en série, d'innovation pour construire plus vite, le matériau terre, bien qu'il aurait pu être utilisé pour la reconstruction, est devenu rare en milieu urbain, puis est tombé dans la désuétude en milieu rural. En France, en 1941, Le Corbusier conçoit ses maisons Murondins, en blocs de terre comprimée, en pisé et en rondins de bois. « Le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme soutient des recherches sur le béton de terre stabilisé avec des chantiers expérimentaux les fermes du Bosquel⁴⁰, et la reconstruction de la cité des cheminots de Tergnier. Mais, face à l'ampleur de la reconstruction, la reconstitution de l'appareil industriel du bâtiment va anéantir ces perspectives nouvelles dans la plupart des pays d'Europe. ⁴¹»

« Depuis la période de la Reconstruction, l'Etat a subventionné le ciment et l'acier. Nous ne payons pas le vrai coût du transport, ni du ciment, ni de l'acier. On a faussé complètement l'économie du bâtiment. Sinon, nous aurions recommencé à reconstruire en terre dès 1947 comme nous l'avions fait au lendemain de la guerre 14-18. » ⁴²

La terre a été abandonnée et supplantée par d'autres matériaux comme le ciment et l'acier. Leur production industrielle et leur emploi semblaient plus adaptés à la construction de bâtiments de grandes hauteurs et d'opérations d'envergures dans des délais courts : quartier de grands ensembles d'habitation de plus de 1000 logements comme la cité Rotterdam à Strasbourg ou

39. GUIILLAUD Hubert et al, *Terra Incognita ; découvrir une Europe des architectures de terre*, p. 28

40. DOUSSON Xavier, « La reconstruction du village témoin du Bosquel dans la Somme après 1940. Récit, ambitions et paradoxes d'une opération singulière », In Situ, URL : <http://insitu.revues.org/10470>, mis en ligne le 16 juillet 2013, consulté le 05 septembre 2016.

41. GUIILLAUD Hubert et al, *Terra Incognita ; découvrir une Europe des architectures de terre*, p. 16

42. Entretien d'Alain Leclerc, urbaniste en charge du plan directeur de l'opération du Domaine de la terre, Lyon, 16 juin 2016

la Duchère à Lyon, villes nouvelles comme Marne le Vallée ou l'Isle d'Abeau, quartier d'affaires comme la Défense, bâtiment de grande hauteur comme la tour Montparnasse à Paris qui culmine à 209 m, etc.

Les dernières constructions en terre crue recensées ⁴³ dans le milieu rural datent de la fin des années 50. Quant au premier bâtiment marquant le début de ce renouveau architectural en France, il a été réalisé en 1976 à Vignieu⁴⁴ (38) en pisé par une équipe d'étudiants de l'École d'Architecture de Grenoble⁴⁵. S'ensuit en 1977 une maison solaire en partie en B.T.C à Toulouse conçue par l'architecte Joseph Colzani.

Cette période de « quarantaine » correspond, en France, aux Trente Glorieuses caractérisée par la politique de reconstruction matérielle du pays, par une croissance économique forte, une omniprésence de l'industrie, une expansion démographique importante et par la fin de l'Empire colonial français et l'émergence de nouveaux états.

Cet interlude de la construction en terre crue en France a généré une perte du savoir-faire, un abandon des techniques de construction, une dépréciation du matériau et des préjugés à propos du patrimoine en terre. En parallèle, en Afrique, au Moyen-Orient et en Amérique Latine, la production de l'architecture en terre crue ne s'arrête pas et continue de s'activer. La cause principale est la nécessité d'accéder à une ressource quasi « gratuite » et également grâce aux programmes de développement social et de coopération internationale comme par exemple la cité Daoudiat au Maroc de 2700 logements livrée en 1967 et construite en parpaings de terre stabilisés. Les ingénieurs et les architectes français sont très productifs dans ces contrées à l'instar des ingénieurs Alain Masson et Jacques Dreyfus, qui a publié un Manuel de terre en construction en terre en Afrique-Occidentale Française (1954)⁴⁶. Quels ont été les influences et les leviers de ce renouveau ?

LES ANNÉES SOIXANTE-DIX : LA CONTRE-CULTURE

LA CRISE ÉNERGÉTIQUE ET LES MOUVEMENTS CONTRE LA SOCIÉTÉ DE CONSOMMATION

La France, comme le reste du monde, fait face à deux crises économiques lors des années soixante-dix. Un premier choc pétrolier en 1973, puis un second en 1979 annoncent une crise énergétique sans précédent lors des deux dernières décennies. En réaction à la société de consommation et à l'industrialisation omniprésente, une prise de conscience et une critique

43. Recensement fait par l'association CRAterre en Isère, par l'architecte Jacky Jeannet en Auvergne et d'autres associations engagées pour le patrimoine local.

44. Voir cette référence dans le livre *Construction en terre*, Paris, coédition Alternatives et Parallèles, 1979

45. DETHIER Jean, *Architecture de terre*, p.52. C'était un projet expérimental, un petit vestiaire en pisé avec la terre du site. L'idée était d'essayer plusieurs techniques de mise en œuvre. Malheureusement, ce premier bâtiment a été démoli l'année suivante par manque de conviction des élus et du nouveau maire

46. DETHIER Jean, *Architecture de terre*, p.51- 52. 1936-1986, Chronologie des actions menées en France en faveur des architectures de terre.

du capitalisme de certains groupes de pensées en Occident se mettent en place dans les années cinquante. Ethique que la contre-culture américaine va diffuser largement aux Etats-Unis et en Europe dans les années soixante. Ces groupes, constitués de personnes de différents horizons, prônent un retour à l'écologie et à la nature, au pacifisme, à la vie en communauté, à l'autonomie alimentaire et énergétique, au « do it yourself ». « Le refus ne mène pas qu'à l'éclatement ou à la fuite. Il anime aussi des utopies ; il suscite la création de communautés et la recherche d'une philosophie nouvelle. A une société qui se définit pas sa croissance, son mouvement, ses changements incessants, s'oppose l'idée d'un retour à l'équilibre qui, d'abord purement volontaire, en appelle récemment aux exigences de l'écosystème. ⁴⁷»

Ils vont bouleverser plusieurs champs de la vie quotidienne liés au capitalisme et au puritanisme. Ce mouvement de pensée était localisé et court, de 1960 à 1980, mais très bien relayé en Occident.

Aux Etats-Unis, le mouvement naît d'une opposition contre la guerre au Vietnam, le régime conservateur et puritain notamment envers les femmes, la guerre froide, les tensions sociales ethniques. En France, il résulte également d'un mouvement réfractaire à la politique du Général De Gaulle et est marqué par les mouvements sociaux de mai 68⁴⁸.

L'architecture et la technologie n'échappe pas à leur critique.

« L'Amérique de l'alternative et de la contre-culture apparait à travers une série de discours et de dispositifs qui tendent à ébranler les fondements de la société technologique. Le discours anti-ville, l'autonomie énergétique, l'auto-construction, le recyclage, la légèreté, l'écologie, la participation des habitants au processus du projet et la critique de l'architecte tout puissant. »⁴⁹

Caroline Maniaque

« Après le mouvement révolutionnaire de 1968, l'exploration des Etats-Unis s'instaure comme un des rites de passage de la jeunesse européenne. Les jeunes architectes visitent alors les hauts lieux de la contre-culture architecturale repérés et cartographiés dans les revues anglo-saxonnes, italiennes et françaises.⁵⁰» Ces architectes font le voyage aux Etats-Unis pour

47. TOURAINE Alain, « Contre-Culture », dans *Encyclopædia Universalis* (1974), vol. 6, 2002, p. 393

48. MANIAQUE Caroline, *Les architectes français et la contre-culture nord-américaine, 1960-1975*

49. MANIAQUE Caroline, *Les architectes français et la contre-culture nord-américaine, 1960-1975*, p.44

50. MANIAQUE Caroline, *Go West ! Des Architectes au pays de la Contre-Culture*, p.17

être stimulés par l'architecture « post-moderne » des mégapoles, dont les gratte-ciels, rencontrer les grands architectes comme Mies Van der Rohe, Luis Kahn, Franck Lloyd Wright, Richard Neutra et en même temps les protagonistes de la contre-culture. Car l'enseignement de l'École des Beaux-Arts, dont dépendait la discipline de l'architecture, réactionnaire et conservateur, ne répondait pas à leurs attentes et à la demande sociale de l'époque. L'urbanisme et l'architecture français des années soixante, sont, quant à eux, caractérisés de « pauvres » et standardisés.

La philosophie de la contre-culture américaine va influencer plusieurs architectes français qui, pour certains, vont développer une autre vision de la conception architecturale et diffuser ce mouvement de pensée en France, comme Jean Aubert, Jean Castex, Jean Dethier, David Elalouf, Yona Friedman, Hubert Guillaud, Jean-Paul Viguier, etc.

L'influence de la contre-culture américaine sur la production architecturale française se manifeste par⁵¹ :

- > un retour à la ruralité, à l'architecture vernaculaire à travers une analyse approfondie de la culture constructive et de multiples inventaires pour la faire (re)connaître,
- > la réalisation de bâtiments économes en énergie, bioclimatiques et exploitant « l'énergie solaire » apparaît au milieu des années soixante-dix. A cette époque, les architectes et les critiques d'architecture parlent de maison solaire,
- > des ouvrages de petite échelle « marginaux » et organiques ou éphémères et nomades comme des dômes géodésiques, des cabanes, des structures gonflables, etc,
- > une réintroduction de l'auto-construction comme nouvelle organisation sociale pour pallier au coût de la construction et pour devenir autonome,
- > une réflexion sur la ressource en matière pour se libérer de la mécanisation,
- > une architecture utilisant des matériaux de réemploi ou naturels comme la terre. Elle « était une réaction profonde et forte à l'idéologie de l'industrialisation »⁵²
- > La mise en place d'une démarche participative dans le projet, comme les Ateliers publics d'urbanisme à Créteil et Evry,

La force de ce mouvement est d'apprendre par l'expérimentation et de savoir utiliser les médias de l'époque tels que la presse papier et l'édition de revues manifeste. L'exposition « Architectures marginales aux Etats-Unis » en 1975, dont le commissaire est Jean Dethier aidé par David Elalouf et une série de films et de conférences, permettront de diffuser aux autres architectes et au grand public français une architecture légère et à échelle humaine.

51. Croisement de données entre la thèse, *Les architectes français et la contre-culture nord-américaine* et l'ouvrage *Go West ! Des Architectes au pays de la Contre-Culture* de MANIAQUE Caroline et l'ouvrage de DETHIER Jean, *Architecture de terre*.

52. WILSON Arianne. *Objectif terre*, n°13, p. 96. Interview de Gilles Perraudin pour le projet de logements du Domaine de la terre

LES VOYAGES FORMATEURS ET LA LITTÉRATURE MANIFESTE

Le matériau terre a été (re)découvert, pour certains, lors du service civique ou en mission de coopération à l'étranger notamment en Afrique, en Moyen-Orient et en Asie. « J'ai travaillé 3 ans en Côte d'Ivoire (1967-1970) où j'ai découvert de tout, le meilleur et le pire, avant de partir aux Etats-Unis (1970) où j'ai vu le meilleur et le pire. (...) Après avoir testé ces deux continents, je suis rentré volontairement travailler en France (1973).⁵³»

« J'étais déjà allé en Afrique en 1964. J'ai fait le tour de la Méditerranée en 2CV pour un projet d'études avec un groupe d'amis, nous avons commencé par l'Espagne. (...) Et c'est comme ça que j'ai approché Hassan Fathy au Caire et que j'ai visité le village de Kom Ombo pour reloger les paysans qui étaient déplacés par le chantier du barrage d'Assouan que l'on allait filmer. Nous étudions la transformation socio-économique des pays autour du bassin méditerranéen (Maroc, Algérie, Tunisie, Lybie, Egypte, Liban, Syrie, Yougoslavie, etc). J'ai été confronté à l'architecture en terre tout au long de ces voyages. En 1965, je suis allé au Sénégal. La même année, avec ce groupe d'amis, nous sommes allés, en Afghanistan, filmer le tunnel de Kaboul créé lors de la guerre froide, ouvrage qui a généré un bouleversement aussi important que le barrage d'Assouan dans les pratiques. (...) L'Afghanistan, c'est la terre, mais d'une autre façon. Là nous avons pu étudier l'Architecture de terre et le bioclimatisme, notamment en Iran. Là j'ai pu approcher les dispositifs millénaire que les perses ont mis au point pour vivre dans le désert (les tours à vent). (...) En 1971, j'ai interrompu ma mission à l'Isle d'Abeau. J'ai fait un an de coopération humanitaire en Afrique Equatoriale à Kinshasa parce que je n'avais pas encore fait mon service militaire.⁵⁴»

« J'ai fait de la coopération comme d'autres. Au même moment (1965-1970), Jean Dethier était coopérant au Maroc, Patrice Doat en Algérie, Jean-Vincent Berlottier en Côte d'Ivoire. On a tous eu, dans cette période-là, la même pratique de genèse de voyager dans des pays du Tiers Monde, parce qu'on savait que c'était là que les choses bougeaient. Inconsciemment pour traiter les problèmes franco-français, les vraies expérimentations, sur le plan pédagogique, se sont fait dans ces pays. (...) Il était plus facile de faire des expériences. »⁵⁵

Alain Leclerc

53. Table ronde «Architecture contemporaine en terre» du 16 juin 2016 organisée par Archipel à la Maison de la Confluence à Lyon. Intervention de Jean-Vincent Berlottier sur le projet du Domaine de la Terre.

54. Entretien d'Alain Leclerc, urbaniste en charge du plan directeur de l'opération du Domaine de la terre, Lyon, 16 juin 2016

55. Entretien d'Alain Leclerc, urbaniste en charge du plan directeur de l'opération du Domaine de la terre, Lyon, 16 juin 2016

Pour d'autres, l'engouement pour la contre-culture américaine les ont porté à l'ouest des Etats-Unis où ils ont pu découvrir l'architecture vernaculaire et troglodytes en adobe des pueblos indiens du Nouveau-Mexique. « Ils [les architectes] ne sont plus en quête des verticalités architecturales de New York ou de Chicago, de la concentration et de la densité métropolitaine, du gigantisme et de la sophistication constructive, de l'organisation scientifique du travail, de l'efficacité, de la puissance et de la hiérarchie, mais cherchent bien plutôt la liberté, l'aisance, l'esprit rebelle de certains individus, capable d'une part de construire, de bricoler avec leurs main un habitat fait de matériaux de récupération et, d'autre part, de travailler avec des architectes engagés dans une pratique professionnelle militante.⁵⁶»

En ce qui concerne les précurseurs et fondateurs de l'association CRAterre en 1979, puis du laboratoire universitaire en 1982, afin de cumuler des connaissances sur le matériau terre et sa mise en œuvre, ils se sont mobilisés à rencontrer les concepteurs et les bâtisseurs de plusieurs pays. « Afin d'approfondir nos découvertes, nos interrogations et nos réflexions, nous décidons de rencontrer les gens de métier, constructeurs anonymes, architectes, ingénieurs, détenteurs d'un savoir. C'est alors la période des grands voyages et des grandes questions pour discuter et échanger des expériences avec Hassan Fathy en Egypte, André Ravereau en Algérie, Jacques Dreyfus et Phillip Langley au Sénégal, Jean Hensens et Alain Masson au Maroc, Marcel Mariotti, Paul Dufournet et Jean Dethier en France, Pierre Apeti Dansou au Togo, Jacques Simonnet en Côte d'Ivoire, Alex Hammond au Ghana, Alvaro Ortega en Colombie, Alester Knox en Australie et pour les USA, David Miller, Paul Graham McHenry, Eric Carlson, Hans Sumpf, Antoine Predock, William Lumpkins et Richard Ferm, sans oublier les bibliothèques et bibliothécaires de nombreuses institutions de ces pays (...)»⁵⁷.

La traduction et la publication de plusieurs livres manifestes vont inspirer ces jeunes architectes et leur permettre de découvrir les potentialités du matériau terre crue.

Construire avec le peuple d'Hassan Fathy sera traduit de l'anglais au français en 1970. Ce livre retrace le travail de l'architecte pour construire un important village, qui s'appelle Gourna : architecture inspirée de la culture locale et de ceux qui la font, les paysans. Une démarche profondément humaniste, où le matériau terre crue prend toute sa dimension : local, accessible, économe, participatif et social.

Les revues de la contre-culture californienne en anglais sont disponibles dans les grandes villes françaises comme *Whole Earth catalog* (1968) ou *Shelter* (1973). Arrivent ensuite les revues de la « contre-culture », *Habitats*, *Construction traditionnelles et marginales* en 1977, la version française de *Shelter*, *Le Catalogue des ressources* en 1975. Ce sont des revues qui prônent le do it yourself, l'auto-construction et l'autonomie en architecture, comme dans d'autres domaines. Elles ont eu un franc succès Outre-Atlantique, comme en Europe.

56.MANIAQUE Caroline, *Go West ! Des Architectes au pays de la Contre-Culture*, p.14

57.MANIAQUE Caroline, *Les architectes français et la contre-culture nord-américaine, 1960-1975*, p.305, extrait de la Présentation de l'histoire du groupe de recherche CRAterre: <http://terre.grenoble.archi.fr/index1024.htm>. Consultation du site 23 février 2006

L'auto-construction et l'autonomie énergétique sont deux sujets importants pour la construction en terre.

A partir de 1975, plusieurs manifestes sur la terre crue vont être publiés par des collectifs. *Construction en terre* par Patrice Doat et les collectifs Auto-construction et Palafitte en 1975. Arrive ensuite, en 1976, *Minimôm découvre la terre*⁵⁸, une réflexion sur l'habitat autonome en terre à plusieurs niveaux de l'usage à la consommation, en 1978 *Archi de terre*⁵⁹ sur l'architecture en terre en général, puis *Construire en terre*⁶⁰ en 1979, synthèse des connaissances de la matière au matériau et des pratiques pour construire en terre.

L'AVANT-GARDISME VERNACULAIRE⁶¹

L'architecture vernaculaire est une architecture sans architectes⁶². Mais qui recèle d'une intelligence constructive et d'adaptation remarquable à son environnement. Bernard Rudofsky l'avait saisi dans sa compilation de photographies saisissantes de constructions vernaculaires collectées dans le monde entier au MOMA de New York en 1964. Ces bâtiments ordinaires se sont finalement retrouvés sous les feux de la rampe. Cette exposition et son livre ont eu un succès dans le monde entier.

La redécouverte de l'architecture vernaculaire locale et de son analyse par les architectes influence profondément leur manière de construire. L'idée est de réduire l'impact énergétique généré par une construction, de s'affranchir des matériaux industrialisés pour utiliser des matériaux locaux peu transformés, de développer une culture constructive contextualisée et mettre en avant le particularisme plutôt que la standardisation de l'architecture. Le matériau terre répondait évidemment à ces attentes. A cette époque, les architectes intéressés par le matériau terre ont conscience de ses capacités naturelles comme la régulation de l'humidité intérieure, sa durabilité, sa pondération phonique et son cycle de vie vertueux en tant que matériau.

En revanche, cette approche n'est pas un retour vers le passé. Elle est ancrée dans son temps entre savoir-faire des anciens qui a fait ces preuves et conception contemporaine pour une architecture d'aujourd'hui.

Jean Dethier parle d'«un des phénomènes de société surprenants qui se développent durant les années 80 [...] l'apparition d'une « Renaissance des Techniques Anciennes » (RTA) [...] C'est dans cette perspective d'actualisation réaliste, qu'il faut aussi replacer le renouveau des

58. DOAT Patrice, BOUILLANE Charles, VITOUX Alain, *Minimôm découvre la terre*, Grenoble, Unité pédagogique d'Architecture, 1975

59. ARZOUManIAN Varoujan, BARDOU Patrick, *Archi de terre*, Paris, Editions Parenthèses, 1978

60. DOAT Patrice, HAYS Alain, HOUBEN Hugo, MATUK Silvia, VITOUX François, *Construire en terre*, Paris, coédition Alternatives et Parallèles, 1979

61. WILSON Arianne. *Objectif terre*, p. 96, citation de Gilles Perraudin

62. Titre de l'exposition en anglais « Architecture without architects » de Bernard Rudofsky au MOMA en 1964

architectures de terre crue.⁶³»

Il faut voir dans ces influences une démarche pour rompre avec la société de consommation et une volonté pour revenir à l'essentiel : l'homme et son environnement. Les prémisses du renouveau de l'architecture en terre crue sont plus qu'esquissés à la fin des années 70. Un mouvement d'étudiants en architecture, des architectes, des ingénieurs, des auto-construc-teurs vont mener plusieurs campagnes, dont une médiatique, pour dépoussiérer le matériau. Ils utiliseront comme « arme », la réinterprétation du langage architectural vernaculaire, ainsi que le langage contemporain pour démontrer l'intérêt de la terre crue dans la construction en France et au-delà de ses frontières.

LES ANNÉES QUATRE-VINGT : LE PREMIER RENOUVEAU

A partir des fondements des années soixante-dix, plusieurs stratégies vont lancer la produc-tion architecturale neuve en terre crue en France. Elle émerge grâce à :

- > l'engagement sans concession d'acteurs pluridisciplinaires, auto-construc-teurs, archi-ctes, ingénieurs, artisans, agriculteurs,
- > la communication, la publication d'ouvrages et la rédaction de rapports,
- > la pratique de projets expérimentaux et de recherche organisés dans plusieurs régions
- > l'implication de maîtres d'ouvrage et d'auto-construc-teur qui proposent des com-mandes de projet concrètes pour construire en terre
- > la formation pour pallier à la perte des savoirs

RECHERCHE ET DÉVELOPPEMENT POUR LA TERRE CRUE (FIN DES ANNÉES 70)

Le début des années quatre-vingt, soutenu par une politique mobilisée dans l'expérimenta-tion, voit naître des structures pédagogiques autour de la terre. Ces structures restent isolées sur le territoire, mais annoncent le retour de la Recherche et du développement sur le terri-toire français.

Le Plan-Construction a soutenu à partir de 1976, les actions et les recherches des membres qui ont fondé en 1979 l'association et en 1982 le Centre de Recherche et d'Application terre (CRAterre), premier laboratoire du genre au monde. Cet organisme a comme priorité de capi-taliser un maximum de connaissances sur le patrimoine en terre, de diffuser et de développer, avec des partenaires, des modes de construction pour conserver les monuments existants, réhabiliter et concevoir une architecture contemporaine. Il est rattaché à l'École d'Architecture de Grenoble où il a développé un programme d'enseignement supérieur sur l'architecture en terre, reconnu par le Ministère de la Culture depuis 1984. Ses actions sont d'abord ciblées à l'échelle de la région, mais face à une demande croissante internationale, son activité s'est beaucoup développée en Afrique, Asie et Amérique Latine.

63. DETHIER .Jean, *Architecture de terre*, p.21

En 1979, CRAterre a été missionné pour suivre une opération de construction sur l'île de Mayotte. Plus de 10 000 logements ont été réalisés en terre et une filière (Bloc de Terre Comprimée) B.T.C a été créée pour répondre aux besoins de construction. Une autre action est de valoriser les ressources matérielles et humaines locales et de développer des filières pour faciliter l'accès au logement pour tous.

D'autres institutions d'enseignement créent leur laboratoire matériau, avec la spécialité terre comme l'INSA de Rennes, l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat à Lyon (E.N.T.P.E) et l'Ecole d'Architecture de Saint-Etienne « Architerre ».

Des colloques sont organisés pour recenser les professionnels intéressés par la construction en terre et faire un état des lieux des connaissances. En 1982 A Lyon, le premier colloque national sur « l'actualité de la construction en terre en France » est organisé à l'initiative du Plan de Construction, de l'E.P.I.D.A et de l'E.N.T.P.E qui accueille cette rencontre. [...] Ainsi sont lancées les bases d'un « réseau terre » en France en rassemblant 300 personnes concernées. Ce premier bilan des expériences nationales va permettre aux participants de prendre conscience des enjeux en présence.⁶⁴» Le même congrès en 1984 réunira plus de 500 participants.

Le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (C.S.T.B) de Grenoble et CRAterre sont mandatés par le Ministère de la Recherche et de la Technologie pour faire de la recherche sur le matériau terre à partir de 1984.

UNE REDÉCOUVERTE MÉDIATIQUE DE LA TERRE CRUE (1981)

L'un des premiers phénomènes déclencheur du renouveau de l'architecture en terre crue est l'exposition « Des Architectures de terre » en 1981 au musée Beaubourg, dont le commissaire est Jean Dethier, architecte-conseil du Centre Georges Pompidou. Il a animé et participé activement à cette contre-culture à la française.

L'exposition a eu un franc succès, au-delà des frontières françaises et s'est exportée dans plusieurs pays. Pour déclencher un coup de cœur et une reconnaissance de cette thématique, le visiteur était attiré par les maquettes de bâtiments en terre plus hautes que lui et interpellé par les photos d'architecture de contrées lointaines. La magie a opéré. Cette manifestation démontre la force de communication des précurseurs de la « nouvelle architecture en terre crue » et la stratégie de promotion qu'ils vont forger tout au long des années quatre-vingt. Cette arme médiatique sera déterminante pour mobiliser et convaincre les politiques français et d'autres Etats à construire autrement.

« Pour atteindre cet objectif, le programme prévu n'aboutira pas seulement à la réalisation d'une grande exposition internationale, mais bien à une série d'actions complémentaires dont seule la gamme diversifiée pourra évoquer les multiples facettes des enjeux en cause dans ce

64.DETHIER Jean, *Architecture de terre*, p.53



Photo
Exposition
«Architecture de terre»
en 1981 au Centre
Georges Pompidou
©Jean Dethier

renouveau de notre environnement bâti. »⁶⁵

« Pourquoi Jean Dethier a pris son téléphone et appeler la ville nouvelle de l'Isle d'Abeau ? Quand il a eu l'idée de l'exposition au Centre Georges Pompidou, sur l'Architecture de terre à travers le monde, il s'est dit qu'il fallait terminer l'exposition de papier sur une réelle action de terrain, pour qu'il y ait un vrai impact, [...]. Il a regardé les endroits où il y avait du patrimoine en terre en Europe, puis en France, et enfin dans les régions françaises. Il est tombé sur le Dauphiné et a découvert par hasard qu'il y avait dans cette zone une ville nouvelle. Il s'est dit que le télescopage modernité et tradition, c'est la ville nouvelle. Il peut trouver ici une écoute pour faire une opération contemporaine en terre. »⁶⁶

La stratégie est de mettre en pratique l'exposition-manifeste et de profiter de l'engouement médiatique pour concrétiser un projet constructible sur le territoire français et de prouver qu'il est possible de construire en terre. Un des articles du journal Libération (1982) titrait «

65. DETHIER Jean, Document de travail non publié, Remarques préliminaires d'orientation à propos de l'exposition internationale et des manifestations programmées dès octobre 1981 au Centre Georges Pompidou (CCI), Octobre 1980

66. Entretien d'Alain Leclerc, urbaniste en charge du plan directeur de l'opération du Domaine de la terre, Lyon, 16 juin 2016

Beaubourg crée le holding culturel : la dernière exposition du CCI, réhabilitant la terre comme matériau de construction, va du dessin d'architecture au village d'expo»⁶⁷.

Le projet de l'exposition et du village innovation/expérimentation se montaient en parallèle. La recherche de partenaires a conduit l'initiative au cœur de la région d'une ville nouvelle : l'Isle d'Abeau qui se situe elle-même dans une région à fort patrimoine en terre, le pisé.

Au printemps 1981, l'appel à candidature est lancé par le Plan de Construction (PC)⁶⁸, le bailleur social OPAC de l'Isère et l'Établissement Public de l'Isle d'Abeau (EPIDA) pour la construction d'un village terre de dix îlots d'habitations de quatre à six logements. La onzième opération sera un concours fermé entre les dix architectes en lice.

UNE EXPÉRIENCE EMBLÉMATIQUE : LE DOMAINE DE LA TERRE (1981–1985)

Le village de la terre à l'Isle d'Abeau est un grand laboratoire de la construction en terre et bioclimatique.

« C'est une opération exemplaire pour sa densité. C'est de la maison individuelle et on doit tourner autour de 32 logements à l'hectare. A l'époque les lotissements se faisaient entre 8 et 12 logements à l'hectare et c'est de l'individuel groupé. Donc c'est une bonne référence sur le plan urbain dont le responsable était Alain Leclerc.»⁶⁹

Il n'est pas courant, à cette époque, de créer une opération d'aussi petite taille avec une démultiplication de marché de maîtrises d'œuvre, soit 4 à 6 logements par architecte. Plus de quarante-huit équipes de maîtrises d'œuvre ont répondu à l'appel d'offre. Seules dix⁷⁰ ont été retenues. La plupart d'entre elles concevaient pour la première fois un projet en terre.

Chaque opération devait utiliser une technique en terre pour construire. Celles utilisées sont le pisé apparent, la brique de terre comprimée stabilisée, le parpaing vibro compacté stabilisé et le terre-paille banché. Hormis le pisé, ce sont toutes des techniques expérimentales. L'innovation est aussi présente dans le détail technique et la mise en place de principes constructifs pour augmenter les performances hygrothermiques et d'inertie latente du matériau :

67. COUVREUR Dominique, « Architectures traditionnelles : le sel de la terre », Journal Libération, article 13 janvier 1982

68. Le Plan-Construction est un organisme interministériel en charge de soutenir la recherche en matière de techniques innovantes, de participation des « usagers » et de mise au point de nouvelles formes d'habitat. L'organisme lancera plusieurs initiatives comme la réalisation d'opérations expérimentales (REX) dans le cadre d'une collaboration interdisciplinaire entre architecte, bureaux d'études techniques, entreprises du bâtiment, industriels, sociologues, ...

69. Table ronde « Architecture contemporaine en terre » du 16 juin 2016 organisée par Archipel à la Maison de la Confluence à Lyon. Intervention de Jean-Vincent Berlottier sur le projet du Domaine de la Terre.

70. Les architectes par îlot : Îlot A : Groupe Ersol, Alain Ducasse, Jacques Puissant, Philippe Veron, Jean-Paul Loubes, Michel Laville ; Îlot B : Jean Vincent Berlottier ; Îlot C : Serge Jaure, François Confino et Jean- Pierre Duval ; Îlot D : Groupe Aura (SCOP) ; Îlot E : Atelier 4, Paul Wagner, Nicolas Widmer et Serge Theuninck ; Îlot F : Françoise-Hélène Jourda et Gilles Perraudin ; Îlot G : Uriel Moch, Patrice Carle et Georges Chavance ; Îlot H : André Ravereau et Michel Charmont ; Îlot I : Jean-Michel Savignat, Odile Perreau Hamburger et M. Munteanu ; Îlot J : Atelier 85, François Galard et Laurence Guibert, Îlot K : Atelier 85, François Galard et Laurence Guibert, Îlot L : Jean Vincent Berlottier.

murs trombes, murs accumulateurs, serres, lame d'air, isolation en matériaux naturels ou réalisation d'une toiture parapluie pour exécuter le lot terre à l'abri des intempéries. Le quartier du Domaine de la terre est aussi le Domaine du bois. L'ossature bois vient donc assez souvent doubler la terre porteuse.

Le premier objectif du quartier était de changer l'image du matériau terre et de le rendre plus moderne. L'idée était de singulariser cette architecture, la rendre particulière. C'est chose faite. En parcourant les articles de l'époque, nous retrouvons ces adjectifs à l'égard des bâtiments : historicistes, régionalistes néo-rationalistes, post-modernistes et techniques. Le terme contemporain n'est pas usité, peut-être que la démarche est plus proche d'une architecture ordinaire et post-vernaculaire ⁷¹?

Pour assoir la crédibilité du « village-exposition », des objectifs clairs ont été ciblés ⁷²:

- > apporter une réponse aux problèmes de logement dans le contexte des crises énergétiques mondiales et créer un axe Nord-Sud de transfert de connaissances,
- > construire sur la base équivalente des coûts des opérations de logements sociaux de l'époque,
- > encourager l'essai de nouveaux procédés développés par les organismes de recherche partenaires de la maîtrise d'ouvrage (production de modèles technologiques et architecturaux pouvant être répliqués)
- > répondre aux exigences de confort (thermique, acoustique, d'usage ...)
- > pallier au manque de réglementations de la filière terre crue
- > créer une filière terre crue régionale suite à ce projet
- > prouver qu'avec le matériau terre, il est possible de faire une architecture contemporaine, confortable et agréable.

Il est important de démontrer que la construction en terre est compétitive et de profiter de l'occasion pour faire progresser les principes techniques.

Au-delà de l'usage de la terre pour construire et de la motivation de créer une filière terre crue, l'image pionnière de cette opération se retrouve aussi au niveau de la coordination des acteurs et de leurs engagements. C'est un bel exemple de synergie des compétences qui a permis d'atteindre la plupart des objectifs cités ci-dessus.

Le caractère expérimental du projet a donné l'opportunité de créer un montage opérationnel singulier du Domaine.

Le plan masse de la grande parcelle s'est défini en même temps que les projets de logement. La maîtrise d'ouvrage, OPAC Isère, s'était entourée de plusieurs équipes de chercheurs-ingénieurs pour mener au mieux l'opération : le CSTB pour les tests de contrôle de qualité et

71. CHAREYRE Régine, MICHEL Philippe, « Maison en terre de l'Isle d'Abeau » revue Pignon sur rue, n°36, mai 1982, p. 36-37

72. Synthèse des archives d'Alain Leclerc et des entretiens d'Alain Leclerc, de Jean-Vincent Berlottier et de Gilles Perraudin

Les architectes par îlot :

Îlot A : Groupe Ersol, Alain Ducasse, Jacques Puissant, Philippe Veron, Jean-Paul Loubes, Michel Laville ;
 Îlot B : Jean Vincent Berlottier ; Îlot C : Serge Jaure, François Confino et Jean- Pierre Duval ; Îlot D : Groupe Aura (SCOP) ; Îlot E : Atelier 4, Paul Wagner, Nicolas Widmer et Serge Theuninck ; Îlot F : Françoise-Hélène Jourda et Gilles Perraudin ; Îlot G : Uriel Moch, Patrice Carle et Georges Chavance ; Îlot H : André Ravereau et Michel Charmont ; Îlot I : Jean-Michel Savignat, Odile Perreau Hamburger et M. Munteanu ; Îlot J : Atelier 85, François Galard et Laurence Guibert, Îlot K : Atelier 85, François Galard et Laurence Guibert, Îlot L : Jean Vincent Berlottier.

Photo de droite
 Vue sur la tour de l'îlot L
 en pisé et flanquée de ces
 logements en parpaings
 de terre compressée.
 ©AL. Antoine

LE DOMAINE DE LA TERRE AUJOURD'HUI



1.



2.



3.



4.



5.



6.

1. Vue éloignée du Domaine de la terre ©Jodaya | 2. Vue d'une des façades de l'îlot F ©AL. Antoine et E. Carnevale | 3. Vue des 2 bâtiments en pisé de l'îlot I ©AL. Antoine et E. Carnevale | 4. Vue de la rue entre l'îlot F en pisé et l'îlot E en remplissage terre paille.

©AL. Antoine et E. Carnevale
 5. Vue sur l'entrée d'un des logement de l'îlot K en parpaings de terre compressée ©JAL. Antoine et E. Carnevale
 6. Vue des demi-cylindre en pisé de l'îlot B avec des BTC ©AL. Antoine et E. Carnevale
 7. Vue sur le mur en pisé de l'îlot C ©JAL. Antoine et E. Carnevale | 8. Vue intérieure d'un des appartements de l'îlot L en pisé et parpaings de terre compressée

©AL. Antoine et E. Carnevale



7.



8.



de performances des matériaux et l'analyse des coûts de construction, le groupe Architerre de l'Ecole d'Architecture de Saint-Etienne pour développer le produit de blocs de terre vi-bro-compacté, l'ENTPE pour utiliser leurs laboratoires et faire le suivi de chantier et le CRAterre de l'Ecole d'Architecture de Grenoble pour rédiger le cahier des charges techniques du projet (absence de documents normatifs et réglementaires), identifier les lieux d'approvisionnement en terre « constructible » et suivre le chantier en tant qu'assistant technique à maîtrise d'œuvre. L'opération a bénéficié d'une subvention du Plan Construction pour financer l'appui technique et d'une autorisation de dépassement de 10% du budget prévisionnel. D'autre part, l'opération a drainé un nombre important de partenaires, d'industriels, de professionnels de la construction, d'institutions publiques pour les inciter à reprendre le flambeau. Chaque acteur de ce projet jouait le jeu et était engagé à concevoir, à faire, à diffuser, à expérimenter. Jean-Vincent Berlottier nous a confirmé la bonne entente et le soutien entre les équipes de maîtrises d'œuvre et le rôle important de CRAterre pour le suivi de chantier.

L'exposition « Architectures de terre » quant à elle, a continué son itinérance sur plusieurs continents et a servi d'écran de communication et de diffusion pour le Domaine de la Terre.

Le projet du Domaine de la terre a été une vraie réussite de communication (de nombreuses délégations de différents pays sont venues et viennent encore visiter ce quartier), une synergie de compétences (chercheurs, ingénieurs, entreprises, industriels ont innovés ensemble), des défis relevés (respect de l'enveloppe budgétaire, env. 3100 francs le m²/HT, progrès techniques, de mise en œuvre ...), un montage opérationnel inédit.

L'opération a convaincu plusieurs acteurs du projet qui participe à la médiatisation du Domaine de la terre. Philippe Michel s'entretient sur les enjeux d'une telle opération. « Il y a, un enjeu, commercial à la fois national et international. Le « quartier terre » constitue une façade du savoir-faire français et doit fournir aux entreprises, aux concepteurs, aux fabricants de matériaux et de matériel une nouvelle carte à l'exportation, principalement dans le secteur essentiel de l'habitat social »⁷³

AILLEURS EN FRANCE, QUE S'EST-IL PASSÉ ?

La première moitié des années 80 fut une grande phase d'expérimentation et d'ébullition scientifique autour de la terre. La filière professionnelle naissante fut très éprise par l'aspect technologique de la terre, l'accessibilité à la ressource et l'écologie du matériau. Comme nous le verrons plus tard, le B.T.C sera la technique la plus utilisée sur l'ensemble du territoire, car elle est facile à mettre en œuvre, calibrée, produite à partir d'une production mécanisée et stabilisée au ciment pour limiter l'érosion et prévenir les chocs liés au transport.

73. VENUAT.M, « Pour abaisser les coûts, construire en terre », Cahier Techniques du Bâtiment, n°59, décembre 1983, p.75. Entretien de Philippe Michel, chargé de recherche et de projets expérimentaux au Plan de Construction et Responsable à l'époque du Laboratoire de construction en terre de l'ENTPE

L'opération du Domaine de la terre a démontré qu'il était possible de construire sur des coûts quasiment similaires au béton de ciment, si la filière terre crue se mécanisait, que le matériau était fiable et adaptable à différentes techniques constructives. Certaines entreprises de l'opération motivées par leur expérience ont essayé de lancer la filière en région Rhône-Alpes sans grand succès.

Des professionnels comme l'architecte Joseph Colzani dans la région toulousaine, l'entreprise fournisseur de presse BTC Altech des Hautes-Alpes, l'association Terre d'Avenir en Auvergne, la SCOP Inventerre de Haute-Garonne, le maçon Nicolas Meunier de la Loire, les ingénieurs Myriam Olivier, Jean-Claude Morel, Jean-Paul Laurent, les auto-constructeurs contribuent significativement à l'émergence de l'architecture contemporaine en terre crue en France.

Des constructions d'importances se réalisent comme la maison en 24h (1986) à Grenoble par l'équipe CRAterre, le Centre de la Terre (1984) à Lavalette, la garderie de Colomiers (1987), les gîtes de la Buissonnière (1988-1990), le Centre de loisirs à Saint-André le Coq (1992), des lotissements et des logements collectifs en Bretagne à Vannes (1985) à Romillé (1992) et à Tinténiac (1993), le Centre des Editions Terre Vivante (1993), l'IUT de Blagnac (1993), des maisons individuelles sur l'ensemble du territoire et beaucoup d'expérimentation dans l'auto-construction.

Mais ce secteur d'activité reste à l'échelle de niche. Pourquoi ? « Les freins sont tels (lobby des cimentiers et des grands industriels, absence de suivi des pouvoirs publics, réglementation archaïque – on attend toujours la sortie d'un DTU) que bâtir en terre aujourd'hui reste une niche réservée à quelques passionnés. Échec donc ou semi-échec dans l'Hexagone. ⁷⁴»

74. PEYZIEU Jean, « Le Domaine de la Terre », Revue Maisons Paysannes de France, n°170, 2010, p. 29-30

ARCHITECTURES CONTEMPORAINES EN TERRE CRUE DE 1980 À 1995

1. Centre d'application d'énergies solaires et de documentation au Castellet (1983)(BTC) ©CRA-terre

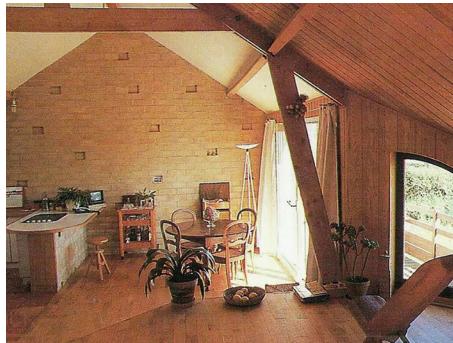


1.

2. Centre de la terre à La-valette (1984) (BTC) ©Joseph Colzani

3. Maison 24h à Saint-Martin d'Hères (1986) (BTC) ©CRAterre

4. Habitat groupé Héolia à Clissouët - Vannes (1986) (BTC) ©Mariano Dellantonio



4.

5. Quatre gîtes en pisé à La Buisnière (1988-1989) (Pisé) ©AL. Antoine et E. Carnevale

6. Deux bâtiments de service pour l'Aire de repos de la «Plaine du Forez», autoroute A72 (Pisé) ©ABITERRE

7. Lotissement de 8 maisons à Romillé (1991) (Pisé) ©AL. Antoine et E. Carnevale



7.

8. Maison individuelle de Maryvonne Rigourd à Acigné (1991) (bauge préfabriquée) ©CRAterre

9. Fatsa, maison d'habitation privée en Pays de Forcalquier (1992) (BTC) ©Florence Dominique et Didier Hubert

10. Cafétéria des Editions Terre Vivante (1993) (BTC) ©AL. Antoine et E. Carnevale



10.

11. Salle des fêtes de Fareins (1994) (Pisé) ©CAUE de l'Ain, Joël Orlandi (TAO Architectes)

12. Le panier fermier à Saint-Rambert d'Albon (1994) (Pisé) ©CRAterre



2.



3.



5.



6.



8.



9.



11.



12.

UN SECTEUR D'ACTIVITÉ EN DEVENIR, ENTRE OBSTACLES ET FORCE DE PROPOSITION

« Laurent Beaugiraud, responsable du service maîtrise des charges à l'OPAC 38, pointe du doigt la responsabilité des pouvoirs publics, qui « ne se sont pas mobilisés pour suivre l'opération, tirer les bilans et s'engager dans sa diffusion ». Les coûts liés à la construction en terre n'ont pas paru compatibles avec l'économie des programmes de logements sociaux : alors que l'image de la qualité technique d'un matériau vient entre autres de la capacité à le mettre en œuvre, les architectes et les entreprises compétentes restent encore trop peu nombreux.⁷⁵»

UN SECTEUR D'ACTIVITÉ LIÉ À UNE ÉCONOMIE GLOBALE ET À DES SENSIBILITÉS ENVIRONNEMENTALES

Suite à l'inventaire de l'étude Terres Contemporaines de 1976 à 2015, il a été recensé en France 257 opérations réalisées. Des conclusions sont à tirer par rapport aux facteurs déclencheurs et bloquants de la production architecturale neuve en terre crue française.

La moyenne d'opérations construites par an est de 6,5 depuis 1976. À titre de comparaison, sur la France Métropolitaine, une moyenne de 79 195 000 m² est construite depuis la même année, tous programmes confondus, soit l'équivalent de 1 055 333 logements de 75 m². La filière terre crue reste minoritaire sur le secteur d'activité du bâtiment, néanmoins seize nouveaux bâtiments, à notre connaissance, sont en cours de conception ou de réalisation sur le territoire pour les trois prochaines années.

Suite à notre travail de documentation et d'analyse d'entretiens des acteurs, nous avons dégagé trois facteurs influençant la production de construction neuve en terre crue en France. Le premier facteur est l'influence du prix du baril de pétrole sur le secteur du bâtiment. Si nous juxtaposons les courbes du nombre de mètres carrés construits en France métropolitaine⁷⁶, du nombre d'opérations en terre crue réalisées par an et la variation prix du baril de pétrole indice WIT⁷⁷, leur lecture est intéressante. Il faut lire les courbes concernant la construction avec un décalage de deux ans par rapport à l'indice annuel du prix du pétrole (pondérer le temps moyen écoulé entre la commande et la réalisation de l'opération).

Plus le prix du baril de pétrole est fort, plus le marché du bâtiment ralentit. Ce qui n'est pas le cas de la filière terre crue. Deux pics d'activités se dessinent sur la figure 6, l'un en 1985-1986 et l'autre en 2014 quand le prix du baril de pétrole est haut. Lorsque le prix du baril est bas, notamment entre 1987-1991, vers la fin des années 90 et 2003, la tendance est en baisse pour la terre crue. La hausse du prix du baril de pétrole a une réelle incidence sur le coût des matériaux de construction qui sont dépendants de cette source d'énergie, soit pour leur production (industrie lourde), soit pour leur transport. Cette cause amène en général les professionnels et

75. LEFEVRE Pierre «Retour d'expérience : Le Domaine de la Terre » revue Ecologik n°12, p. 72

76. Sources statistiques du nombre de mètres carrés construits en France métropolitaines de 1970 à 2015 transmises directement par le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer

77. ARTUS Patrick, D'AUTUME Antoine, CHALMIN Philippe, CHEVALIER Jean-Marie, *Les effets d'un prix du pétrole élevé et volatil*, Rapport, Paris, Conseil d'Analyse Economique, 2010, p.12. Les données proviennent du graphique « Prix du pétrole brut, Prix WTI en dollars », dont la source est EIA, US Department of Energy.

Fig 5
 Courbe de l'évolution de la construction neuve de 1973 à 2015 en France métropolitaine
 Source statistique directement transmises par le Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer
 © Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

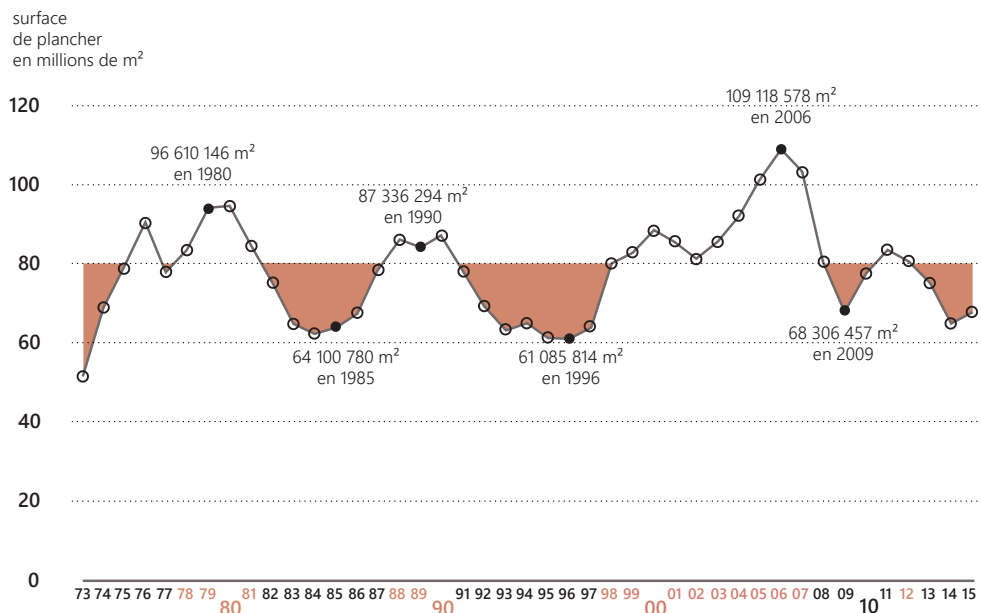


Fig 6
 Courbe de l'évolution du prix du baril brut WTI en dollar depuis 1973.
 Source EIA, US Department of Energy.
 © Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

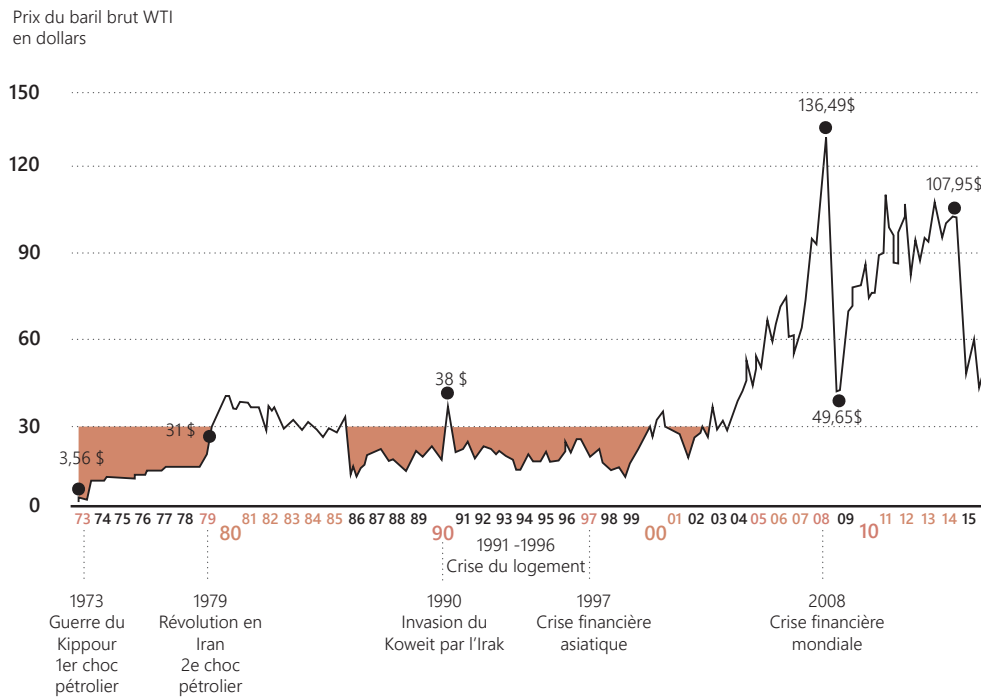
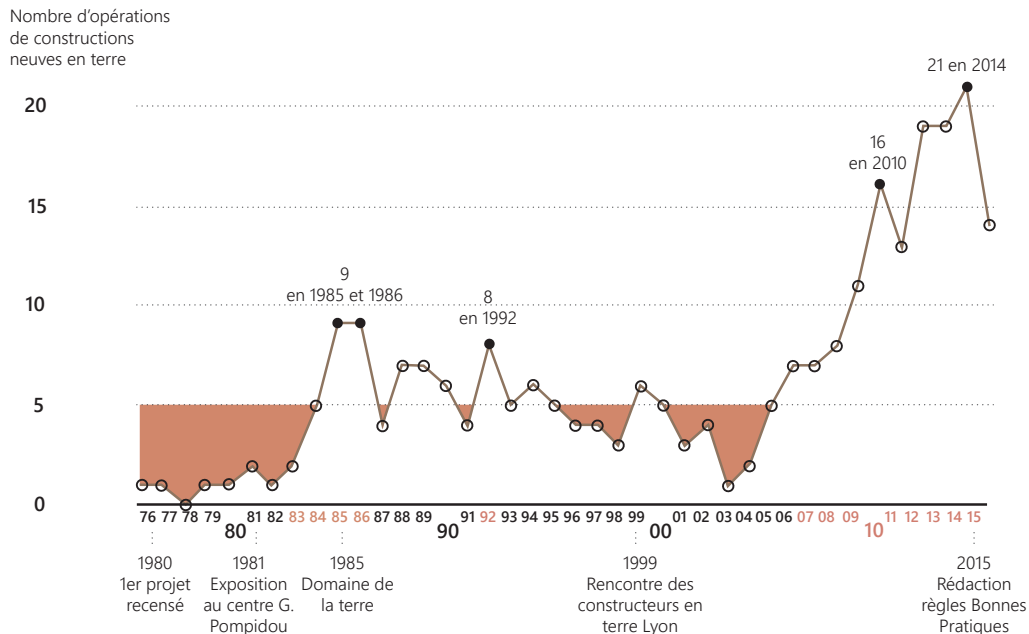


Fig 7
 Courbe de l'évolution de la construction neuve en terre crue en France métropolitaine entre 1976 et 2015
 © Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale



le public à se questionner et se tourner vers les matériaux locaux.

Le deuxième facteur est l'impact des crises économiques sur le secteur du Bâtiment et de la Construction. La première crise du bâtiment de 1991 à 1996 est liée à un ralentissement de l'économie en Europe. « La crise du secteur du bâtiment, qui s'est prolongée jusqu'au printemps de l'année 1994, est essentiellement une crise de la construction neuve.⁷⁸ ». Le fléchissement de la production d'ouvrages neufs avec le matériau terre est visible. Mary Jamin⁷⁹, maçonne et co-fondatrice de l'entreprise Inventerre, confirme cette tendance en l'illustrant par la fermeture de plusieurs briqueteries en région Midi-Pyrénées à cette époque.

La seconde crise du bâtiment en 2008 a été brutale et «sans précédent depuis trente ans, selon la Fédération des promoteurs-constructeurs (FPC). En 2008, les ventes de logements neufs (79 400) ont en effet reculé de 37,6 %, selon les chiffres du ministère de l'Écologie parus hier. Plus sévèrement encore qu'au cours de la crise immobilière des années 1990. En 2008, les mises en chantier et permis de construire ont par ailleurs chuté d'environ 20 % par rapport à l'année précédente.»⁸⁰Cette récession a, quant à elle, eu un impact sur le réemploi des matériaux biosourcés et naturels locaux. La terre crue fait partie de cette tendance. Sur le graphique XX, la production est en augmentation à partir de 2009, en passant la barre des 15 ouvrages.

Le troisième facteur est l'influence des politiques consécutives mises en place sur la période d'étude de la filière terre crue. La fluctuation de sa production est assujettie à l'engagement de l'état pour son développement. Par exemple, beaucoup d'opérations immobilières ont été menées par des bailleurs sociaux ou bien ont été soutenues par des Institutions (Conseil régional, départemental, ...) comme le quartier du Domaine de la Terre, les 8 maisons individuelles à Romillé, la maison du PNR du Cotentin et Bessin, le bâtiment de service de proximité à Marsac en Livradois, le gîte d'étape à La Buisnière.

Mais la considération de l'Etat français pour le développement de la filière terre crue est en pointillée. Depuis 40 ans, l'image du matériau oscille entre technique ancestrale et technique expérimentale. Il n'a jamais eu le statut de matériau conventionnel pour la construction. Est-ce que son ascension est limitée à cause du lobbying d'autres filières ou bien est-il mal-aimé, car mal compris, mal cerné ? Quoi qu'il en soit, après 1985, l'intérêt de l'Etat pour le développement de la filière terre crue s'est abrégé.

En mai 2007, le Ministère de l'Ecologie ré-ouvre le débat sur la transition énergétique et le développement durable pour la construction lors de l'annonce du Grenelle Environnement sous le gouvernement de Nicolas Sarkozy. L'affirmation de son engagement sera actée par l'adoption de la loi Grenelle I en 2009, puis celle du Grenelle II en 2010. Pour le secteur du Bâtiment, l'action de cette loi est de diminuer les gaz à effets de serre et l'empreinte écologique

78. CHERVY William, sénateur, *Projet de loi de finance pour 1996 : logement*, p. 4

79. Entretien de Mary JAMIN, Francarville, 19 avril 2016

80. LETSCHNER Keren, « Le secteur du bâtiment accuse le choc de la crise », journal Le Figaro-Immobilier, article du 25 février 2009

liée à sa production et d'augmenter les performances énergétiques des constructions neuves et existantes pour moins consommer. « En mars 2010, la filière des matériaux biosourcés a été identifiée, par le Commissariat général au développement durable (CGDD), comme l'une des 18 filières vertes ayant un potentiel de développement économique élevé pour l'avenir, notamment en raison de son rôle pour diminuer notre consommation de matières premières d'origine fossile, limiter les émissions de gaz à effet de serre et créer de nouvelles filières économiques (cf. « Les filières industrielles stratégiques de l'économie verte »).⁸¹» Les institutions parlent ainsi de performance et de transition énergétiques, de cycle de vie du matériau, de matériaux provenant de filière locale et en circuit court générant une économie et de l'emploi, de développement et de plan d'action pour dynamiser les filières locales, dont celle de la terre crue.

Pour exemple, selon Eric Toppan, de la Fédération Française des Forêts privées, et Cécile Richard, secrétaire générale de l'Union de Métiers du Bois à la Fédération Française du Bâtiment, en charge de l'enquête nationale construction bois, une croissance soutenue de la filière bois est visible à partir de 2000. En 2014, rien que pour l'habitat (extension, individuel et collectif), 28 945 opérations ont été réalisées en bois.⁸² Pour la filière paille, Coralie Garcia représentante du Réseau Français de la Construction Paille (RFCP) et Noé Solsona, gérant de l'entreprise Calyclay et formateur pour le RFCP, parlent d'un lancement significatif de la construction paille à partir de 2005, plus de 600 bâtiments neufs ont été recensés sur le territoire par l'association Empreinte en début 2010. En région Rhône-Alpes, 380 bâtiments en paille sont recensés jusqu'en 2015.

En 2012, la Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP) et le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (MEDDE) organise un groupe de travail d'une trentaine de membres: entreprises, laboratoires, centre technique, producteurs, maîtres d'œuvres, syndicats professionnels pour définir les obstacles du développement de la filière terre crue et des plans d'actions. A l'issue de ces 6 réunions sont ressorties, en janvier 2013, des stratégies, un rapport final et l'initiative de produire, à partir de 2015, un guide de bonnes pratiques pour les six techniques constructives : Pisé, Bauge, Brique de terre, Torchis, Terres allégées, Enduits.⁸³

Nous voyons que la corrélation entre crise économique et énergétique sont liées à la (re)considération de nos pratiques vis-à-vis de l'environnement. Le soutien et la prise en compte du gouvernement pour les filières d'éco-matériaux est un réel levier, mais suffit-il à la pérenniser dans le temps ?

81.Extrait de l'article « produits de construction et matériaux biosourcés » sur le site web du Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la mer, <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Produits-de-construction-et.html>

82.Cellule économique de Bretagne, Enquête nationale de la construction bois 2014, octobre 2015, consultation juillet 2016, source internet : <http://franceboisforet.com/enquete-nationale-de-la-construction-bois-activite-2014/>

83.Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Produits-de-construction-et.html>, consultation le 27 juillet 2016

UNE FILIÈRE EN MAL DE CADRE ET D'UNITÉ

Le mémoire d'Elvire Leylavergne (2012) sur les enjeux, les freins et les perspectives de la filière terre crue, le rapport final sur les obstacles au développement de la construction en terre crue rédigé par l'Association Nationale des professionnels de la terre crue (2013) et le retour d'expériences des professionnels rencontrés lors du Tour de France (2016) sont des sources nous permettant de comprendre le contexte actuel de la filière terre crue en France.

LES FREINS AU DÉVELOPPEMENT DE LA CONSTRUCTION EN TERRE CRUE

Tout d'abord, il faut considérer les freins majeurs indiqués par la recherche sur la filière terre d'Elvire Leylavergne : nombre limité d'artisans formés, absence d'une méthode de calcul des structures et de documents normatifs qui engendrent des difficultés pour assurer les ouvrages. À cela, il faut ajouter l'image négative de la terre crue, le facteur économique et les délais d'exécution contraignants.

Plusieurs obstacles ont été relevés dans ces différentes études et lors des entretiens que nous avons menés auprès des professionnels. Nous avons classé les freins en cinq catégories : Cadre réglementaire et référentiel, économie, capitalisation des savoirs, réseau des professionnels et communication et formation des professionnels.

Cadre réglementaire et référentiel

- > Absence de réglementation (normes, règles de l'art, ...),
- > Absence de méthode de calcul pour la construction en terre crue (structure, sismique, hygro-thermique, ACV,...)
- > Non-prise en compte des propriétés du matériau dans la réglementation thermique en vigueur,
- > Peu de prise en compte du matériau terre crue par les outils institutionnels de gestion territoriale telle que le Plan Local d'Urbanisme (PLU), Plan de Paysage, Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT), ...
- > Difficulté d'assurer les ouvrages en terre crue pour les professionnels, peu de décennales « ouvrage terre crue » sont accordées par les assurances,

Economie

- > Coûts plus important que le secteur conventionnel car le besoin de main d'œuvre est plus important,
- > Problème pour chiffrer le lot terre, car il n'y a pas de référentiel de prix
- > Demande d'Atex type B par les bureaux de Contrôle pour s'assurer et assurer l'ouvrage,

Capitalisation des savoirs

- > Absence de capitalisation de la recherche sur le comportement du matériau terre crue et de communication des études réalisées ou en cours,

- > Absence de modalité de caractérisation de matériaux, produits ou éléments d'ouvrage pour la conception et sur le chantier,
- > Absence d'un référentiel d'ouvrages réalisés pouvant servir de base argumentaire pour les professionnels, de données culturelles, de fiches opérationnelles et de références techniques

Réseau des professionnels et communication

- > Problème de rassemblement et d'entente entre les associations de professionnels de la terre crue pour mutualiser les outils, les savoirs, les idées et une force décisionnaire pour mener des plans d'actions à l'échelle nationale,
- > Peu de visibilité du réseau filière terre crue sur le marché du Bâtiment, peu de communication des réseaux des professionnels vers le public,
- > Faible coordination interprofessionnelle pour mettre en place des stratégies de développement et d'actions,
- > Difficulté de trouver la ressource et de connaître les lieux d'approvisionnement en terre de construction. La filière d'approvisionnement a une organisation disparate et difficile à localiser,
- > Peu de professionnels « sachant » sur ce secteur d'activité et difficulté pour les « nouveaux entrants » d'accéder aux informations sur le matériau terre crue et les techniques de mise en œuvre.

Formation

- > Manque un cadre formel de formation d'étudiants dans les Ecoles d'Architecture, d'Ingénierie et de formations de professionnels du Bâtiments,
- > Ces obstacles mettent à mal ce secteur d'activités qui restreint l'offre et le contraint à rester un marché de niche. Les conséquences des blocages de la production architecturale en terre crue seront seulement analysées par rapport à l'exercice de la maîtrise d'œuvre.

UN MANQUE DE RÉGLEMENTATION POUR LA CONSTRUCTION EN TERRE CRUE

Christof Ziegert, ingénieur et un des auteurs des règles professionnelles allemandes, résumait très bien la situation dans laquelle se trouve la filière terre crue en Europe lors du 12e Congrès mondial de l'architecture en terre crue à Lyon en juillet 2016.

Nous sommes « face à un secteur d'activités (le Bâtiment) sur-réglementé et à une filière terre crue sous-réglementée »

Cristof Ziegert

Les nouvelles réglementations thermiques et sismiques en France demandent des calculs en partie non validés pour la construction en terre crue. « En effet, en l'absence de règles

adaptées et validées par le Ministère, il y a de fait une interdiction de construire, car le domaine du sismique est un domaine réglementé».⁸⁴

Aujourd'hui, les seuls textes normatifs sur lesquels les professionnels peuvent s'appuyer pour construire en terre crue sont :

La norme matériau XP P13-901 d'octobre 2001, Blocs de terre comprimés pour murs et cloisons ;

- > La règle professionnelle Enduit sur support terre crue et non sur les autres type de support (2012) ;
- > L'Eurocode 6 pour la méthode de calcul des ouvrages en maçonnerie armé et non armé non spécifique à la terre crue (1996) ;
- > Les textes de Normes étrangères comme les règles professionnelles allemandes sur la construction en terre crue traduites en français (2013) ;
- > Le Traité de construction en terre (1ère édition en 1989)⁸⁵

Au final, cette carence de normes pour construire en terre crue ne répond plus au cadre réglementaire exigé. La rareté des textes ne couvre pas toute la variété des techniques de mise en œuvre applicables, ne permet pas d'assurer les ouvrages en terre crue et ne définit pas « la géométrie du matériau et au comportement de ses structures. On connaît les raisons de ces lacunes : des variations importantes dans la composition de la terre et dans les pratiques de construction à travers le monde, des difficultés de calcul des unités de construction ainsi que des propriétés structurelles des maçonneries et du mortier [...] il est aujourd'hui dans les faits pratiquement impossible de construire en terre, particulièrement quand il s'agit de soutenir des charges importantes.»⁸⁶ Ce contexte accroît les difficultés pour construire un ouvrage en terre et l'assurer, notamment dans le cas du marché public. Ce qui engendre régulièrement des plus-values à terme sur l'enveloppe globale budgétaire du projet.

La question de l'assurabilité des concepteurs, des entreprises et des ouvrages en terre crue est cruciale. Le manque de cadre réglementaire de la construction terre crue se traduit par des complications pour obtenir un contrat d'assurance pour les professionnels ou bien par des demandes de dossiers techniques complémentaires conséquents pour justifier de l'ouvrage.

« Après 7 ans de pratique, l'assureur nous a apposé l'alinéa "terre crue" sur notre contrat grâce à nos références réalisées. Les ouvrages sans décennales dans le privé ont servi de référence, cela prouve bien qu'on croit au matériau.»⁸⁷

L'ATex est un recours souvent utilisé par le Bureau de Contrôle pour que le bâtiment soit assurable et s'assurer lui-même face à la démarche expérimentale que représente un ouvrage en terre crue, (bien qu'il utilise des techniques traditionnelles). Le projet du Centre

84. ASTERRE, *Rapport Final : obstacles au développement de la construction en terre crue en France*, Annexe 3, p.14

85. GUILLAUD Hubert, HOUBEN Hugo, *Traité de construction en terre*, Editions Parenthèses, 2006 (3e édition)

86. KATAVOUTAS Konstantinos, *Comparer les directives nationales de la construction terre*, Acte du Colloque Européen de Marseille, p.45-47

87. Entretien de Frédéric et Sébastien BON, Maçons et co-gérant de la SARL Frères Bon, Carantan-les-Marais, 29 avril 2016

d'Interprétation du Patrimoine Archéologique (CIPA) « La Villa » à Dehlingen⁸⁸ a été soumis à un ATEX de type B sur la construction du double mur en pisé avec isolation intérieure en liège. La préparation de cet avis demande du temps, engage des sommes importantes et peut avoir un impact négatif sur l'aboutissement du projet allant de la substitution du lot terre dans l'offre par un autre matériau normé à l'arrêt net du projet. Pour le CIPA, le temps d'études estimé normalement à 14 mois a duré au final 40 mois.

« Le maître d'ouvrage a choisi notre projet malgré un certain nombre d'avertissements qui le prévenait que ça ne serait pas facile. Et effectivement, ça n'a pas été facile, car il n'y a pas de règle professionnelle, pas d'assurance, donc pas de construction possible. Nous sommes sur un bâtiment public, un ouvrage en terre porteur sur 3 niveaux. »⁸⁹

Louis Piccon

« Le projet avait un petit handicap. On avait missionné un bureau de contrôle dès la phase Esquisse. On lui avait demandé d'analyser les plans, et il nous a tout de suite dit que le projet devra passer par un ATEX pour pouvoir le mener à terme. Je pense que le bureau de contrôle s'imaginait qu'on allait laisser tomber le projet là. Pas du tout. Par confiance dans le matériau, nous nous sommes lancés dans ce projet. [...] Ca a été un projet long pour les architectes. L'ATEX demande beaucoup d'études. Nous avons été cobayes volontaires.⁹⁰ »

D'autre part, la maîtrise d'ouvrage du CIPA de Dehlingen souhaitait un bâtiment basse Consommation (BBC). La réglementation thermique 2012, en vigueur à l'époque de l'opération, ne prend pas en compte dans ses calculs les propriétés d'inertie latente et le déphasage du mur en pisé. Les murs Est et Ouest ont été isolés avec du liège en vrac imputrescible et le mur Sud, quant à lui, est un mur accumulateur séparé de l'extérieur par une lame d'air et un vitrage toute hauteur. L'architecte se pose la question de la réelle pertinence d'isoler le bâtiment sur toutes ses façades et de ne pas profiter des propriétés naturelles du pisé. Cette non-prise en compte du comportement du matériau terre crue par la RT 2012 a empêché

88. Ce projet a été réalisé en 2014 à Dehlingen à l'initiative de la Communauté des Communes pour mettre en valeur les résultats des fouilles de la ville Gallo-Romaine. Il se situe en cœur de village dans une maison du 17^e siècle réhabilitée après un incendie et comprend une extension contemporaine. Deux carrés en un volume, un la maison existante et le second l'écrin en pisé toute hauteur recouvert d'une toiture en lattis de bois à deux pans. Maîtrise d'ouvrage : Communauté des communes d'Alsace Bossue ; Equipe Maîtrise d'œuvre du CIPA : Louis Piccon, Nunc Architecture (architecte), BET béton : SIB / BET bois : BWG / Consultant pisé : Ali Mesbah / BET fluides : Ruble, Nicli et associés / BET économie : les économistes ; Entreprises lot terre : SCOP Caracol et Entreprise Gargano

89. Entretien de Louis PICCON, architecte, Dehlingen, 13 mai 2016

90. Entretien d'Emmanuelle Thomann, archéologue et directrice du CIPA, Dehlingen, 13 mai 2016

plusieurs projets neufs de sortir de terre, a généré des surcoûts et a complexifié certains détails techniques pour pallier à cette carence.

L'ATex de type B est une procédure spécifique au bâtiment concerné. Les résultats, les travaux et la description de l'ouvrage ne sont pas capitalisés par la suite pour servir à d'autres opérations. Le laboratoire CRAterre est en train de rédiger un ATex de type A sur le pisé pour pallier à ce frein coûteux et chronophage, dans l'attente des règles professionnelles.

Les professionnels du Bâtiment sont demandeurs :

- > de textes officiels sur la mise en œuvre de la terre crue pour le Patrimoine et la construction neuve,
- > de référentiels techniques sur les propriétés et la caractérisation des matériaux,
- > « d'une reconnaissance des savoir-faire et la nécessité d'établir un projet commun, partagé par les acteurs de la filière.»⁹¹

En 2015, les réseaux régionaux et nationaux des professionnels de la terre crue ont débuté la rédaction des règles de Bonnes Pratiques. Elles servent à rendre compte des pratiques existantes, de références et de base pour l'assurabilité des ouvrages en terre crue. La rédaction des guides de Bonnes Pratiques est divisée par technique et est piloté par une association de professionnels de la filière terre crue qui développe la technique : le pisé par l'association TERA (Rhône-Alpes), la bauge par le collectif des Terreux Armoricains (Bretagne), la brique de terre par l'association Atouterre (Midi-Pyrénées), le torchis par les associations ARPE BN et du torchis avec réseau du 62 (Nord-Pas-de-Calais), la terre allégée par l'association Terre-Paille (nationale), les enduits terre par l'ASTERRE (nationale). Cependant les règles de Bonnes Pratiques n'ont pas le même statut de garantie auprès des assurances et des Institutions que les Règles Professionnelles. Elles ne remplacent pas des textes référentiels techniques, toutefois elles œuvrent à la sauvegarde et à la transmission des savoir-faire. Les Règles Professionnelles sont le stade suivant, très attendus par un nombre croissant des professionnels tout corps d'état. Cependant la production d'un tel document ne fait pas l'unanimité dans les réseaux de la filière terre crue.

UNE CAPITALISATION DES FAIRE-SAVOIR ET DES SAVOIR-FAIRE QUASI INEXISTANTE

Il est très difficile aujourd'hui de trouver des études ou bien des ouvrages sur le matériau terre. Pourtant, selon la chronologie de Jean Dethier, dans son ouvrage, Architectures de terre, Atouts et enjeux d'un matériau de construction méconnu⁹², la Recherche et le Développement sur le matériau terre crue a été continue lors du XXe siècle, de sa caractérisation à l'expérimentation en passant par la réalisation d'opérations de grandes envergures menées par des chercheurs et des professionnels français en Afrique et en Amérique Latine.

91. LEYLAVERGNE Elvire, La filière terre crue en France, p.65

92. DETHIER Jean, Architecture de terre, p. 51-55. Ce chapitre est nommé « 1936-1986 : Chronologie des Actions menées en France en faveur des Architectures de Terre [...] une évocation des événements qui se sont déroulés soit en France, soit à l'étranger avec la participation d'acteurs français.

De même, ces quarante dernières années ont vu fleurir des études techniques en France par l'ENTPE de Lyon, par le laboratoire CRAterre de Grenoble, l'INSA de Rennes, l'INSA de Toulouse, le CSTB, etc. Ces études rassemblent un corpus de thèmes dont des méthodes de calcul de structure, des essais de chantier et d'évaluation environnementale des techniques, de caractéristiques mécaniques et hygrothermique du matériau terre et de stabilisation de la terre.⁹³ Cependant « on voit que des actions de recherches actuelles recommencent des études qui ont été réalisées il y a plus de 20 ans ! Bien entendu, les études « anciennes » ne sont pas complètes et certains thèmes demandent à être fortement développés. Il manque une mise en commun claire, complète et accessible, des études scientifiques et techniques déjà réalisées ou en cours pour éviter de perdre du temps à les rechercher, voir à les refaire. »⁹⁴

Les études restent isolées, toutefois elles sont nombreuses. Cependant les méthodes de recherche et les protocoles ne sont pas équivalents. Comment faire le tri de cette masse de données ? Le milieu de la recherche ne partage pas suffisamment ces résultats vers l'extérieur. La non capitalisation des données a un réel impact sur le développement de la filière terre crue, sachant que celle-ci a peu de moyens pour investir dans la Recherche et le Développement.

Cette conclusion se répète également à l'échelle culturelle. Qui connaît un bâtiment ancien ou contemporain en terre crue dans sa région ? Qui sait faire la différence entre du pisé et de la bauge ou bien entre une brique de terre crue et cuite ? Qui connaît les techniques de mise en œuvre en terre crue ? Plusieurs inventaires régionaux sur le patrimoine en architecture en terre crue ont été menés sur l'ensemble du territoire, comme le projet Terra Incognita ou bien le projet en cours de CRAterre sur la mise en valeur du pisé en région Rhône-Alpes. Aucune synthèse approfondie de ces recensements n'a été produite à l'échelle de la France, pour donner l'idée de l'importance de ce patrimoine.

Le manque de communication culturelle, scientifique et technique sur l'architecture en terre crue est un frein pour le développement de la filière, qui reste un marché de niche. Cette tendance alimente les incompréhensions, la méconnaissance des possibilités constructives et les erreurs des professionnels du bâtiment pour réaliser un ouvrage en terre crue. De même, les Institutions publiques oublient de prendre en considération ce matériau dans les textes législatifs et les outils de gestion du territoire. La capitalisation des faire-savoir et des savoir-faire devrait offrir des outils de références pour tous. Elle éviterait la répétition des démarches.

Néanmoins, heureusement, la demande est croissante au niveau national et démontre un intérêt grandissant pour les potentiels du matériau dans la construction. Pour Myriam Olivier, ingénieur au CETE, « il y a deux cas de figure, d'une part les constructeurs qui pratiquent la terre crue depuis plusieurs années, qui savent travailler le matériau et qui souhaitent avant

93. Voir la synthèse bibliographique scientifique du programme C2D2, Béton d'Argile Environnementale (B.A.E), *Livrable 1 : Caractéristiques mécaniques, thermiques et hygrométriques du matériau terre crue : bilan de la littérature* p.93, http://CRAterre.org/data/download/c2d2_beton_argile_environnemental_final.pdf, consulté le 6 septembre 2016

94. ASTERRE, *Rapport Final : obstacles au développement de la construction en terre crue en France, Annexe 6, Fiches Obstacles*, p.87

tout de communiquer sur leur pratique et d'autre part « les nouveaux entrants » qui ont besoin de règles de l'art et de formations pour pratiquer dans de bonnes conditions. Dans les deux cas, il y a une attente concernant la compréhension des phénomènes (comportement des matériaux, paramètres thermiques, ...). De façon générale, il est important, pour toutes les techniques, de faire connaître aux différents acteurs de la construction et au client final, l'intérêt des techniques constructives terre crue et pourquoi elles fonctionnent.»⁹⁵

Aujourd'hui, il faut également capitaliser les données du terrain, en d'autres termes, tirer les conclusions des ouvrages déjà réalisés et des démarches mises en place pour la programmation, la conception, le chantier et l'entretien d'un bâtiment construit avec de la terre crue. Cette stratégie permet d'accumuler des données réelles sur le comportement du bâtiment, sur ses pathologies liées notamment à l'humidité, sur le confort thermique perçu, un référentiel sur lequel s'appuyer et des cas d'école pour les professionnels.

Quelques bâtiments ont déjà servi de cas d'études. Des suivis du comportement du matériau terre crue, de la migration de l'eau dans les murs, des variations de températures intérieures par rapport aux températures extérieures ont été réalisés à l'aide de sondes et de monitoring : le CIPA de Dehlingen, le bâtiment de logement collectif Salvatierra à Rennes, la maison de santé à Badonviller, ainsi qu'une maison en terre-paille à Carla-Bayle. Les résultats n'ont pas été encore diffusés, sauf les analyses de la maison de Saint-Antoine l'Abbaye en Isère, publiés par l'ENTPE.⁹⁶

UNE FILIÈRE PEU VISIBLE

Les acteurs interrogés lors du Tour de France qui utilisaient pour la première fois la terre crue dans leur projet nous ont fait part de la difficulté de trouver des entreprises spécialisées.

Jean-Yves Barrier, architecte qui a conçu le bâtiment de logements collectifs Salvatierra en 2002, nous racontait son envie de répéter une opération équivalente. «J'ai beaucoup regretté car je n'ai pas retrouvé une entreprise qui était capable de refaire un projet de ce type. Je n'ai plus reconstruit en terre depuis Salvatierra.»⁹⁷ Selon l'architecte, l'entreprise Guillorel était trop artisanale pour pouvoir tenir la cadence de préfabrication de bloc et aucune autre n'était capable de répondre à cette demande.

Certes, pour les petites entreprises qui composent la filière terre crue, des TPE de 1 à 10 salariés maximum, il est difficile de répondre au marché public et à des projets de grande envergure. D'autre part, la demande est trop limitée et discontinue en ce moment pour appuyer la création d'entreprises plus grandes. C'est un cercle vicieux.

95. ASTERRE, *Rapport Final : obstacles au développement de la construction en terre crue en France*, Annexe 3, p.33

96. Voir article HEITZ Philippe, MOREL Jean-Claude, FABBRI Antonin, SOUDANI Lucile, CHAMPIRE Florient, MEUNIER Nicolas, *L'isolation du pisé : pertinence et principes*

97. Entretien de Jean-Yves Barrier, architecte, Tours, 9 mai 2016

Néanmoins le facteur le plus notable est l'insuffisance de communication et de visibilité, car le réseau existe.

La filière terre crue est sectorisée par région et par laboratoire de recherche. L'association nationale ASTERRE ne fédère pas, pour l'instant, les réseaux régionaux. De surcroît, les relations interprofessionnelles et les échanges entre les acteurs sont très irréguliers et peu soutenus. La visibilité depuis l'extérieur n'est pas immédiate et reflète un secteur d'activité éclaté, peu organisé et isolé. Ce constat freine considérablement la concrétisation de projets communs pour développer le marché et complique sa compréhension pour un interlocuteur extérieur.

« La déconnexion entre les acteurs empêche une approche transversale. Au final cette situation fragilise un « lobbying terreux». »⁹⁸

Elvire Leylavergne

Par exemple, il n'existe pas d'annuaire des professionnels à l'échelle nationale regroupant les annuaires régionaux : chaque association locale a son propre recensement d'artisans, où d'autre part, tous les corps de métiers ne sont pas représentés, ni les points d'approvisionnement, ni les fournisseurs de matériaux.

Une fédération des réseaux régionaux à une échelle nationale offrirait des outils de communication mutualisés, des référentiels pour tous, des moyens de négocier lors de commissions sur les normes des matériaux et d'établir une relation directe entre l'Etat et les réseaux régionaux, comme le fait le Réseau de la construction paille RFCP. Le soutien financier de l'Etat et des entreprises pour un tel réseau est indiscutable. Finalement, la filière a tous les outils prêts. Il faudrait trouver des compromis. Celui de la rédaction des Règles de Bonnes Pratiques est un premier pas.

Le cloisonnement, la mésestimation et la non-communication des réseaux plongent la filière dans une production passive notamment pour la construction neuve, une peur que les multinationales de la construction s'approprient leur savoir, une paralysie et un anonymat.

Une communication à l'unisson et une interaction professionnelle débloqueraient la situation. Elle « fige ainsi la filière terre crue dans deux marchés de niche, l'éco-construction et le bâti ancien. Souvent issu d'un engagement écologique, elle ne dégage pas le potentiel d'emplois et de marchés dont elle est porteuse à l'échelle locale. Cet état entretient l'inadaptation des pratiques constructives et les surcoûts, freinant, au final le choix pour la terre crue. »⁹⁹

98. LEYLAVERGNE Elvire, *La filière terre crue en France*, p.91

99. LEYLAVERGNE Elvire, *La filière terre crue en France*, p.95

LA PRODUCTION ARCHITECTURALE CONTEMPORAINE EN TERRE CRUE : UNE EXPÉRIENCE SINGULIÈRE CHEZ LES ARCHITECTES ?

La synthèse des freins de la filière terre crue explique la tendance du rapport de l'architecte avec le matériau terre crue observé par notre étude : seulement 17 % des architectes recensés ont réalisé plus qu'un projet utilisant de la terre.

Nous n'analyserons pas ici l'activité et l'influence des artisans sur la production architecturale. Le mémoire d'Elvire Laleyvergne offre déjà des réponses très pertinentes sur les leviers et les freins de la filière et notre étude est plus orientée vers le rôle de l'architecte dans la production de la construction neuve en terre crue.

Quelques architectes sont spécialistes du matériau, et certains en font leur marque de fabrique et l'emploient dans la plupart de leur projet, comme l'agence ABITERE (Jacky Jeannet et Pascal Scarato), l'architecte Joseph Colzani. Ces architectes militants sont peu nombreux dans l'architecture contemporaine. Pour eux, la terre crue correspond à une éthique et à un engagement environnemental pour réduire l'empreinte écologique de la construction d'un bâtiment, se positionner à contre-courant de la société de consommation et être démonstratif socialement pour construire autrement. D'autre part, ils sont convaincus du potentiel du matériau pour le confort intérieur, l'économie du bâtiment, sa durabilité et son accessibilité.

« C'est un matériau extraordinaire. Je suis arrivé dans la terre, je n'y connaissais rien du tout. Et ce qui est intéressant, c'est que je n'arrête pas de découvrir, même au bout de 40 ans de pratique. Si nous avons fait tout ça (le Centre de la terre), c'est que nous avons la terre sous les pieds. Si j'avais dû acheter le matériau, je n'aurais jamais pu le faire. Quand on peut fabriquer ses propres matériaux, c'est extraordinaire. (...) Les matériaux nous rendent dépendant à l'industrie, hors la terre c'est le contraire. Et dans ma région (Midi-Pyrénées), il y a un patrimoine en terre, les bâtiments sont magnifiques. On sent la conscience architecturale. ¹⁰⁰ »

Par exemple, Joseph Colozani a conçu et fait réaliser plus de 40 projets en terre dans sa carrière et il continue d'exercer à l'âge de 73 ans avec son fils.

Depuis 2005, une génération d'architectes utilise la terre dans plusieurs de leurs projets, comme les agences Design et Architecture (38), NAMA Architecture (38), Caracol Architecture (38), Mil-lieux (54), Belenfant et Daubas (44), l'atelier Inextenso (30), Dauphins Architecture (33). Ils ont déjà réalisé au minimum trois bâtiments neufs et nous ont fait part de nouvelles commandes. Leur première expérience les a séduits. Dans leur cas, ils utilisent le matériau terre en complément d'autres matériaux, la paille, le bois, la terre cuite et le béton et magnifient son rendu. C'est une intéressante évolution de la posture de l'architecte « éco-responsable ». La terre est plus en rapport à d'autres matériaux, une tendance de mixité, sans doute beaucoup plus revendiquée aujourd'hui qu'auparavant.

100. Entretien de Joseph Colzani, architecte pionnier du renouveau de la terre, Lavalette, 20 avril 2016

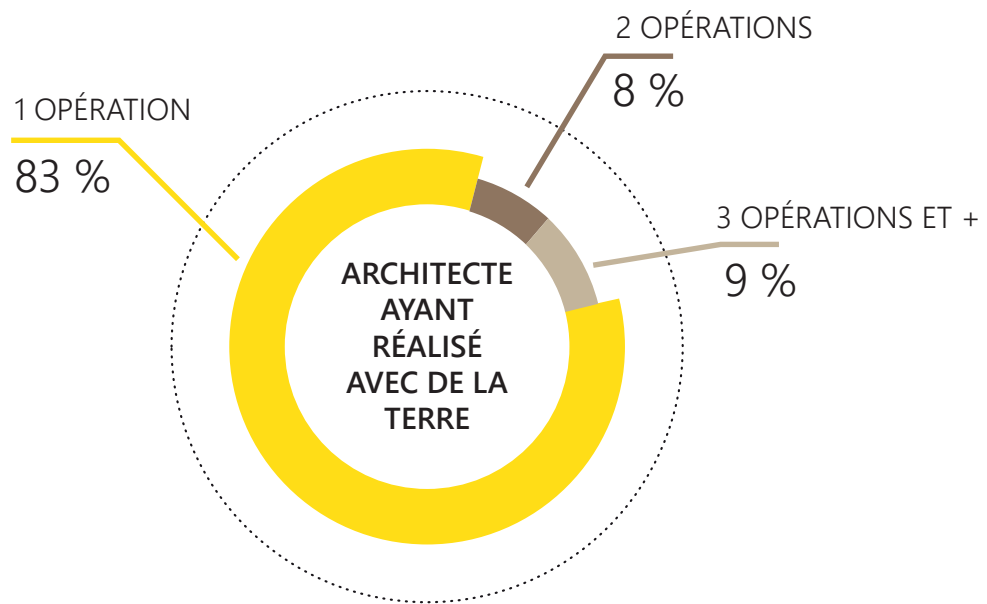


Fig 8
Proportion d'architectes ayant réalisés une ou plusieurs opérations avec de la terre crue.
© Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

« Notre credo, c'est de marier ces matières premières peu transformées. ¹⁰¹»

« Avec un matériau non standard, nous arrivons à faire des choses et cela attire l'attention des gens. C'était intéressant d'injecter nos expériences antérieures avec la terre (édicule, prototype, mission humanitaire) dans l'architecture contemporaine, en se disant que cela pouvait être une porte d'entrée et que des maître d'ouvrages pouvait avoir un intérêt comme nous pour l'aspect environnemental et pour les démarches participatives comme l'autofinition et l'autopromotion. J'ai fait pas mal d'archi pour les projets du CRAterre, prototype de démonstration, etc. L'idée était de faire ensuite plus grand et de faire bien avec la connaissance technique qu'on avait accumulé. Nous sommes capables de faire une architecture de terre contemporaine et de qualité. [...] L'agence NAMA est née pour faire de l'architecture, en se disant que nous pouvions faire aussi de l'architecture en terre contemporaine avec une démarche environnementale et des matériaux naturels en France.» ¹⁰²

Le cycle de vie et le potentiel du matériau les ont également convaincus. Cependant le militantisme politique des premières décennies est plus nuancé pour cette génération. Leur rôle de « spécialistes » de la terre crue leur permet d'avoir de multiples casquettes, de pouvoir diffuser leur expérience et de mettre à profit cette compétence : expertise judiciaire sur le patrimoine en terre crue, assistance à maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre, formation, recherche,

101. Entretien de Cristian OCHOA, architecte associé chez Caracol Architecture, Sassenage, 6 avril 2016

102. Entretien Arnaud MISSE, architecte associé de l'agence NAMA, Villefontaine, 26 mai 2016

enseignement en architecture ou design.

« Une enquête sur l'adaptation de la formation des architectes au temps du développement durable a été réalisée auprès d'une centaine d'architectes exerçant en cabinet et fortement engagés dans des pratiques écoresponsables. Elle s'est intéressée aux activités et compétences spécifiques développées par ces architectes, à leurs parcours d'acquisition d'un profil « développement durable » [...]. L'enquête révèle des professionnels soucieux d'inclure l'amélioration énergétique des bâtiments dans une approche de qualité environnementale et architecturale. Certains se considèrent comme des précurseurs dont l'engagement a été insuffisamment compris et soutenu lors de leur formation initiale d'architecte. Les rencontres et échanges avec d'autres professionnels, les réalisations exemplaires dans lesquelles ils se sont investis, les retours d'expérimentation, les voyages d'études et séjours à l'étranger, les travaux réalisés en complément de leurs activités libérales, l'implication dans des associations de praticiens et citoyens ou dans des clusters du bâtiment ont amplement participé à l'affirmation de leur identité d'architecte écoresponsable.»¹⁰³

La majorité des architectes recensés, 83 %, n'ont réalisés qu'un seul projet en terre crue. Pourquoi ce « syndrome de l'enfant unique » pour cette profession ?

Le tour de France nous a permis de constater les raisons de cette tendance. Elles sont liées aux freins de la construction en terre crue, c'est à dire :

- > La problématique de l'assurabilité de l'ouvrage et des professionnels,
- > le manque de textes réglementaires pour justifier de l'ouvrage face à un bureau de contrôle pour le marché public, à l'assureur, à sa maîtrise d'ouvrage et son équipe de maîtrise d'œuvre,
- > le manque de connaissance sur le matériau et de référentiels,
- > les surcoûts qu'entraînent certaine technique dont le pisé très apprécié par les architectes,
- > la difficulté d'estimer le lot terre par manque de référentiel,
- > la carence d'entreprises compétentes et de grosses entreprises,
- > la peur de faire un lot infructueux lors de l'appel d'offre,
- > les délais d'exécution liés à la saisonnalité du matériau,
- > la gestion de planning qui se décale souvent dans le marché public et la construction terre n'est pas flexible dans ce cas,
- > une filière peu mécanisée et peu connue des autres corps d'état

Bien que la première expérience avec la terre crue fût enrichissante, le contexte opérationnel actuel est trop compliqué à gérer pour les maîtres d'œuvre, nous confient-ils.

103. Céreq, <http://www.cereq.fr/articles/COP-21/Le-developpement-durable-et-la-formation-des-architectes>, consultation le 6 septembre 2016

Un deuxième motif est le manque d'opportunités pour refaire un projet avec de la terre. Plusieurs architectes interrogés nous ont exprimé leur envie de réitérer l'expérience et continuent à proposer le matériau terre dans leurs projets dès que cela est possible.

Le troisième motif est l'intérêt ponctuel pour le matériau terre. Les architectes envisagent la terre comme un matériau commun avec des propriétés intéressantes. Ils l'utilisent uniquement car il répond à une culture constructive locale ou à une demande du client ou à une recherche de performance technique ou bien à une démarche conceptuelle. Boris Bouchet, concepteur du bâtiment de service de proximité à Marsac en Livradois, explique son ressenti par rapport à l'usage de la terre crue.

« Je ne suis pas un militant de la terre, mais un militant de l'architecture. »¹⁰⁴

Boris Bouchet

La terre, ici, répondait à une culture constructive locale et vernaculaire et a une logique territoriale. Le pisé est arrivé au début du projet par accident et non par la volonté de l'architecte. « Nous avons présenté une image [du projet à la maîtrise d'ouvrage] avec un socle brun, mais nous l'avions présenté comme une maçonnerie sans plus d'explications. »¹⁰⁵

En conclusion, les architectes s'intéressent de plus en plus au matériau terre crue et à ses propriétés, car l'éthique et le rôle de l'architecte sont en mutation. La dimension écologique et sociale dans le projet est petit à petit prise en compte dans la programmation, la conception et le suivi de chantier. Nous voyons fleurir des opérations avec concertation publique et chantier participatif, des projets d'auto-constructions suivis par des architectes, des réalisations de bâtiments écologiques et soutenables.

« Au début des années 2000, la participation dans le domaine de l'habitat occupe de nouveau les esprits. Le développement des éco-quartiers, la multiplication des discours sur le développement durable et la montée en puissance de la démocratie participative ne sont pas innocents à l'essaimage des projets d'habitat participatif ou coopératif. Les préoccupations écologistes, intégrant les dimensions sociales et économiques en sus de l'environnement, n'ont par ailleurs cessé de trouver une audience croissante, d'autant qu'elles ont pénétré la sphère politique. Les collectivités et les élus locaux se mobilisent et rivalisent d'imagination pour atteindre la gestion la plus « durable » possible de l'urbain. »¹⁰⁶

La terre peut vraiment prendre sa place dans ce changement pour construire autrement.

104. Entretien de Boris Bouchet, Clermont-Ferrand, 31 mai 2016

105. Entretien de Boris Bouchet, Clermont-Ferrand, 31 mai 2016

106. DEVAUX Camille, *Accompagner les projets d'habitat participatif et coopératif, Guide pour l'Union Sociale pour l'Habitat*, février 2011, p.21

UN SECOND RENOUVEAU DEPUIS 2008

A partir de 2009, selon le recensement Terres Contemporaines, une moyenne de 16 projets (au lieu de 6 sur l'ensemble de la période) est réalisée en France métropolitaine et en 2014 ont été construits 21 bâtiments, un pic inégalé sur ces quarante dernières années.

« En ce début de millénaire, face à l'ampleur de la crise à la fois écologique et économique, les architectes sont incités par les instances gouvernementales et institutionnelles – en France, par exemple, le Grenelle Environnement en 2007- à développer des positions considérées comme alternatives dans les années soixante-dix : développement durable, énergies renouvelables, participation des usagers. [...] Le slogan « Vivre léger sur terre » redevient plus d'actualité que jamais » ¹⁰⁷

Caroline Maniaque

Caroline Maniaque et Ariane Wilson, toutes deux historiennes de l'architecture, s'accordent à dire qu'il y a des similitudes évidentes entre le contexte et les actions des architectes des années soixante-dix et ceux des années deux mille. La société se retrouve face à de nouvelles contraintes économiques et écologiques liées à une dépendance aux ressources énergétiques. En 2008, le prix du baril s'est envolé jusqu'à 136,49 \$. C'est sa valeur la plus haute depuis 1973. Les Etats se mobilisent pour limiter la production de gaz à effets de serre et mettent en place des politiques pour réduire le gaspillage. Le secteur du bâtiment est amplement ciblé. Un retour à la sobriété s'est déclenché vers 2000.

Pour les professionnels du bâtiment, l'emploi du matériau terre crue répond à une démarche écologique et responsable envers l'environnement (ressource locale, régule naturellement l'humidité de l'air ou matériau à déphasage naturel, cycle de vie vertueux, matériau à intensité sociale, ...) et aussi une recherche esthétique.

L'influence sur l'architecture contemporaine en terre crue de l'architecture vernaculaire locale, comme des pays en voie de développement est à l'origine du premier renouveau. Les fondements du second renouveau sont davantage d'ordre esthétique, écologique et lié au confort. Arrivent ensuite la dimension sociale (formation, transmission sur le terrain, mise en valeur du savoir-faire et autonomie), créative et la flexibilité du matériau.

107. MANIAQUE Caroline, *Go West ! Des Architectes au pays de la Contre-Culture*, p.17

L'architecture contemporaine en terre crue réapparaît dans les revues spécialisées à la fin des années 2000 avec des exemples convaincants comme la maison de Martin Rauch à Schlins, le musée Nk'MIP à Osoyoos au Canada, La Catalina House ou la maison à Tucson conçues par Rick Joy dans le désert d'Arizona, etc. Les échantillons les plus diffusés de cette production sont construits en pisé. Ces photos ont alimenté l'imaginaire des architectes et ont touché leur sensibilité à la matérialité. Le pisé a été un réel levier du second renouveau.

Des architectes de renommée internationale se sont essayés à cette technique, comme Renzo Piano, Herzog et De Meuron, Wang Shu, David Chipperfield, Diener und Diener, Marte. Marte. Des actions de médiatisation de cette production architecturale et des manifestations apparaissent depuis une dizaine d'années pour la faire connaître aux professionnels et au grand public. Tout d'abord, des événements autour des éco-matériaux sont nés comme des salons, des foires, puis sont apparus le festival des Grains d'Isère à Villefontaine et les Assises Nationales de l'ASTERRE. Les colloques de scientifiques et de professionnels autour de l'écologie du bâtiment s'organisent et traitent des spécificités du matériau terre crue. L'intérêt des architectes pour le matériau et la production architecturale qui en découle « renouvelle(nt) l'image vernaculaire souvent associée aux constructions en terre¹⁰⁸ » à l'instar des actions de communication.

L'architecture contemporaine en terre crue a plusieurs tendances : le second renouveau n'est pas seulement le fruit des architectes. Les auto-constructeurs et les entreprises contribuent énormément au développement de cette production, et leur activisme a été constant durant ces quarante années. Le panorama des ouvrages recensés est varié et découle des profils des acteurs. Il y a des bâtiments au langage très contemporain avec des toitures plates et des lignes épurées, mais aussi des constructions pragmatiques, compactes et cubiques, des réinterprétations du patrimoine local, des bâtisses performantes et des habitations ventruées, expressives et inclassables.

En conclusion, sommes-nous au carrefour d'un changement radical de notre comportement et de nos habitudes face à notre environnement ? La pénurie de certaines matières premières comme le sable et le pétrole contribuera-t-elle à l'essor de l'emploi du matériau pour la construction ? Et quel sera le visage de la construction en terre dans les prochaines décennies ? Les industriels du BTP se penchent sur la stabilisation de la terre et la commercialisation de produits normés. Le fournisseur de matériau terre crue vendéen Argilus a déposé un brevet mondial sur un béton d'argile révolutionnaire, le HP2A «construire sans ciment, sans sables marins c'est possible avec le brevet HP2A¹⁰⁹». Des mélanges de terre prêts à l'emploi, des briques moulées, extrudées et compressées, des panneaux placoterre sont de plus en plus achetés et les points de vente se multiplient.

108. Premier Prix national des architectures en terre crue, 2013, source internet <http://www.architectes.org/actualites/premier-prix-national-des-architectures-en-terre-crue>, consulté le 1er juillet 2016

109. Entreprise Argilus, produit HP2A, <http://www.hp2a-technologies.fr/>, consulté le 29 juillet 2016

Photo

Détail des murs en bauge intérieur et extérieur de la médiathèque à Betton de l'Atelier Liard & Tanguy ©Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

Daniel Turquin est producteur, fabricant de presse BTC et fournisseur de matériaux depuis le début des années 80. Il nous fait part de son analyse du renouveau de la terre. « Nous pouvons l'analyser avec nos chiffres. Nous voyons effectivement une évolution de la demande en termes de matériau. Nous avons aussi de la concurrence qui s'installe et qui n'existait pas il y a 10 ans. Les consommations actuelles, tous producteurs confondus, se chiffrent au-delà de 2000 tonnes par an (avec l'auto-construction). Ça représente un élément important du renouveau de la terre [...]. Il y a des interventions assez discrètes de l'ordre de l'aménagement intérieur de la maison, dont l'enduit contribue majoritairement (le plus gros volume qu'on vend). Entre parenthèse, l'usage de l'enduit terre est un cheval de Troyes selon moi et mène vers la construction en terre. (...) Le développement de la construction terre se fait à travers des projets spécifiques avec une vraie architecture de terre, soit X bâtiments par an, et à côté de cela, il y a 4, 5, voir 6 fois le volume de ce type de réalisation qui se fait de façon très diffuse à l'intérieur des maisons, dans les appartements en pleine ville, etc. Il faut aussi permettre aux gens qui n'ont pas la possibilité d'extraire la terre du jardin de construire en terre et proposer des alternatives comme les terres prêtes à l'emploi.»¹¹⁰

Nous assistons à un regain d'intérêt des professionnels de la construction, des auto-construc-teurs et des Institutions pour le matériau terre crue et à une volonté de réduire l'empreinte écologique du secteur du Bâtiment. La ressource est, pour l'instant, largement disponible, l'attention grandissante, bien que ce marché soit encore une niche en 2016. Tous les facteurs sont là pour que la terre crue soit un matériau d'avenir.

« La nécessité fait loi. On revient à la terre par nécessité. On ne logera pas 10 Milliards d'habitants avec des bulles en PVC. Avec le Domaine de la terre, nous étions trop en avance sur la perception de la nécessité. Nous étions encore trop riches en France à cette époque. Sur le plan économique français, nous avons vécu sur les retombées de l'empire colonial plus longtemps qu'on ne l'a cru, jusqu'au début des années 90. (...) Maintenant, comme les bénéficiaires des sociétés multinationales et françaises ne « retombent » plus sur le peuple français et ne participent plus aux recettes du budget de l'Etat, nous devons faire avec nos seules richesses pour le bâtiment et les travaux publics. Sans parler de la pénurie des ressources. Les matériaux locaux comme la terre, le bois, etc, refont surface, aujourd'hui, par évidence.»¹¹¹

Alain Leclerc

110. Entretien de Daniel Turquin, gérant d'AKTERRE, producteur et fournisseur d'éco-matériaux, Lyon, 9 juillet 2016

111. Entretien d'Alain Leclerc, urbaniste en charge du plan directeur de l'opération du Domaine de la terre, Lyon, 16 juin 2016



MOTIVATIONS DES ACTEURS À CONSTRUIRE EN TERRE CRUE

Qui construit en terre crue en France aujourd'hui ? Pour notre enquête, nous avons rencontré quatre-vingt-trois acteurs. Leurs parcours dans la construction en terre sont riches et variés. Nous avons interrogé les architectes, maîtres d'ouvrage et entreprises sur leurs motivations quant à la construction en terre aujourd'hui. Leurs réponses composent un panel varié, que nous pouvons néanmoins regrouper par profession.

LES ARCHITECTES

LES PRÉCURSEURS ET LES HABITUÉS

Nous avons aussi repéré aussi des profils d'architectes engagés depuis longtemps dans la sensibilisation et dans la diffusion des savoirs liés à la terre crue, comme Jacky Jeannet, Pascal Scarato, et les autres membres de l'association Pisé Terre d'Avenir. Au fil des années, cette équipe a su convaincre de nombreux élus de construire en terre. Ils ont d'abord développé une activité de restauration et de réhabilitation du bâti ancien en pisé pour ensuite réaliser des projets de maisons et d'équipements publics. Ils ont même créé la seule aire de service d'autoroute en terre crue en France.

Parmi les architectes qui construisent en terre crue depuis longtemps, certains ont pu apprécier ses propriétés à l'étranger, comme les pionniers du renouveau de ce matériau. L'architecte Thierry Bonne en est un exemple: après des années sur de grandes opérations au Maghreb et au Proche-Orient, il a réalisés dans sa ville, Château Thierry, des logements groupés en pisé, primés au Terra Award en 2016 (mention d'honneur).

LA GÉNÉRATION ÉMERGENTE DANS L'ARCHITECTURE CONTEMPORAINE EN TERRE CRUE

Nous avons rencontré des architectes qui sont en dehors du circuit des professionnels spécialisés en terre, et qui dans certains cas ont réalisé des bâtiments emblématiques. Matthieu Fucks, associé de l'agence Mil Lieux qui est aujourd'hui à son troisième projet en terre crue, parle de « coup de cœur pour le matériau » ; Louis Piccon, architecte du CIPA à Dehlingen, a eu l'idée de travailler avec le matériau terre après sa rencontre avec Martin Rauch et un voyage au Voralberg. Dans ce groupe nous retrouvons aussi des profils qui ne se sont pas uniquement consacrés à l'architecture, comme Jean-Yves Barrier, qui est passé de « ne plus vouloir faire d'architecture » à « être à la tête d'une agence de 17 personnes » et à concevoir le projet pilote de Salvatierra.

Il existe aussi une nouvelle génération d'architectes qui a rencontré la terre crue à l'ENSA de Grenoble, représentée par Cristian Ochoa de Caracol Architecture, ou par Milena Stefanova de Design et Architecture, qui utilisent la terre crue dans leurs projets, parmi d'autres matériaux. « Pour moi la terre n'est pas un matériau à tout prix, il vient quand ça a du sens dans un contexte. »¹¹². D'autres figures de cette nouvelle génération se spécialisent, comme la jeune architecte Amélie Le Paih, formée auprès de CRAterre. Elle est très active dans le domaine de la réhabilitation du patrimoine en terre et par ailleurs, elle est en train de construire son

112. Entretien de Milena STEFANOVA, architecte, Villefontaine, 2 avril 2016

agence en bauge.

LE COÛT ET LE TEMPS DE MISE EN OEUVRE

Pour Martin Drescher de Kramer+Drescher, la magie du pisé est dans sa mise en œuvre : il n'y a pas de temps de séchage. Quand le mur est terminé, il est déjà possible de le décoffrer et il est fini. Cet argument a été mis en avant aussi dans l'entretien avec l'architecte Gilles Perraudin, et constitue un point fort pour soutenir le choix de la terre. Nous comparons souvent le coût de réalisation d'un mur en terre avec celui d'un mur en parpaings. Le second doit être enduit, alors que, que le premier est fini dès qu'il est décoffré.

Si aujourd'hui les architectes pointent du doigt le coût de mis en œuvre de la terre crue, en 1991, Dominique Urien choisit la terre pour le lotissement HLM de Romillé pour des raisons économiques. «Si je fais un bâtiment en bauge et que je rajoute le prix d'un enduit à la chaux, ça me fait un surcoût. Si j'arrive par contre à faire une surface finie du premier coup, je ne paie que le produit mis en œuvre une fois. Le pisé était le bon compromis. »¹¹³

L'ESTHÉTIQUE

La question esthétique relève aussi de l'importance : des nombreux architectes mettent en avant l'intérêt plastique pour le matériau terre, sa texture, son effet de masse.

« La terre possède un toucher particulier, un peu friable, et en même temps solide. Ce n'est pas neutre, tous ceux qui visitent les bâtiments le remarquent. »¹¹⁴

Milena Stefanova

Ann Machin, architecte et propriétaire de l'extension d'un mas à St-Remy-de-Provence, a été, elle aussi, fascinée par l'épaisseur des murs en pisé et par son aspect changeant en fonction de la lumière et de l'humidité.

Dans les projets liés au terroir, comme dans le cas du Grand Séchoir, Maison du Pays de la Noix à Vinay, la correspondance entre le sol et le pisé devient un élément fort pour la symbolique de l'ouvrage : mur de terre qui sort de terre.

LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES INTÉRESSANTES DU MATÉRIAU

Pour certains architectes, les propriétés physiques de la terre crue sont un facteur déterminant. Jean-Yves Barrier, (l'architecte de Salvatierra) cherche à travers la terre crue à apporter de l'inertie dans les bâtiments. Hugues Joineau (de Dauphins Architectes, chef de projet des logements La Ruche à Bègles) s'inscrit dans la même démarche 15 ans plus tard, avec l'emploi de cloisons en torchis. Cette technique assure la résistance thermique d'un bâtiment réalisé en

113. Entretien de Dominique URIEN, Romillé, 27 avril 2016

114. Entretien de Milena STEFANOVA, architecte, Villefontaine, 2 avril 2016

remplissage paille. L'enduit laisse les murs en paille perméables à la vapeur d'eau et garantit leur résistance au feu.

LES CHANTIERS PARTICIPATIFS ET L'AUTO-CONSTRUCTION

Par ailleurs, le torchis a permis aux futurs acquéreurs et aux personnes intéressées par cette technique de réaliser des cloisons lors de chantiers participatifs. La terre est un matériau adapté à l'appropriation de la construction par ses usagers. Ce facteur constitue dans plusieurs des projets approfondis un argument pour le choix de ce matériau (Cidrerie à La-Ferrière-aux-Etangs, Atelier à Soudorgues, ainsi que le projet de logements à Bègles). Il représente un levier pour le développement de la terre crue dès le début de son renouveau, à travers des projets d'auto-construction.

L'auto-construction peut être un argument solide pour développer de nouveaux projets en terre avec les bailleurs sociaux qui commencent à s'intéresser aux démarches de chantier participatif.

LA VALEUR PATRIMONIALE

L'existence d'un patrimoine local en terre crue est le levier moyen d'action principal pour de nombreux projets. C'est le cas pour le bâtiment « pionnier » de la Salle des Fêtes de Saint-André-Le-Coq en 1992 qui s'inscrit dans un milieu où le patrimoine en terre crue est valorisé. Si l'image véhiculée par le bâti ancien en terre est négative (problèmes de conservation et d'entretien), son utilisation constitue alors un obstacle pour la construction neuve. Par exemple, pour le lotissement HLM de Romillé, réalisé en 1991, les futurs habitants refusaient la bauge car considérée comme pauvre, rurale, peu confortable, rattachée au passé :

« Dans l'esprit des gens, voyant la mauvaise qualité des réhabilitations des bâtiments en bauge de la région, à cause des enduits ciment et de la perte des savoirs après la seconde guerre mondiale, la bauge était invendable. « Ca ne tient pas », disaient les gens.»¹¹⁵

Les bâtiments ont finalement pu être construits en terre mais avec une technique différente de la traditionnelle bauge, le pisé, mieux accepté par les futurs locataires. Parfois, au contraire, l'absence de patrimoine en terre crue est un défi pour le concepteur. C'est le cas pour Thierry Bonne, architecte et propriétaire des logements des Censiers à Château Thierry

« J'avais envie de faire un projet en terre dans ma région où il n'y a pas d'architecture en terre. » ¹¹⁶

Thierry Bonne

115. Entretien de Dominique URIEN, Romillé, 27 avril 2016

116. Entretien de Thierry BONNE, Château-Thierry, 11 mai 2016

LES MAÎTRES D'OUVRAGE

L'acteur moteur du choix de la terre crue est parfois le maître d'ouvrage, surtout lorsqu'elle est présente dans le bâti ancien local. C'est le cas de l'école de Veyrins Thuellin, où le maire, sensible à la forte présence du pisé dans la commune et à ses atouts écologiques, a été porteur de cette demande spécifique dès le concours.

En dehors de l'aspect patrimonial, un autre argument séduit les maîtres d'ouvrage, il s'agit des caractéristiques environnementales de cette technique de construction.

Pour la Cidrerie de La-Ferriere-aux-Etangs, prévue à l'origine en tôle métallique, le choix de la terre part d'un constat écologique mais aussi d'une volonté d'intégration dans le paysage. L'ouvrage, réalisé en chantier-école, a respecté l'enveloppe budgétaire prévue pour l'esquisse en tôle métallique. La terre apporte une régulation de la température et de l'humidité des volumes précieuse pour le stockage des pommes et la préparation des produits.

Sur d'autres projets, le pouvoir d'évocation et l'image véhiculée par le matériau terre sont à l'origine du projet.

La symbolique liée à la terre est vaste : un mur en pisé peut évoquer la terre des vignes comme pour le Domaine de Trevallon ou la Cave Wolfberger et le milieu naturel pour le magasin d'équipement pour la course à pied Endurance Shop à Paris, ou encore les strates des sols pour le cas de l'Institut d'Agronomie de la Méditerranée à Montpellier.

Pour le siège de la maison d'édition Terre Vivante à Mens, aussi, le choix de la terre est née d'une démarche de communication tel que l'explique l'architecte Marcel Ruchon :

« Terre Vivante doit construire en terre. C'est logique. Mais c'est une logique différente par exemple d'une architecture « de cueillette ». Terre Vivante voulait construire en terre, en laissant la terre apparente, faire parler la terre, la montrer à l'intérieur et à l'extérieur. ¹¹⁷»

Pour le Conservatoire Européen des Echantillons de Sol à Orléans, la terre a été demandée dès le concours. Au-delà de l'évidente référence à l'univers des sols et à la stratigraphie, la motivation principale réside dans la conservation des échantillons des sols et l'importance de maintenir une température constante de 18°C.

Les mêmes avantages ont conduit à choisir un projet en terre crue lors du concours pour le Centre d'Interprétation du Patrimoine de Dehlingen : la nécessité d'une régulation hygrométrique et, d'un point de vue archéologique, la correspondance entre le pisé et les strates des excavations. L'aspect hygrométrique et archéologique est à la base du choix de la terre crue pour le Domaine de Trevallon.

117. Entretien de Marcel RUCHON, Lyon, 11 juillet 2016



Photo

Construction des murs porteurs en bauge de l'agence ALP à Saint-Germain-sur-Ille. Chantier participatif encadré par Gislain Maetz et Marta Miranda auquel nous avons participé. ©Elvire Leylavergne

LES ARTISANS ET LES AUTO-CONSTRUCTEURS

Frederic Moy, gérant de l'entreprise Heliopsis (spécialisée en terre crue) s'est rapproché de la terre après avoir été témoin d'un séisme en Equateur. Il a constaté que les bâtiments vernaculaires en terre crue sont ceux qui ont le mieux résisté à la secousse sismique. Aujourd'hui, ce qui lui plaît le plus dans ce matériau, c'est sa réversibilité. « La terre est éternelle. Quand une vieille maison s'écroule, elle rebouche le trou ouvert pour ses fondations. Si on la stabilise, on ne la rend pas réversible, c'est fini.¹¹⁸»

L'auto-constructeur et agriculteur, Alain Bozier lance le chantier du premier de ses gîtes en pisé après avoir découvert un village en bauge du XVIIIe siècle construit par des réfugiés Acadiens près de chez lui. Ils lui ont montré la possibilité de construire avec ses mains et avec ce que l'on a sous les pieds.

La terre se prête aussi aux chantiers de réinsertion professionnelle, comme en témoignent les éducateurs de l'association Le Village de Cavaillon, qui ont mené une opération unique d'auto-construction de onze maisons en B.T.C. par et pour les personnes en difficultés sociales. Gérard Gaonac'h, responsable du chantier d'insertion RenoVal de Valréas parle du

« vrai plaisir de travailler la terre. » ¹¹⁹

Gérard Gaonac'h

Un chantier en terre est différent du chantier conventionnel, parce qu'il permet de toucher le matériau avec ses mains.

En conclusion, nous observons que les motivations liées à l'écologie sont présentes, mais elles coexistent avec une pluralité de facteurs. S'ils ont plus de poids pour les entrepreneurs que nous avons rencontrés, chez les architectes, l'aspect du matériau et ses propriétés révèlent leur importance, alors que pour les maîtres d'ouvrage la relation avec le patrimoine et la symbolique liée à la terre sont plus récurrentes.

118. Entretien de Frédéric MOY, Villefontaine, 27 mai 2016,

119. Entretien de Gérard GAONAC'H, Valréas, 11 avril 2016

UNE ARCHITECTURE CONTEMPORAINE SUR LES TRACES DU PATRIMOINE ?

Une fois recueillies les données relatives à l'emplacement des projets recensés, nous avons élaboré une carte des ouvrages réalisés en terre crue sur la période 1976-2015. Cela nous a permis d'analyser la répartition géographique des ouvrages inventoriés, qui se concentre sur deux grandes régions : l'Auvergne-Rhône-Alpes, où se trouve 30 % de la production, et le Languedoc-Roussillon et Midi-Pyrénées (25 %). Nous retrouvons quelques projets en Bretagne (5 %), seulement autour de Rennes et de Nantes, en Normandie (9 %) et en région PACA (11 %), avec une distribution uniformément répartie sur le territoire. Nous retrouvons aussi des projets en Alsace, en Ile de France, dans le Nord, en Corse et en Aquitaine.

Nous ne recensons pas d'ouvrages neufs en terre crue dans plusieurs départements, comme l'Indre, le Cher, la Creuse, l'Aube, la Marne, l'Haute-Marne, la Meuse. Cela s'explique partiellement par la faible densité de population, qui implique une faible activité du secteur du bâtiment en général.

D'autres régions qui ne présentent pas d'ouvrages recensés sont au contraire densément peuplées, telles que la métropole bordelaise ou la côte méditerranéenne, et nous devons alors rechercher d'autres facteurs à l'origine de cette absence.

Si nous mettons en relation la carte de l'inventaire avec la carte de la pluviométrie de France, nous ne retrouvons pas de correspondance; l'emploi de la terre crue n'est donc pas déterminé directement par les conditions climatiques.

Plus intéressante est la comparaison avec la carte de la construction paille. Nous pouvons constater que les zones où se concentrent les ouvrages en terre crue recensés sont aussi celles où la construction en paille est la plus répandue.

Fig 9
Inventaire des opérations
de constructions neuves
réalisées entre 1976 et 2015
superposé sur la carte de
recensement des bâtiments
construits jusque 2010
Source carte Association
Empreinte
© Anne-Lyse Antoine et
Elisabetta Carnevale

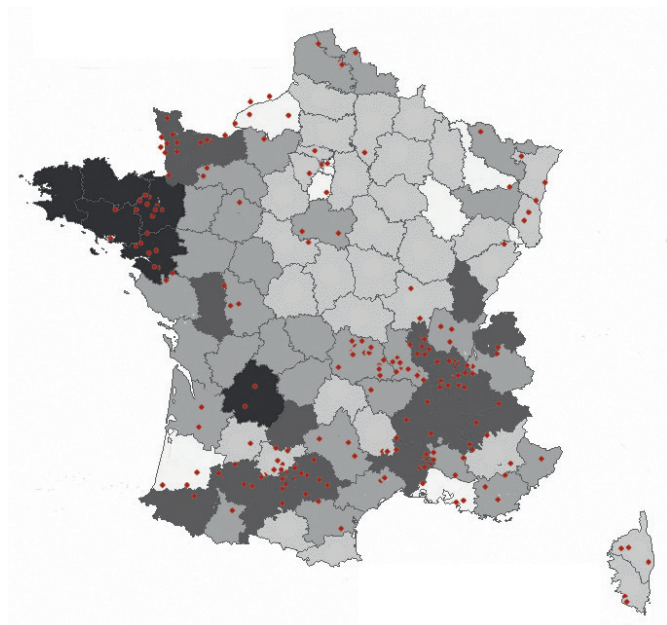


Fig 10 (en haut)
 Nombre d'opérations de constructions neuves réalisées entre 1976 et 2015 par rapport à leur localisation régionale
 © Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

Nous pouvons donc imaginer qu'il s'agit de milieux socio-culturels régionaux sensibles à la construction écologique. Le Puy-de-Dôme, la Loire et la Haute-Loire constituent une exception. Il s'agit de régions clés pour la construction en terre, alors que la construction en paille n'est, actuellement, pas très présente.

Fig 11 (en bas à gauche)
 Inventaire des opérations de constructions neuves réalisées entre 1976 et 2015 superposé sur la carte de la densité de population française de 2009
 Source (ISEE 2011) cartesfrances.com
 © Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

Fig 12 (en bas à droite)
 Inventaire des opérations de constructions neuves réalisées entre 1976 et 2015 superposé carte des précipitations annuelles moyennes en France
 Source: cartesfrances.com
 © Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

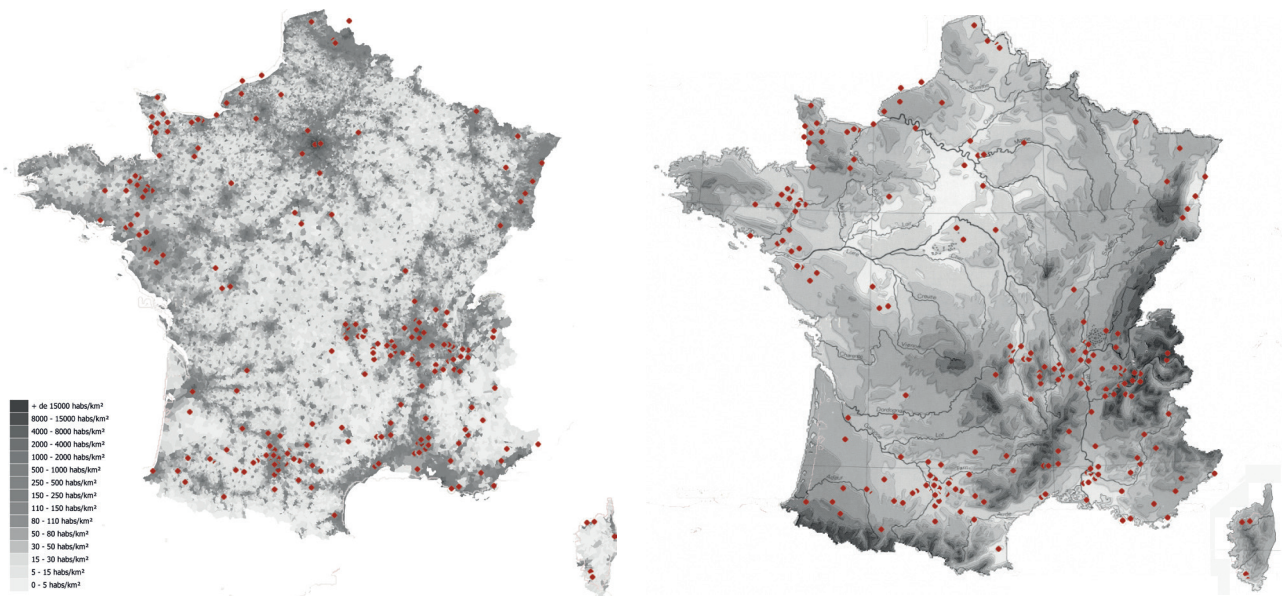
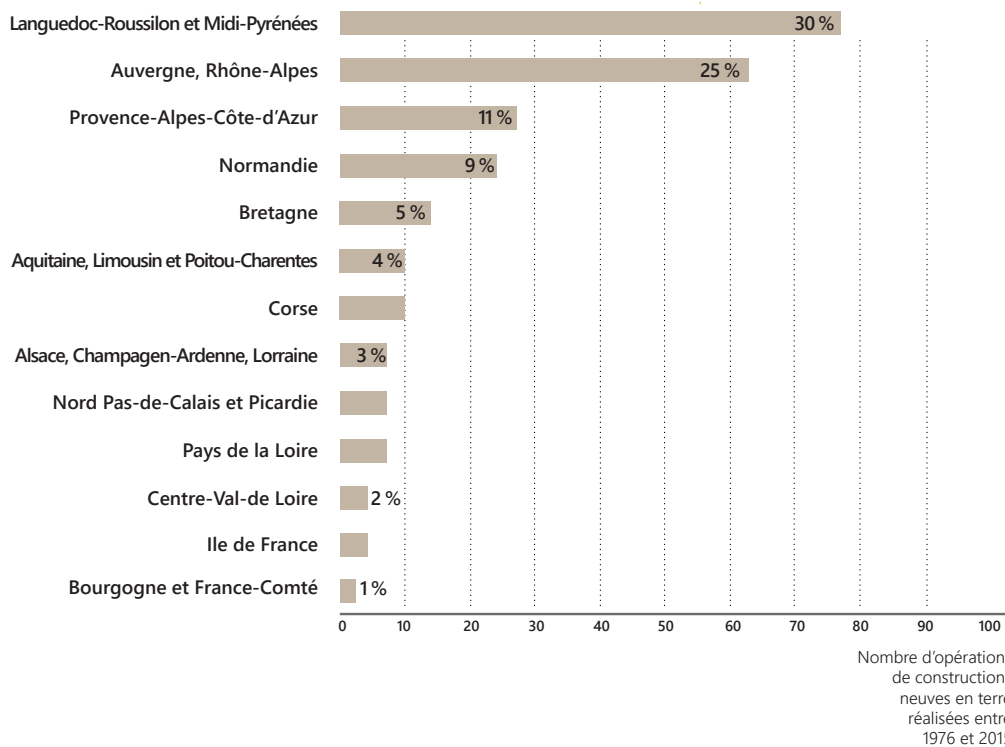
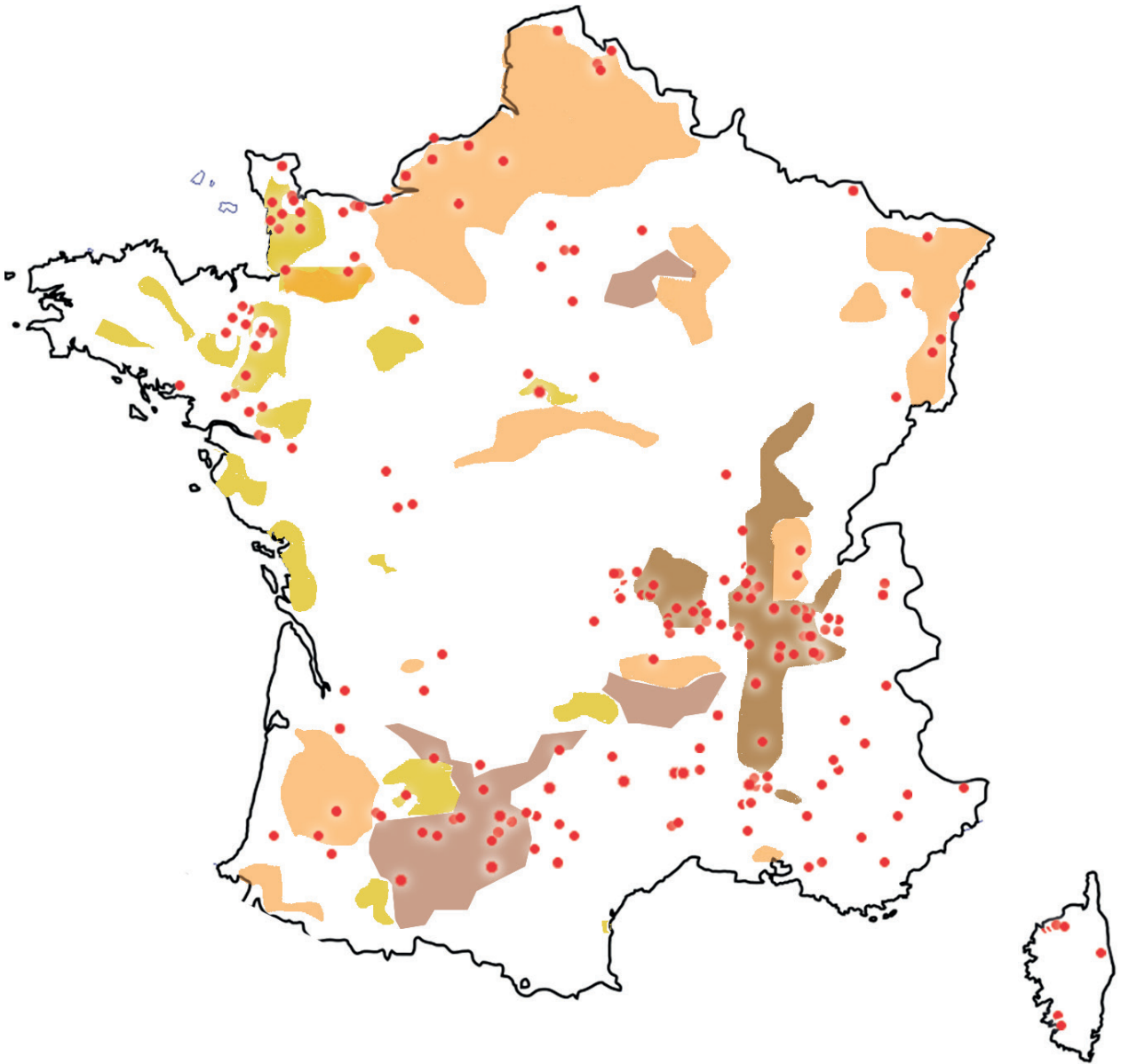


Fig 13

Inventaire des opérations de constructions neuves réalisées entre 1976 et 2015 superposé sur la carte du patrimoine des bâtiments en terre crue en France
Source: Bâtir en terre de Laetitia Fontaine et Romain Anger p.37, d'après la recherche d'Hubert Guillaud
© Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale



Le facteur qui explique le mieux ce fait est la corrélation entre la répartition des ouvrages recensés et la présence d'un patrimoine en terre crue. « L'architecture de terre crue représente 15 % de l'ensemble du patrimoine architectural français.»¹²⁰

Manifestement les régions où il existe déjà un patrimoine en terre crue concentrent la majorité des projets réalisés.

Le Midi-Pyrénées possède aussi un riche patrimoine en terre crue, qui touche les quatre techniques de construction traditionnelles présentes en France : la brique de terre crue, le pisé et le torchis, et quelques exemples de bauge.

La région du Nord-Pas-de-Calais et la Picardie possèdent un patrimoine en terre, mais seulement 3,2 % des projets recensés par notre étude. La Champagne-Ardenne, les Côtes-d'Armor ainsi que la Dordogne, le Lot et la Corrèze, possèdent un patrimoine en terre crue largement présent, mais restent aujourd'hui en dehors de la dynamique du renouveau de ce matériau.

L'Auvergne recèle d'un riche patrimoine en terre crue (torchis, pisé, bauge et adobe), et bénéficie, entre autres, de l'action du Parc Naturel Régional du Livradois-Forez, une institution très active dans la promotion de ce matériau. Nous retrouvons ici un facteur que nous avons traité dans le chapitre Un secteur d'activité en devenir, entre obstacles et force de proposition : le soutien des institutions. La relance de la construction neuve en terre crue en Livradois-Forez doit être mise en relation avec les politiques locales de la région, axées sur le développement du bâtiment à partir de matériaux en circuit court, générant une économie et de l'emploi. En revanche, la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, n'a pas en son sein un patrimoine bâti en terre crue significatif, mais les professionnels misent sur un « nouveau » matériau : cette production concerne 11 % des ouvrages relevés. Les conditions climatiques jouent peut-être un rôle dans ce développement, qui mériterait d'être approfondi.

En conclusion, nous avons différentes clés de lecture de la carte des ouvrages recensés, pour interpréter les facteurs à la base du développement de la construction neuve en terre. Une forte présence de patrimoine en terre crue apparaît comme un facteur clé, pour la réalisation d'ouvrages contemporains, même si nous retrouvons des exceptions. Cela confirme partiellement l'analyse des arguments pour choisir la terre crue qui émergent des entretiens (chapitre Parcours et motivations des acteurs à construire en terre crue).

La correspondance entre présence d'ouvrages contemporains en terre crue et en paille peut être observée dans la majorité des départements. Au contraire, la pluviométrie et la latitude n'apparaissent pas avoir un poids impactant la distribution géographique des ouvrages recensés.

120. ANGER Romain, FONTAINE Laetitia, *Bâtir en terre, Du grain de sable à l'architecture*, Saint-Etienne, Editions Belin, 2011, p. 36

LA TERRE, UN MATÉRIAU LOCAL POUR LA CONSTRUCTION NEUVE ?

L'approvisionnement en terre de construction n'est pas une action aisée. Déjà Le Corbusier a été confronté à ce constat pour deux de ses projets de relogement d'urgence, Les Murondins (1940 et 1945). Il n'a pas pu l'aboutir, « Il s'agissait de donner aux sinistrés l'unique possibilité de s'abriter : prendre de la terre et des branches d'arbre, et constituer, sans main-d'œuvre spécialisée, des abris à la manière des bûcherons dans la forêt. [...] A la libération le problème fut repris pour Saint-Dié afin de loger une masse de sinistrés. L'entreprise échoua faute de trouver l'argile nécessaire à la constitution du pisé; l'enthousiasme, aussi, faisait défaut chez beaucoup.¹²¹ »

Les Vosges sont connues pour leur culture constructive de la pierre, plus précisément le grès rose. Peut-être est-ce pour cela que l'entreprise n'a pas trouvé de terre ? C'est une tendance actuelle de l'architecture contemporaine en terre. La technique n'est plus choisie en fonction de la terre locale. La terre que nous avons sous les pieds est reformulée pour s'adapter à la technique choisie.

Où et comment s'approvisionnent les entreprises et les auto-constructeurs en terre de construction ? Quelles sont les pratiques ? Y a-t-il un réseau local ou national d'approvisionnement en terre ?

DU SITE A LA CARRIÈRE

Les pratiques pour trouver de la terre de construction sont variées. L'avancement du recensement Terres Contemporaines ne nous permet pas aujourd'hui de diffuser des données chiffrées en rapport aux pratiques, car notre base de données n'est pas encore complète. Cependant le Tour de France nous donne l'occasion de décrire les tendances actuelles et d'en tirer les premières conclusions.

Aujourd'hui, il n'existe pas de sites d'approvisionnement organisés, ciblés et localisés comme pour les filières ciment ou bois. Définie le plus souvent pendant le processus de conception, la source d'approvisionnement est variée et dépend de l'éthique de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre, des pratiques de l'entreprise et de son réseau, de la localisation du projet et de la technique choisie et des options disponibles à proximité. La terre de construction peut provenir :

- > du site même du projet quand la terre est propice à la technique
- > d'un autre bâtiment en terre crue démolie ou en ruine, en d'autres termes du réemploi de matériau non stabilisé
- > des remblais du terrassier local ou bien de chantiers avoisinants
- > des fournisseurs de matériaux en terre
- > des carrières locales ou de découvertes

121.Fondation Le Corbusier, http://www.fondationlecorbusier.fr/corbuweb/morpheus.aspx?sysId=13&IrisObjec-tId=6023&sysLanguage=en-en&itemPos=111&itemSort=en-en_sort_string1%20&itemCount=215&sysParent-Name=&sysParentId=65, consulté le 25 juillet 2016

Les trois premiers points sont révélateurs d'une démarche pratique, économique notamment pour le transport du matériau et d'un acte militant : pistes d'économie notamment pour le transport du matériau et adaptation face à la difficulté de se fournir en terre.

Par exemple, Sébastien Hénault, gérant de l'entreprise Mallejac, récupère les terres des terrassiers et des chantiers locaux, car le coût est plus bas, la terre locale correspond à la nature de ses travaux et à la technique utilisée, la bauge. Thierry Olivier, producteur de cidre, agriculteur et auto-constructeur de son bâtiment d'exploitation à La Ferrière-aux-étangs dans l'Orne, a utilisé la terre du site dans une démarche éthique.

« Cela nous semblait naturel d'utiliser les matériaux du site. Nous avons fait faire des analyses en amont de la terre du site. Cette démarche correspond aussi à une éthique, celle de pouvoir recycler le bâtiment. »¹²²

Thierry Olivier

Les Fournisseurs de matériaux en terre et carrières locales sont représentatifs d'une pratique plus conventionnelle, et sont des leviers pour la production architecturale contemporaine et pour l'auto-construction.

« À la fin des années 1990, l'entreprise Akterre, se lance dans la vente de divers matériaux de construction liés à la terre crue (briques, panneaux, terres livrées en sacs pour des enduits, etc.). Cette initiative permettra de largement étendre le nombre d'entreprises proposant des solutions terres, et pour nombre d'entre elles de développer leurs propres savoirs et savoir-faire à partir de produits « prêt à l'emploi ». »¹²³

Thierry Joffroy, Hubert Guillaud et Jean-Marie Le Tiec

Les fournisseurs d'éco-matériaux ont facilité et démocratisé l'usage de la terre crue dans la construction neuve ainsi que pour la réhabilitation, grâce à la préparation et la commercialisation des terres adaptées à chaque usage. La matière est prête à l'emploi en big bag ou bien en sac selon les quantités voulues. « La terre crue a atteint actuellement, en Allemagne,

122. Entretien de Thierry OLIVIER, Propriétaire du Domaine Olivier, La Ferrière aux Etangs, 29 avril 2016

123. JOFFROY Thierry, GUILLAUD Hubert, LE TIEC Jean-Marie, Architectures contemporaines en terre crue : sur les traces de Hassan Fathy, p.219

un niveau de préfabrication industrielle et de standard de qualité équivalent à celui des produits conventionnels : mortiers secs en sacs ou en silos, panneaux de construction et briques de terre. Ces produits [...] réunissent l'ambition de pouvoir être livrés et mis en œuvre selon des techniques contemporaines courantes, avec le souhait de produire et de travailler des matériaux respectueux de l'environnement. ¹²⁴» En France, le nombre de producteurs et de fournisseurs est en augmentation, mais ne couvre pas encore l'ensemble du territoire comme en Allemagne.

Les sites de gisement de terre de construction, du type carrière de découverte ou de briqueterie, peuvent fournir des volumes conséquents pour la construction en terre. Cependant elles ont des volumes bien définis qu'elles peuvent extraire à l'année. Elles doivent rendre des comptes aux autorités publiques concernées des quantités extraites et de l'évolution de l'exploitation. Le site sur une durée limitée et doit rendre la propriété dans l'état initial avant les travaux.

D'autre part, les carrières sont difficiles à localiser et à fidéliser dans le temps, car l'activité d'approvisionnement en terre n'est pas explicite et reconnue dans le milieu. Les terres intéressantes pour la construction sont conservées par l'entreprise d'exploitation pour reboucher le trou de la carrière à terme. Elles sont considérées comme les déchets des gravats, alors que les terres végétales ont une valeur marchande. Néanmoins plusieurs entreprises et producteurs de matériaux initiés se fournissent dans ce type de carrière, mais pour combien de temps ?

LA TERRE, UNE RESSOURCE LOCALE, MYTHE OU RÉALITÉ ?

La terre dans la construction traditionnelle est à la base une ressource locale, ce qui est considéré comme un atout.

La quantité de terre pour construire un bâtiment peut être colossale. La construction des murs en pisé du Centre Européen des Echantillons de Sols (CEES) de l'INRA à Ardon, par exemple, dont la surface au sol est de 1424 m², a demandé de préparer 140 m³ de terre pour réaliser 251 m² de murs finis (soit à 0,55 m³ de terre préparée pour 1m² de mur). La terre du site était trop sableuse et limoneuse pour la technique du pisé. Elle a dû être reformulée avec une terre de carrière pour pallier aux carences de grains et d'argile.

En définitive, est-ce que construire avec ce qu'on a sous les pieds est un mythe ?

Selon Frédéric Moy, « travailler avec la terre du site, c'est une utopie totale. Je n'ai jamais découvert de trou à côté de la maison qui justifiait l'usage de la terre du site pour construire. Par contre j'ai toujours trouvé une carrière à un minimum de 100m. Cette idée est l'ennemi de la terre. Ce n'est pas rentable. Personne ne veut qu'on fasse un trou.»¹²⁵

La filière professionnelle terre crue, pour la restauration, la réhabilitation comme la construction

124. RÖHLEN Ulrich, ZIEGERT Christof, *Construire en terre crue, Construction-Rénovations-Finitions*, p.12

125. Entretien de Frédéric Moy, maçon et fondateur de l'entreprise Heliopsis, Villefontaine, 27 mai 2016

neuve, a des besoins et des exigences. L'extraction de terre in situ n'est pas toujours la solution préférée par les professionnels pour plusieurs raisons.

Premièrement, la production architecturale en terre crue est gourmande en volume de matière. Il est important de repérer les quantités suffisantes en avance et de préparer la terre/la matière pour construire l'édifice.

Deuxièmement, les sites d'exploitations, à l'instar des producteurs de matériaux, garantissent une terre calibrée, prête à l'emploi, sèche et de composition constante à l'échelle du volume désiré. Cela évite à l'entreprise de préparer en amont la terre, de la transporter et permet d'engager plus rapidement les travaux. L'humidité de la terre apportée lors de son excavation peut être un problème lors de la mise en œuvre de technique à l'état humide, comme le pisé ou la B.T.C.. A noter, si la terre foisonnée est trop humide, l'entreprise a tendance à sécher la terre avec de la chaux et compromet un recyclage vertueux du matériau.

Troisièmement, la connaissance de la composition de la terre par le producteur rassure l'entreprise pour l'exécution des ouvrages et lui évite de s'engager dans des analyses granulométriques. En effet, la composition de la terre varie d'un lieu à un autre. Si la terre est excavée in situ, il est presque toujours nécessaire de la faire analyser, une pratique difficilement tenable pour l'activité générale d'une entreprise en terme économique et de délais de chantier. C'est pourquoi nous voyons des réseaux très localisés se créer entre les artisans, les producteurs et les carrières

19 projets sur 30, soit quasiment deux tiers des bâtiments, ont été réalisés avec de la terre provenant de carrière, dont 3 réalisés en partie avec de la terre du site. Les carrières d'approvisionnement se situaient dans un rayon de 30 km maximum. Trois projets sur 30 ont été conçus avec des matériaux terre provenant de fournisseurs localisés à plus de 200 km. Les huit projets restants ont été réalisés avec la terre du site.

Cette première analyse chiffrée, menée seulement sur un échantillon d'ouvrages, trace une tendance majoritaire pour une production locale en circuit court. La production de matériau prêt à l'emploi peut inverser cette tendance comme pour le marché de l'enduit terre. La multiplication des fournisseurs et producteurs de matériaux, quant à elle, pourra couvrir l'ensemble du territoire français et développer des filières courtes d'approvisionnement.

Utiliser de la terre locale dépend de la volonté des acteurs et de leur éthique, des moyens mis en œuvre et du coût du transport des matériaux. La construction en terre est un marché de niche, éthique et profite de son rayonnement régional.

Une partie importante des arguments qui conduisent à choisir la terre crue sont liés à une sensibilité à l'environnement, et donc à une logique d'utiliser les ressources locales.

Image

Projet du grand Paris Express. Carte de l'extension du réseau de métro parisien.
Source: Dossier de presse Grand Paris Express, Société du Grand Paris

LES PISTES DE DÉVELOPPEMENT

La réflexion sur la création de réseaux et d'autres modes d'approvisionnement en terre de construction suit différentes pistes :

- > la revalorisation des déblais de chantier en milieu urbain,
- > la création d'un réseau interprofessionnel sans intermédiaire entre les exploitants de carrière et les artisans à l'échelle locale
- > le développement de nouveaux matériaux prêts à l'emploi pour la commercialisation.

Nous allons développer ici les deux premières problématiques, car notre étude ne porte pas sur ce sujet et nous n'avons pas encore récolté suffisamment de données.

VALORISER LES DÉBLAIS DE CHANTIER

Le 6 mars 2013 a été annoncé le futur chantier de l'extension du réseau de métro parisien le Grand Paris Express, un défi technologique. La prise en charge des déblais de terre occasionnés par le chantier, leur évacuation, leur stockage, voire leur dépollution est au cœur du projet. « Dans la région parisienne, le secteur du BTP produit 32 millions de tonnes de déchets par an. Les volumes extraits pour construire les 200 km de voies – majoritairement souterraines – et les 72 gares du Grand Paris Express d'ici à 2030 devraient peser de 30 à 40 millions de tonnes, selon la Société du Grand Paris (SGP). Un total sous-évalué, selon l'association Ile de France Environnement, qui le situe plutôt entre 50 et 60 millions de tonnes¹²⁶ ».

La production de déblais par le secteur du bâtiment est colossale et les sites de traitement de ces déchets sont aujourd'hui saturés. « Pour maximiser la valorisation des terres excavées, des expérimentations sont aujourd'hui en cours. Déterminer la qualité des terres est crucial pour leur valorisation. Or, elles sont en principe analysées après avoir été excavées et les résultats des analyses ne sont connus que quelques jours plus tard. Pour réduire ce délai, le maître d'ouvrage travaille à l'implantation de solutions innovantes pour analyser la terre dès son excavation, en temps quasi réel. Les déblais d'un chantier peuvent être valorisés en les réutilisant sur d'autres chantiers. Jusqu'à présent, cette réutilisation s'opérait essentiellement de manière informelle.»¹²⁷

La réutilisation et la valorisation des déblais de ce projet sont pour l'instant explicitement destinées à l'aménagement paysager, routier ou aux remblais de terrains, si les terres ne sont pas polluées.

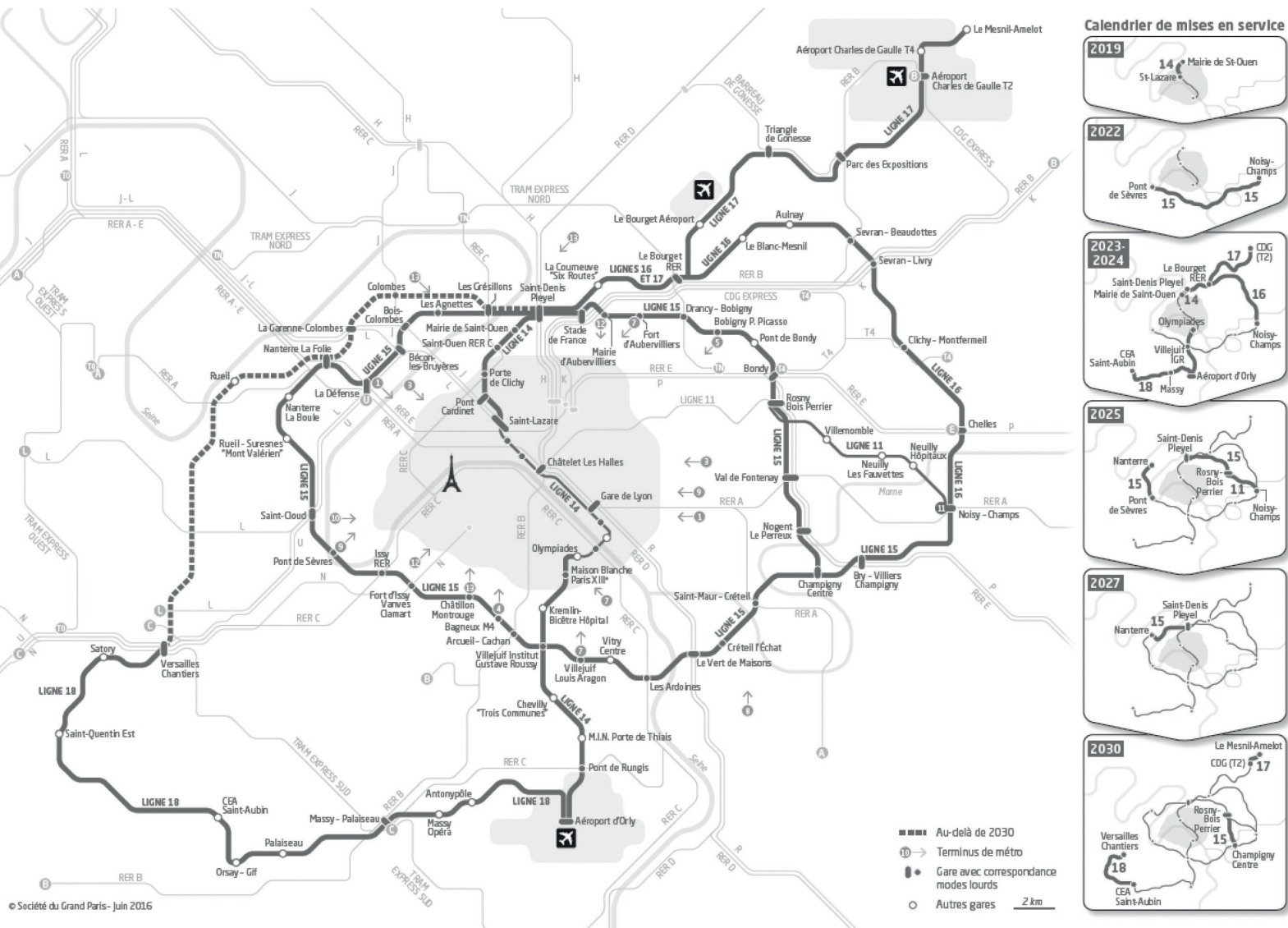
Derrière le terme « d'autres chantiers », la construction en terre crue en milieu urbain peut être concernée. La proposition de l'agence d'architecture parisienne Joly et Loiret pour le concours

Perspective

Projet d'une tour de 12 étages proposé pour le concours réinventé Paris en 2015, Secteur gare Masséna à Paris (13e), Joly et Loiret architectes, Pisé non porteur en remplissage
© Joly & Loiret

126. VAN KOTE Gilles, « Le Grand Paris face à une montagne de déblais », Le Monde, 22 mars 2013

127. Société Grand Paris, « Le métro du Grand Paris, L'innovation au cœur du projet », Dossier de presse Grand Paris Express, p.12



ENTRE 40 À 60 MILLIONS DE TONNES DE TERRE EXCAVÉES RIEN QUE POUR LE CHANTIER DU GRAND PARIS EXPRESS.

POUVONS-NOUS UTILISER CES DÉBLAIS POUR CONSTRUIRE ?

ET POURQUOI PAS UNE TOUR AVEC UN PROGRAMME DANS PARIS INTRAMUROS ?



« Ré-inventer Paris » de 2015, sur le site de la gare Masséna, offre une piste. Pourquoi ne pas construire des bâtiments en terre crue au cœur de Paris ?

Le développement d'un protocole pour analyser la nature des déblais dès son excavation sur les chantiers et la création d'une économie circulaire de valorisation du matériau terre pourrait être une piste stratégique, pour faire du déblai terre un matériau de construction local. Beaucoup de grandes villes françaises et européennes sont confrontées à ce problème où l'urbanisation est galopante, la spéculation immobilière forte, les chantiers de logements abondent et les déblais s'accumulent. Ce projet est encore en étude et pourrait avoir un impact fort pour le développement de la construction en terre en milieu urbain et finalement aussi en milieu rural.

Hugo Gasnier, architecte, mène cette réflexion depuis novembre 2015 pour sa thèse Terres de rebut : ressource pour la construction de la ville éco-responsable. Il « va explorer les potentiels de la terre de rebut comme matériau de construction et examiner la pertinence d'une éventuelle valorisation de cette ressource dans le contexte français actuel.»¹²⁸

Fin d'année 2016, une exposition sur la construction en terre et ses matériaux se tiendra à Paris au Pavillon de l'Arsenal, à l'instar de l'exposition sur le réemploi de la « Matière Grise¹²⁹» en 2014 du collectif d'architectes Encore Heureux qui a eu un franc succès. Va-t-elle ouvrir de nouvelles pistes de réflexion au grand public ?

CRÉER UNE FILIÈRE LOCALE DE SITES D'APPROVISIONNEMENT

L'approvisionnement de proximité est une question importante pour permettre le développement de la filière terre crue. « Le manque de reconnaissance du matériau terre et de ses techniques entraîne une méconnaissance des ressources locales et freine le développement de son usage. Une entreprise répondra difficilement à un marché si elle ne sait pas où disposer du matériau et à quel prix.¹³⁰ »

Le Parc Naturel Régional (P.N.R) du Cotentin et Bessin a lancé en 2008 une étude sur la localisation des gisements exploités sur la zone du Parc et une identification des terres potentiellement utilisables pour la construction sur ces sites. Le PNR a identifié vingtaine de carrières locales. La première étape était de recenser les carrières qui possèdent des foyers de terre, soit environ 12. Des échantillons ont été prélevés sur le terrain, en second lieu, afin de connaître la nature des terres et le potentiel des gisements. Un laboratoire d'analyse des terres a été

128. GASNIER Hugo, thèse.fr, <https://www.theses.fr/s146009>, consulté le 7 septembre 2016. Thèse en cours de recherche.

129. Exposition matière grise matériaux / réemploi / architecture qui s'est tenu du 26 septembre au 24 janvier 2015 au Pavillon de l'Arsenal à Paris. Commissariat scientifique : Encore Heureux architectes, Julien Choppin & Nicola Delon. Cette exposition a présenté 75 projets utilisant des matériaux de réemploi dans le monde, pour montrer qu'il est possible de consommer moins de matière grise pour construire.

130. ASTERRE, *Rapport Final : obstacles au développement de la construction en terre crue en France*, Annexe 6, Fiches Obstacles, p.106

créé dans les locaux du P.N.R. La démarche n'était pas évidente, car les carrières n'étaient pas dans une logique de développement de ce secteur d'activité. La terre est considérée comme un déchet ou bien un moyen de reboucher le trou de l'exploitation. La troisième étape est de créer un réel marché d'approvisionnement entre les carrières et les artisans et de négocier des prix équitables. François Streiff¹³¹ nous a annoncé, qu'aujourd'hui, 3 carrières de sable et graviers vendent en direct aux entreprises locales et au PNR des terres de découvertes.

L'identification des lieux d'approvisionnement est une stratégie à mettre en place à l'échelle locale, régionale et à répéter à l'échelle nationale pour désenclaver la filière terre crue et ouvrir un réel marché d'approvisionnement en matière. Cela garantirait une logistique plus fluide pour la filière terre crue et servirait aussi aux auto-constructeurs. L'augmentation de la demande peut être un réel levier pour développer les sites d'approvisionnement et l'accès au matériau, et vice versa en développant un cercle vertueux.

Un réseau reconnu et officiel permettrait aussi de suivre l'impact environnemental de l'approvisionnement de terre crue. L'intérêt grandissant pour le matériau dans la construction effleure l'esprit de certains groupements internationaux de site d'exploitation des sols comme CEMEX. Nous sommes aux balbutiements d'une telle ouverture de marché sans aucune certitude, néanmoins la discussion est ouverte.

131. Entretien téléphonique avec François Streiff, architecte et représentant du PNR du Cotentin et Bessin, 5 septembre 2016

LES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION: ÉVOLUTION DES TENDANCES ET DE LEUR DIFFUSION

En France, quatre techniques de construction en terre crue sont présentes dans le bâti ancien : la bauge, le torchis, la brique de terre crue et le pisé. Elles ont toutes plus ou moins été reprises par les projets terres contemporaines. A ces quatre techniques, des nouvelles se sont ajoutés, comme la brique de terre comprimée (B.T.C.) qui a eu un rôle central au début du renouveau de la terre crue, ou bien la terre allégée, re-interprétation du torchis.

Notre base de données nous a permis d'analyser la répartition géographique de l'emploi de ces techniques et les tendances de cette répartition au cours des quarante dernières années.

L'ÉVOLUTION DES TENDANCES POUR LES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION, DE LA B.T.C. AU PISÉ

Quelles sont les techniques de construction en terre crue les plus utilisées aujourd'hui ?
Et quelles ont été les tendances depuis le renouveau du matériau terre ?

Notre inventaire montre que la technique la plus utilisée sur les quarante ans du renouveau de la terre crue est la B.T.C., unique technique utilisée pour 38 % des ouvrages recensés. Toutefois, la France n'échappe pas à l'engouement des architectes vis à vis du pisé. Il s'agit de la deuxième technique de terre la plus largement utilisée, à hauteur de 31 % des projets sélectionnés, et bien au-delà des régions où elle est présente dans le bâti ancien. Un des exemples significatifs est le projet du centre d'interprétation du patrimoine archéologique de Dehlingen (67) en Alsace, réalisé en 2014 en pisé, bien que la technique traditionnelle locale soit le torchis.

Aymone Nicolas, dans la publication « Construire en terre allégée », qui diffuse auprès du public français la recherche de l'architecte allemand Franz Volhard, fournit une intéressante interprétation de la prédominance de ces deux techniques dans l'utilisation contemporaine :

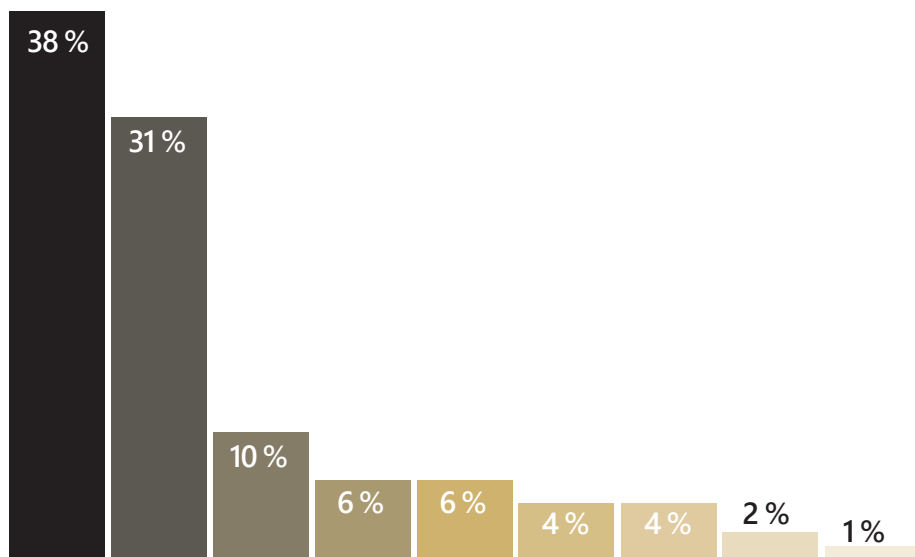
« Il est vrai que l'histoire du renouveau de la construction terre crue [...] est dominée par les techniques du pisé et du BTC, qui donnaient un label de modernité au matériau terre par leur dimension mécanisée. »¹³²

Aymone Nicolas

132. NICOLAS Aymone, Construire en terre en France, dans VOHLARD Franz, *Construire en terre allégée*, Cenate Sotto, Editions Acte Sud, avril 2016, p.30

Fig 14
Proportion des techniques utilisées dans la construction neuve en terre crue entre 1976 et 2015 en France métropolitaine
© Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

- B.T.C
- Pisé
- Mixte
- Brique de terre crue
- Terre coulée
- Bauge
- Terre allégée
- Torchis
- Autres (terre en vrac et projetée)



- Autres techniques
- Mixte
- Terre coulée
- Terre paille
- Brique de terre crue
- Bauge
- B.T.C
- Pisé

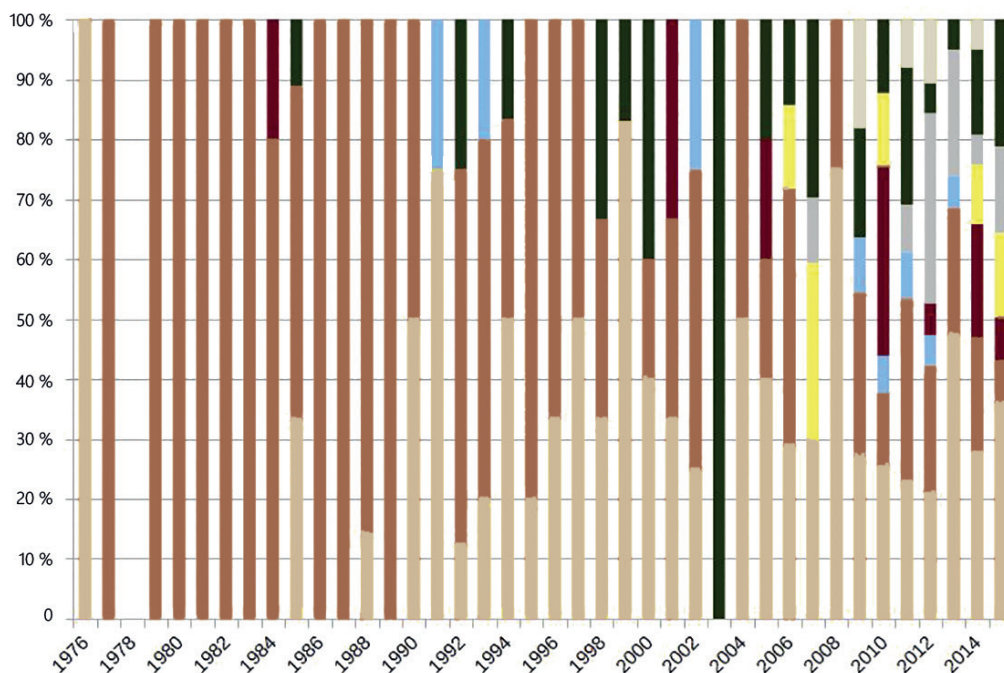


Fig 15
Proportion des techniques utilisées dans la construction neuve en terre crue entre 1976 et 2015 en France métropolitaine par année
© Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

Suivent les bâtiments qui cumulent plusieurs techniques de construction en terre (10 %). Les nouvelles techniques, comme la terre coulée (6 %) et la terre allégée (4 %), prennent leur place, à côté des techniques traditionnelles comme la bauge (4 %). Le torchis est, quant à lui, la technique moins utilisée (2 %).

Si nous considérons la répartition par techniques des ouvrages réalisés et par an depuis 1976, nous pouvons observer que la B.T.C., technique absolument dominante jusqu'en 1990, commence à laisser la place au pisé. Elle devient à partir de 2004, la technique la plus répandue. En parallèle, à partir de 1990, se développe une série d'autres techniques (bauge, brique de terre crue, terre allégée, terre coulée) qui sur les dernières années sont aussi présentes que la B.T.C.

Le succès de la B.T.C. apparaît donc lié au passé, et au début du renouveau de la terre crue en France, quand les maisons solaires se trouvaient à la pointe de l'innovation. Un exemple emblématique est le Centre d'application d'énergies solaires et de documentation au Castellet, réalisé en 1983 grâce au financement du Commissariat à l'énergie solaire, du Conseil régional PACA et de l'Association pour la conservation des sites de la région de Bandol. Sa construction fut filmée par une équipe de cinéastes du Musée des Sciences de La Villette. La presse locale déclarait : « L'immeuble est conçu pour recueillir, sans aide d'appareils, le maximum de rayonnement solaire et pour stocker les calories dans ses structures. ¹³³» Le bâtiment prévoit aussi des sols en terre chauffants, et des murs Trombe en BTC, de 30 cm. Les briques sont stabilisées à 8 %.

Aujourd'hui, la recherche scientifique sur la B.T.C. reste active.

Les nombreuses expérimentations menées sur cette technique, notamment par CRAterre, démontrent l'intérêt envers cette technique pour de nombreux projets de développement à l'international.

Le projet de recherche « Tercuso, 2009 de l'INSA – Université Paul Sabatier Toulouse III se concentre sur la caractérisation des matériaux B.T.C., briques crues et enduits terre.

En France, la B.T.C. représente la seule technique qui possède un contexte normatif technique. L'intérêt des grands producteurs français de ciment Lafarge et Vicat, intéressés par les marchés de l'hémisphère Sud se concentre sur cette technique, et des lignes de B.T.C. dédiées sont mises au point.

Mais dans la construction neuve en France métropolitaine, la B.T.C. cède sa place au pisé.

Si les bâtiments innovants solaires des années quatre-vingts se construisaient en B.T.C, leurs homologues contemporaines à énergie positive présentent plutôt une ossature bois et murs intérieurs en pisé, comme la Maison des Energies à Héricourt (Franche -Comté).

Pour comprendre quels facteurs ont conduit à la diffusion du pisé, nous devons analyser les

133. KIBLER François, dans Le Castellet, janvier 1983

paradigmes et les valeurs qui se sont affirmées dans le panorama architectural depuis l'époque des maisons solaires.

Le rendu esthétique et la matérialité de la terre crue deviennent un argument fort à l'origine du choix de ce matériau. Et l'aspect fini brut du pisé est particulièrement adapté au langage architectural contemporain.

Ariane Wilson nous invite à réfléchir sur l'esthétisation de la construction en terre, qui aurait débuté dans les années 1950-60.

« Le brut est devenu beau, moderne, honnête, pur. L'architecture en terre expose son matériau et depuis une dizaine d'années, les revues d'architecture publient en pleine page des gros plans sur des murs en pisé. »¹³⁴

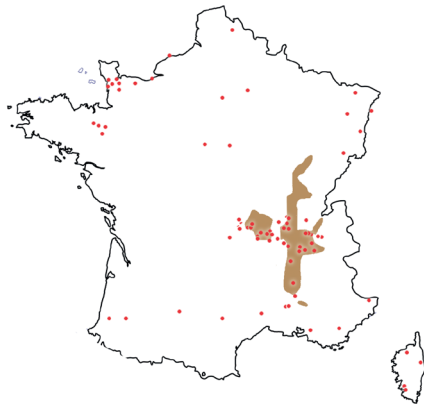
Ariane Wilson

Mais il ne s'agit pas uniquement de la texture du mur en pisé. La lisibilité du processus de sa mise en œuvre fascine aussi les architectes, ainsi que la relation qu'un bâtiment construit avec la terre des fondations instaure avec le sol du site, en « créant » ses strates. Hugues et Jean Bosc, concepteurs de la cave vinicole du Trevallon à Saint-Etienne-du-Grès (13) expliquent qu'ils recherchaient « un pisé qui serait composé essentiellement de la terre locale, de préférence celle du domaine. Nous demanderons à l'entreprise de traiter ce mur en strates continues, comme un carottage dans le sol du Domaine, les différents mélanges de terres (Saint-Victoire, Uzès, Alpilles) renforcent cet effet.»¹³⁵

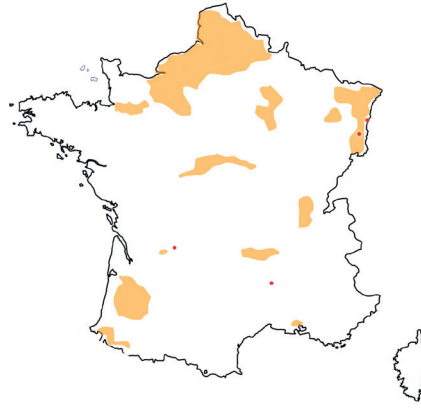
L'intérêt pour le pisé est à la base de l'accélération de l'innovation technique pour sa mise en œuvre qui sur les derniers vingt-cinq ans a permis de réduire les délais d'exécution, et d'ouvrir des nouvelles possibilités grâce à sa mécanisation et préfabrication.

134. WILSON Ariane, *Objectif terre*, dans Criticat n°13, Paris, Editions Criticat, printemps 2014, p.115

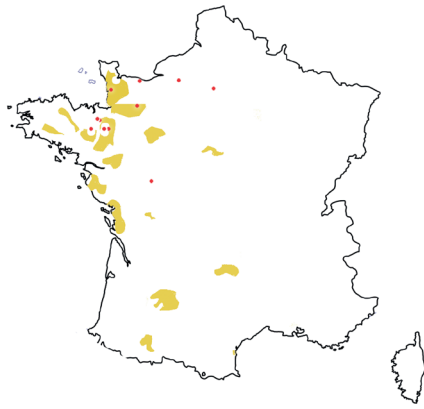
135. Entretien de Jean BOSCO, St-Etienne-du-Grès, 13 avril 2016



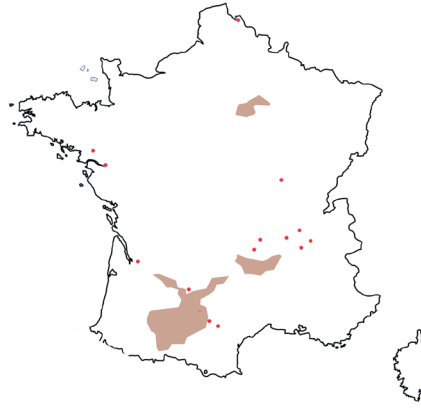
Le pisé



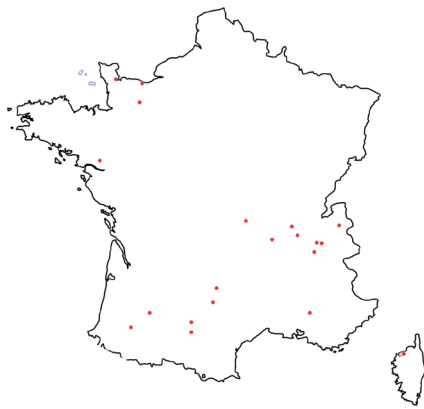
Le torchis



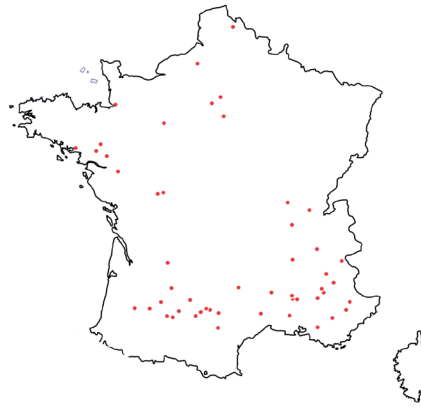
La bauge



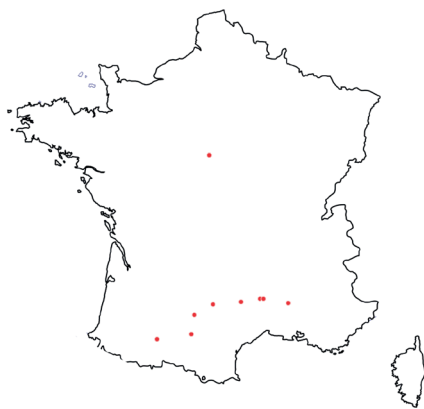
La brique de terre crue ou l'adobe



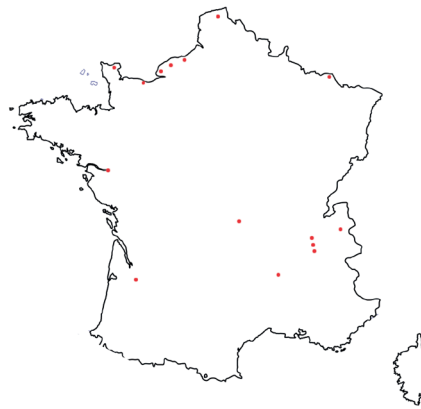
Les techniques mixtes



La bloc de terre comprimé (B.T.C)

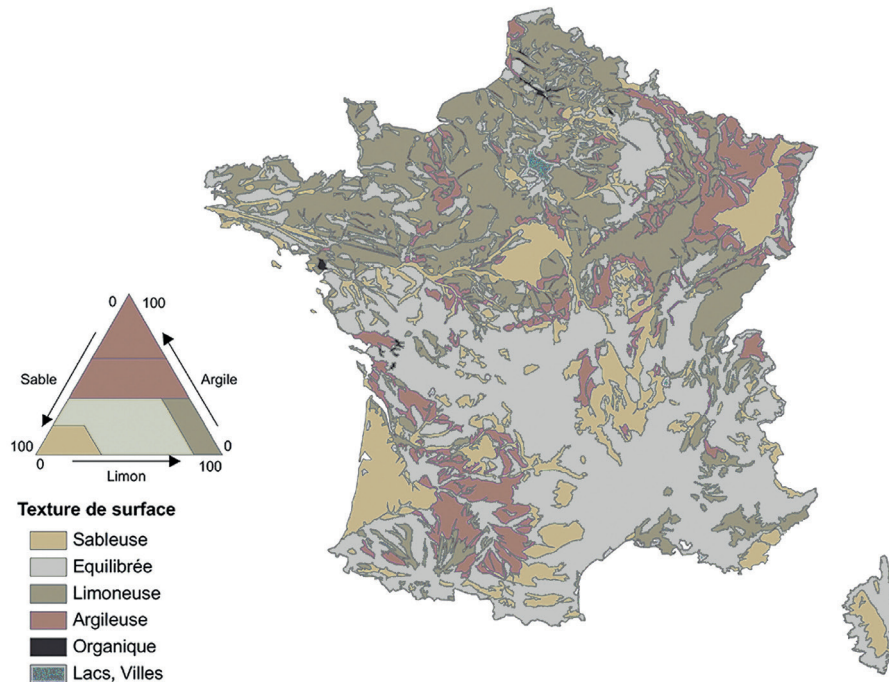


La terre allégée



La terre coulée

Fig 16
Inventaire des opérations de constructions neuves réalisées entre 1976 et 2015 par techniques superposé sur la carte du patrimoine des bâtiments en terre crue en France
Source: Bâtir en terre de Laetitia Fontaine et Romain Anger p.37, d'après la recherche d'Hubert Guillaud
© Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

**Fig 17**

Carte de la texture des horizons supérieurs du sol en France métropolitaine

Source : INRA, Base de données Géographiques des sols de France, 1998

LA RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION

Par rapport à la distribution géographique des techniques encore une fois, le bâti ancien est la clé. Le patrimoine en terre crue en France montre une répartition géographique claire des différentes techniques : « L'adobe [...], 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. ¹³⁶»

Cela est en relation avec les différents types de sol présents sur le territoire français. Nous pouvons remarquer que le patrimoine en brique de terre crue, par exemple, s'inscrit sur les sols de nature argileuse. En revanche, le patrimoine en pisé suit la géographie des terres sableuses, qui sont aussi utilisées dans le Nord de la France pour le torchis. La bauge et le torchis utilisent pour la plupart des terres limoneuses.

La répartition des types de sols est donc à l'origine de la situation géographique des techniques constructives vernaculaires, qui est à son tour déterminante pour l'architecture contemporaine. Nous pouvons observer que les nouvelles réalisations en bauge s'inscrivent sur le territoire où elle est traditionnellement présente, entre Bretagne et Normandie. Une exception importante est la Loire Atlantique, territoire de bauge qui est pour l'instant actif dans la dynamique du renouveau de la terre crue à travers d'autres techniques (la bauge est présente dans un ouvrage

136. ANGER Romain, FONTAINE Laetitia, *Bâtir en terre*, p.37

classé en tant que technique mixte, le Pôle enfance de Bouvron, qui est également constituée de parties en brique de terre crue. Une filière dynamique, le travail de sensibilisation et l'appui du Parc Naturel du Marais du Bessin et du Cotentin laissent prévoir un prochain développement de cette technique dans le Nord-Ouest.

La B.T.C. présente une forte concentration autour de la Haute-Garonne, où le pionnier Joseph Colzani a développé de très nombreux projets avec cette technique, mais elle est présente aussi en Rhône Alpes, dans le Sud-est, en Bretagne et vers l'Île de France. Son étendue est bien plus vaste que les territoires traditionnels de la brique de terre crue.

Le pisé est présent dans toutes les régions du renouveau de la terre crue, même si sa présence en Midi-Pyrénées reste minoritaire alors qu'en ce qui concerne l'ouest on retrouve une forte concentration d'ouvrages en Auvergne et Rhône-Alpes.

Le torchis apparaît être une technique en voie de disparition dans la construction neuve, malgré sa présence très répandue dans le patrimoine. Son évolution, le terre-paille/terre allégée se développe à petite échelle dans le Sud de la France.

Ses caractéristiques au niveau de l'isolation répondent aux exigences actuelles de la réglementation, et cela présente un intérêt croissant. La capitalisation des expériences conduites en Allemagne par l'architecte allemand Franz Volhard et réunies dans un ouvrage récemment traduit en français, ainsi que les tests de caractérisation en cours sur le terre-paille, en font une technique avec un important potentiel pour les prochaines décennies.

Une autre variante contemporaine du torchis est le torchis projeté, mis au point par l'entreprise Jolie Terre, qui permet de réaliser des parois de remplissage en projetant un mélange de terre et fibre sur des lattes.

La brique de terre crue reste confinée aux régions où elle est traditionnellement présente, à l'exception de quelques projets en Bretagne.

Il est important de mentionner que par rapport aux techniques de construction maçonnées, les données dont nous disposons présentent des cas d'ambiguïté : nous avons remarqué que la B.T.C. et la brique crue moulée ou extrudée sont parfois nommées de la même façon par les prescripteurs, et encore plus par les supports de documentation et dans la presse. Le marché de la B.T.C. reste néanmoins beaucoup plus développé que celui de la brique de terre crue. La présence beaucoup plus marquée de la B.T.C., révélée par cette étude, est un résultat cohérent avec le contexte de la filière.

La terre coulée se développe à partir de 2007, et arrive en 2015 à représenter 6 % des ouvrages réalisés du début du renouveau à nos jours. Elle se localise en particulier sur deux régions : dans le nord (Manche, Calvados, Seine Maritime), et en Rhône Alpes, où plusieurs chantiers expérimentaux ont été menés dans le cadre du Programme de recherche C2D2 – Béton d'Argile Environnemental sur la terre coulée (coordonné par le laboratoire CRAterre-ENSAG et commandité par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie).

Jacky Jeannet, architecte emblématique de la terre crue en France et co-fondateur de l'association Pisé Terre d'Avenir, se dit intéressé par cette technique. Il croit pouvoir répondre au problème de la perte du savoir-faire sur la construction en terre. Cette conviction naît du retour d'expérience en tant que formateur pendant de nombreuses années :

«Aujourd'hui, le manque d'entreprises est un blocage pour la terre crue. Le pisé c'est une technique difficile et fatigante. Nous avons formé plusieurs entreprises sur nos chantiers, et on peut encore en compter que deux ou trois. Entre les faillites, les départs à la retraite, on en perd beaucoup en route ; les entreprises ne se vendent plus, donc le savoir-faire disparaît, et à chaque fois il faut retourner former une nouvelle entreprise. De plus, il y en a beaucoup qui font une fois du pisé et ils ne veulent plus en faire. Pourquoi ? A cause des problèmes dûs aux intempéries, aux délais, car une entreprise moderne ne peut plus fonctionner comme ça, elle doit produire continûment. »¹³⁷

En conclusion, si le début du renouveau de la terre crue était marqué par une prévalence de la technique de la B.T.C., aujourd'hui le panorama apparaît plus varié. Si le pisé se diffuse grandement, des nouvelles techniques se développent, et la relation entre techniques pour la construction neuve et techniques utilisées dans le bâti ancien local devient moins directe. Si cela permet d'étendre les possibilités d'emploi de la terre crue, parfois les savoir-faire liés aux techniques traditionnelles restent confinés au domaine du patrimoine.

137. Entretien de Jacky JEANNET, St-André-le-Coq, 30 mai 2016

LE RÔLE DU MATÉRIAU TERRE DANS L'ARCHITECTURE CONTEMPORAINE

La terre crue présente une pluralité d'usages : en mur monolithique, maçonné, en voûte ou coupole, en remplissage, en enduit, en sol coulé ou compacté,...

Quels usages prédominent aujourd'hui ? Pour répondre à cette question, nous avons classé les ouvrages recensés en ouvrages qui utilisent la terre crue uniquement à l'intérieur du bâtiment, ouvrages qui l'utilisent pour les murs extérieurs aussi, et aménagements extérieurs, pour lesquels cette distinction est moins nette.

Le critère matériau terre porteur ou non porteur aurait aussi apporter des réponses à ce sujet, mais cette information s'est révélée plus difficile à obtenir avec certitude, et donc impossible à utiliser comme principe de classement pour la totalité des ouvrages recensés.

Si nous analysons la répartition des ouvrages selon les trois catégories décrites ci-dessus, nous observons que dans la majorité des ouvrages recensés le matériau terre est utilisé pour construire les murs extérieurs (60 % des ouvrages). La terre crue est employée uniquement pour l'aménagement intérieur pour 31 % des projets recensés. L'usage de la terre, dans ce cas, se fait par rapport à ses qualités physiques : murs trombe, murs masse, parfois couplés avec des points de chaleur (cheminée, radiateur ou poêle à bois).

LES FONCTIONS ET TENDANCES DE LA TERRE CRUE POUR LES AMÉNAGEMENTS INTÉRIEURS

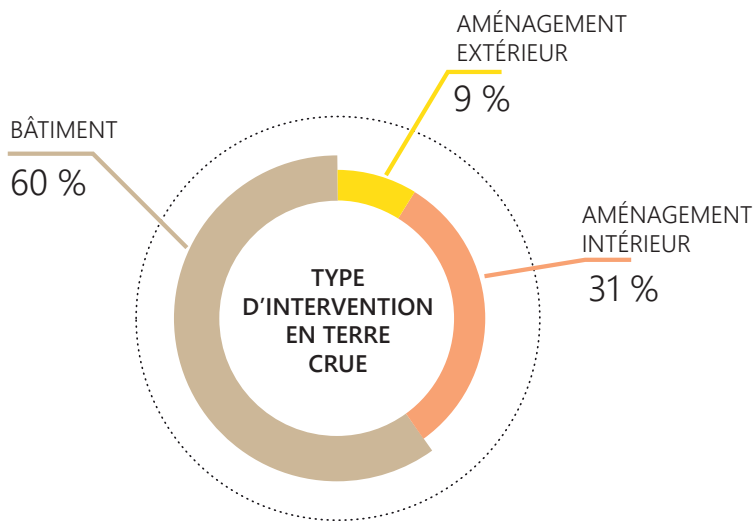
Les éléments constructifs qui utilisent la terre crue à l'intérieur du bâtiment répondent à plusieurs fonctions. Murs, parois, plus rarement voûtes et coupoles, sols en terre et enduits (bien que notre étude ne couvre pas les projets qui utilisent la terre uniquement en enduit) contribuent au confort et souvent jouent aussi un rôle esthétique. Ils améliorent le confort hygrométrique et thermique des aménagements ambiances intérieures, en régulant l'humidité de l'air et en apportant de l'inertie thermique.

Mais la terre est plus qu'un matériau avec une forte inertie thermique. A la différence du béton de ciment ou de la brique cuite, la terre crue contient de l'eau : elle est un matériau naturel à changement de phase. Tout matériau possède une capacité à stocker ou à céder de l'énergie sous forme de chaleur. Pour la plupart des matériaux de construction, le transfert de chaleur se fait par chaleur sensible : un mur ou un sol peut relâcher ou stocker de l'énergie naturellement par simple variation de sa propre température.

En parallèle à ce processus qui correspond à la partie minérale du mur en terre, l'eau contenue dans le mur peut conserver ou évacuer de l'énergie par simple changement d'état. En s'évaporant si elle reçoit de la chaleur ou en se condensant dans le cas contraire, l'eau tout en conservant une température constante (transfert thermique par chaleur latente). La quantité d'eau contenue dans la terre est limitée, mais il est important de noter que les quantités d'énergie mises en jeu dans le processus de changement de phase sont bien plus importantes que celles qui interviennent lors de transferts sensibles, les seuls possibles avec les matériaux qui ne sont pas à changement de phase. Cela a été vérifié dans le cadre du projet Primaterre,

Fig 18

Proportion des types d'intervention en terre crue sur les ouvrages recensés entre 1976 et 2015 en France métropolitaine
©Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale



- B.T.C
- Brique de terre crue
- Techniques Mixtes
- Terre coulée
- Autres techniques (Bauge, torchis, terre en vrac entre 1 et 2% pour chacune)
- Terre allégée

Fig 19

Proportion des techniques utilisées pour l'aménagement intérieur (hors enduit) par rapport aux ouvrages recensés entre 1976 et 2015 en France métropolitaine
©Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

USAGE DE LA TERRE DANS L'AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR

Murs capteur et accumulateurs de chaleur

Atelier mécanique du campus Beaulieu à Rennes (Bauge) @ A-L Antoine et E. Carnevale

Maison à Corbel (pisé) @SCOP Caracol



Aménagement intérieur

Maison des associations à Manom (terre coulée) @Philippe Ruault

Lycée à Clisson (Brique extrudée) @ Argilus



Aménagement intérieur

Maison du PNR du Gâtinais à Milly-la-Forêt (B.T.C) @ Michel Denancé

Villa à Château-Thierry (Pisé) @ A-L Antoine et E. Carnevale



Aménagement intérieur

Pôle santé à la Haye-du-Puits (Pisé) @ François Streiff

Eco-gîte Embruns d'Herbe à la Pointe du Raz (dalle et chape en terre) @ Franck Debouté



l'équipe du Laboratoire Génie Civil et Bâtiment de l'École Nationale des Travaux Publics de l'État (ENTPE) de Lyon conduit depuis 2013 des recherches sur le comportement hygrothermique du pisé, à différentes échelles et notamment sur une maison instrumentée de St-Antoine l'Abbaye. Un calcul purement thermique a mis en évidence un fort déphasage entre le pic de température extérieure et le pic de température du mur, qui été mesuré en 6 heures (pour un mur de 50 cm.). Cela « ne peut pas être expliqué par la seule capacité thermique du matériau. Il est ainsi possible que les changements de phases de l'eau, par le phénomène de chaleur latente, viennent contribuer à augmenter l'inertie thermique apparente des murs.¹³⁸» En ce moment, le CSTB mène des recherches pour utiliser dans la rénovation des bâtiments tertiaires à structure légère certains matériaux à changement de phase comme la paraffine ou les acides gras. Pour la terre crue, cette propriété particulière a été étudiée par l'architecte Joseph Colzani, sur des échantillons de mur avec des systèmes chauffants et refroidissants intégrés dans des briques crues, qui ont été utilisés dans les murs intérieurs du Monastère de Nalanda.

Aujourd'hui, le mur capteur est toutefois le système le plus répandu pour exploiter les propriétés de régulation thermique de la terre crue. Ce principe aurait pu être réalisé à très grande échelle déjà en 2001, pour le bâtiment R+5 de Salvatierra, comme l'explique Jean-Yves Barrier¹³⁹. « Dans les premiers croquis, le bâtiment était entièrement en bauge et protégé dans une serre, avec la bauge apparente, sans enduit. » Yves Maurer et Catherine Proux l'ont repris pour le projet de l'atelier mécanique n°16 du campus de Beaulieu, avec une façade entièrement constitué par mur capteur en bauge derrière une paroi de verre, et répliqué pour le Bâtiment «Mouvement-Sport-Santé» ENS Cachan du Campus de Ker Lann à Bruz, mais avec un mur en pisé. Nous retrouvons ce principe dans la Médiathèque de Betton, où se loge une petite forêt tropicale entre le mur rideau et un grand mur capteur en bauge stabilisée.

A une plus petite échelle, nous retrouvons de très nombreux exemples de murs en terre crue associés à un poêle, en attendant de voir des modèles de poêle avec murs en pisé intégré comme ceux conçus par Martin Rauch. Ce type de solution permet d'optimiser la production de chaleur, et va se diffuser quand le coût de l'énergie nécessaire pour chauffer et climatiser intégrera son coût environnemental, prévoit Alain Marcom de l'entreprise Inventerre : « Pour l'instant, l'énergie ne coûte pas chère. Mais quand la balance va s'inverser, on va remarquer l'intérêt naturel de la terre pour économiser l'énergie pour chauffer ou refroidir.»¹⁴⁰

Comme expliqué précédemment, souvent les éléments en terre répondent à la fois à des enjeux de confort, en apportant de l'inertie ou bien en étant couplés avec un point de chaleur ou à une serre, mais également des enjeux dans la qualité architecturale, en permettant de

138. HEITZ Philippe, MOREL Jean-Claude, FABBRI Antonin, SOUDANI Lucile, CHAMPIRÉ Florient, MEUNIER Nicolas, *L'isolation du pisé : pertinence et principes*, Laboratoire Génie Civil et Bâtiment, École Nationale des Travaux Publics de l'État - Translettre Août 2015, p.7

139. Entretien de Jean-Yves BARRIER, Tours, 9 mai 2016

140. Entretien d'Alain MARCOM, Lyon, 11 juillet 2016

laisser le matériau terre bru. Il s'agit pour beaucoup de projets récents d'habitat individuel d'un mur pisé écrien, qui permet d'apporter l'inertie et la régulation hygrométrique du pisé, son aspect fini brut est également apprécié, sans que le coût de réalisation du pisé compromette l'enveloppe budgétaire.

Utiliser la terre crue uniquement à l'intérieur permet d'éviter un obstacle important : la nécessité d'isoler des murs en terre crue. La réglementation en vigueur demande des coefficients d'isolation importants, et ne valorise pas beaucoup l'inertie thermique. Le résultat est un cadre réglementaire défavorable à l'utilisation de la terre crue pour l'enveloppe du bâtiment. Une solution est de réaliser des doubles murs isolés, système intéressant même si il est onéreux, comme nous expliquerons dans le chapitre Des pratiques de chantier en (r)évolution.

LES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION EN TERRE POUR L'AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR

Si nous analysons les techniques utilisées pour réaliser des éléments d'aménagement intérieur, 75 % sont en brique de terre crue, soit comprimées (60 %), soit extrudées ou bien moulées (15 %). Cela peut s'expliquer par la simplicité de mise en œuvre des systèmes constructifs maçonnés par rapport aux systèmes monolithiques une fois que les murs extérieurs et le plafond enferment l'espace.

Dans le cas de figure du mur écrien dans une maison individuelle, il s'agit pour la plupart du pisé, mais on retrouve des exemples de murs en B.T.C. ou bien en adobe, ou encore des cloisons en terre-paille (Logements La Ruche).

Pour les bâtiments public, il s'agit plutôt de la B.T.C. pour les équipements publics scolaires (École primaire «Ecol'eau » à La Chevallerai, Lycée de Clisson), en version mur chauffant pour la l'école de Damiatte ; mais nous observons aussi la présence de quelques exemple en bauge (Pôle enfance de Bouvron) ou en terre-paille (Crèche de Thoiras).

En revanche, le pisé est utilisé dans la plupart de bâtiments institutionnels et des équipements culturels (Musée de paléontologie à Villers sur Mer), avec des exemples en B.T.C. (Maison du Parc Naturel Régional du Gâtinais à Milly-la-Forêt) et terre coulée (Maison inter-générationnelle des associations et de l'enfance à Manom, Musée du Marais à Saint-Omer) et même en adobe (Espace Insectes vivants du Musée Micropolis, Saint-Léons).

Enfin, le pisé se retrouve fréquemment dans les projets publics ou privés liés à la santé (Pôle de santé à La Haye du Puits, Maison de santé de Badonviller, Médipôle Gentilly à Maxéville lés Nancy). Cela est intéressant en vue des obstacles rencontrés par des architectes comme Hervé Redarès, qui proposent de la terre crue dans les bâtiments scolaires pour des questions d'hygiène et de santé¹⁴¹.

141. Entretien de Hervé RÉDARÈS, Soudorgues, 14 avril 2014,

LES MURS PORTEURS, NON PORTEURS ET LE REMPLISSAGE

Parmi les projets qui utilisent la terre crue pour les murs périphériques, de nombreux ouvrages en terre ne sont pas porteurs. En particulier, ceux qui sont réalisés sur les dernières années, contrairement à ce que nous pourrions imaginer : le retour d'expérience des premières réalisations du renouveau de la terre crue, pour la plupart en terre porteuse, n'ont pas conduit à crédibiliser le matériau ni à faciliter son utilisation pour des éléments structurels aujourd'hui. Les murs en terre servent souvent de remplissage de structures en béton, même sur des épaisseurs importantes (comme pour le Domaine de Trevallon, où l'impératif des délais face à une succession de variantes différentes pour la structure, ainsi que les contraintes de contreventement ont conduit à la réalisation d'un mur de 70 cm d'épaisseur non porteur). Pour les façades des résidences de l'IAMM, ainsi que pour les nouveaux projets en milieu urbain (Tour pour le concours Réinventer Paris, immeuble de tertiaire pour l'Orangerie à Lyon, en cours de définition) la terre crue est utilisée en tant que parement extérieur devant un remplissage.

La réticence à utiliser la terre en tant que matériaux principal et porteur est en relation avec le cadre réglementaire. Néanmoins, parfois elle relève d'une méconnaissance de la durabilité des structures en terre, construites avec des logiques, des systèmes constructifs et des détails appropriés. La ville de Shibam, au Yémen, compte des bâtiments qui atteignent les 30 mètres de hauteur, dont certains datent du XVI^e siècle.

Mais en Europe le mythe du matériau fragile et éphémère perdure. Cela est dû en partie à une interprétation de la solidité fondée sur la performance du matériau et non pas sur l'intelligence de la conception. Comme l'explique Patrice Doat :

« L'ingénieur cherche à dire « c'est un matériau fragile, on va le consolider ». Nous on préfère dire « ce n'est pas le matériau qu'il faut consolider, c'est l'architecture. C'est la culture du dur contre la culture du mou. »¹⁴²

Patrice Doat

La réversibilité de la terre constitue un point fort de son bilan carbone, l'intervention de Anna Heringer au XII^e Congrès mondial Terra 2016 « Embrace vulnerability », incitait à embrasser sa vulnérabilité.

Mais ceci n'est pas le seul facteur en jeu. La composition des sols, qui est différente d'un

¹⁴². Entretien de Patrice DOAT, Grenoble, 10 février 2009, dans VEYSSEYRE Solène, Rapport d'étude de Licence 3, ENSAL, p.27

endroit à l'autre, rend difficile la caractérisation standardisée de la terre. Ronald Rael de l'université de Berkeley nous explique que cela « tombe mal pour le rôle de la terre dans une société capitaliste. Dans plusieurs pays, il devient illégal de construire en terre à cause de codes normatifs émis par les municipalités. Si ces décisions sont prises au nom de la sécurité, il est probable que les produits industrialisés aient exercé leur pouvoir de lobbies pour empêcher la diffusion d'un matériau gratuit et versatile comme la terre. »

Là où la terre est acceptée à l'intérieur dans des normes de constructions, spécialement aux Etats-Unis, la sur-construction de poutres de chaînage et de fondation qui est demandée pour pallier au manque de connaissance des méthodes traditionnelles provoque des coûts de construction plus hauts. Ces améliorations non-nécessaires demandent souvent de la main d'œuvre spécialisée et un outillage spécifique, en faisant de la terre crue un matériau économiquement accessible uniquement pour les plus riches.»¹⁴³

Nous comprenons alors que la multiplication des obstacles normatifs à l'emploi de la terre crue en France depuis le début de son renouveau n'est pas uniquement un phénomène français. Très souvent pour des projets en terre crue, le bureau de contrôle avance une demande d'avis technique expérimental (ATEX), et le même bureau est ensuite missionné pour contrôler et vérifier l'avis émis par un laboratoire. Ce système peut donc encourager une utilisation non-nécessaire d'avis techniques, qui génère des surcoûts et des délais et peut bloquer l'utilisation du matériau terre en faveur de matériaux plus conventionnels.

En conclusion, nous observons que la terre est loin d'être toujours utilisée pour des enveloppes porteuses. Son utilisation ponctuelle parmi d'autres matériaux est une tendance qui répond à des exigences réglementaires et architecturales actuelles. Néanmoins, les obstacles normatifs et opérationnels (assurance, bureau de contrôle, difficultés de calcul des structures) ou une connaissance limitée du potentiel du matériau amènent à une utilisation incomplète de ses possibilités en remplissage sur une grande épaisseur ou bien en parement extérieur.

143 . RAEL Ronald, *Earth architecture*, p.10

Photo du haut

Vue d'une des 11 maisons en B.T.C de l'association Le Village à Cavaillon. 4 maisons ont une voûte nubienne. L'ensemble de la structure en terre est porteuse
© CRAterre

Photo du bas

Vue des 3 bâtiments de logements étudiants de l'IAM de Montpellier. Les pignons en pisé sont du remplissage et sont non-porteurs
© Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale



UNE PRODUCTION ARCHITECTURALE VARIÉE OÙ LE MATÉRIAU TERRE SE DISTINGUE

« les fonctions des bâtiments construits récemment dépassent largement le logement, catégorie privilégiée par le discours à l'époque du domaine de la Terre. »¹⁴⁴

Arianne Wilson

Arianne Wilson écrit dans son article cette réflexion après avoir analysé la sélection des projets du Premier Prix National de l'Architecture de 2013. Avec notre recensement et notre analyse, nous sommes arrivées aux mêmes conclusions.

QUI SONT LES COMMANDITAIRES ?

L'architecture contemporaine en terre crue couvre la commande publique et privée. La proportion entre les deux est de 63 % pour le marché privé et 37 % pour le marché public. La commande privée est certes plus importante, néanmoins la commande publique représente un réel levier pour le changement d'image du matériau terre et la crédibilité de la filière. En effet, un bâtiment public marque le paysage et est identifiable par la communauté. Ce sont des lieux ouverts au public et leurs cahiers des charges sont soumis à beaucoup plus de règles que ceux du marché privé (hors bâtiments avec un programme très spécifiques comme l'industrie...). Les ouvrages en terre sont ainsi visibles de tous et démontrent par l'expérience qu'il est possible de construire avec ce matériau. Ce rôle pédagogique peut susciter de l'intérêt auprès du public et donner l'idée de répliquer cette expérience dans les foyers par exemple.

L'emploi de la terre crue peut être une initiative du maître d'ouvrage ou bien une proposition de la maîtrise d'œuvre. L'analyse des entretiens des commanditaires réalisés lors du Tour de France montre plusieurs cas de figure. Si le commanditaire est volontaire pour utiliser de la terre crue, souvent il connaît déjà le matériau pour avoir vécu dans une maison en terre ou bien être entouré d'un patrimoine en terre, ou encore à cause d'un voyage, une référence de bâtiment, une mission humanitaire ou pour ses connaissances des propriétés de la terre. Il a donc un intérêt et des connaissances sur le matériau et défend une éthique.

144. WILSON Arianne. *Objectif terre*, p. 111

Pour l'école de Veyrins Thuellin, « la construction en pisé est une volonté de la maîtrise d'ouvrage. (...) Elle est née d'une idée isolée du maire du moment, François Delextrat, qui appréciait le pisé en tant que matière naturelle et locale. (...) Elle a fait son chemin dans l'équipe municipale dont certains élus avaient des réticences au départ. Au niveau de la population, c'était pareil. Tout ça a abouti à un compromis lors de la rédaction du programme et de l'appel d'offre. Et nous avons indiqué notre volonté d'avoir au moins un signal de cette construction en pisé traditionnelle sur le futur bâtiment. Cette décision a été mise en pâture aux différents architectes qui ont bien voulu nous répondre.»¹⁴⁵

**«Nous ne voulions pas d'une construction ancestrale.
La réalisation que nous avons aujourd'hui, c'est du
pisé porteur du XXI^e siècle.»** ¹⁴⁶

René Deschamps

Si la maîtrise d'œuvre est force de proposition pour utiliser la terre, la maîtrise d'ouvrage va s'intéresser, acquérir des connaissances techniques et un jargon. En règle générale, le commanditaire s'investit, communique facilement sur le déroulement dit « expérimental » de l'opération et en devient le porte-parole. L'expérience avec la terre n'est jamais ressentie comme étant banale. Bien entendu, l'analyse traite des ouvrages où le maître d'ouvrage a accepté le choix de la terre crue et le matériau a été présent dans le projet dès la conception. Nous avons aussi observé plusieurs projets où la terre, en cours d'étude, a été substituée par un autre matériau.

Pour l'IAM de Montpellier, c'est la maîtrise d'œuvre qui a proposé le pisé. Cependant la maîtrise d'ouvrage a choisi leur projet parmi d'autres propositions sans terre. Elle s'est investie dans le projet et l'a défendu jusqu'à la livraison. La terre fait maintenant partie intégrante du site universitaire au point que l'Auditorium a été rénové quelques années après avec un mur complet en enduit en terre. « Nous avons été retenu il y a 10 ans pour le concours de l'IAMM. Nous avons proposé de mettre de la terre dans ce projet, car nous trouvions que ça s'y prêtait. L'IAM, c'est l'Institut des Hautes Etudes Agronomiques. C'est un secteur innovant où on réinvente aussi. Ce qui nous a frappé, c'est le site magnifique, la terre était déjà là. Le pisé est venu naturellement dans le projet. L'IAM représente le bassin méditerranéen avec toutes ces références au Maroc, aux projets en terre. Nous nous sommes dit, comme le dicton de la terre à l'assiette en agronomie, qu'il était évident de réutiliser ce matériau oublié pour ce projet. De plus, le Directeur de l'IAM était sensible au matériau terre et considérait qu'il avait un rôle pédagogique, tout comme nous. (...) Nous avons pris le risque au concours de proposer les bâtiments avec certaines façades tout en pisé. Nous savions que nous allions nous heurter

145. Entretien de René Deschamps, élu municipal de Veyrins Thuellin, Veyrins Thuellin, 6 avril 2016

146. Entretien de René Deschamps, élu municipal de Veyrins Thuellin, Veyrins Thuellin, 6 avril 2016

aux manques de normes et au CSTB.»¹⁴⁷

Le profil des maîtrises d'ouvrage publiques des bâtiments recensés est représentatif du marché public conventionnel : communes, métropoles, conseils généraux et régionaux, universités, instituts de recherche, bailleurs sociaux, etc.

Celui des maîtrises d'ouvrage privées est plus surprenant et annonce déjà la variété des programmes où peut s'inscrire le matériau terre : particuliers, auto-constructeurs, viticulteurs, agriculteurs, commerçants, associations à but non lucratif, agences d'architecture, bureaux d'étude, médecins, promoteurs, coopératives de construction, etc.

UNE PROGRAMMATION RICHE ET UNE VALORISATION DU MATÉRIAU

Le matériau terre crue est utilisé dans l'architecture contemporaine sous différentes formes et s'adapte à une programmation variée allant d'un musée à une maison de santé, à la commande d'un mur paysager jusqu'à la réalisation d'une maison individuelle. Les fonctions des ouvrages ont été classées en six catégories pour l'inventaire, commandes privées et publiques confondues : habitat individuel, habitat collectif et groupé, équipement public (scolaire, sportif, culturel, de service, etc), bâtiment d'activités (bureau, commerce, bâtiment d'exploitation, laboratoire, hôtellerie), bâtiment culturel et aménagement extérieur.

La terre crue est majoritairement présente dans l'habitat individuel, à hauteur de 42%. Ce résultat reflète la mobilisation des auto-constructeurs et des particuliers pour le matériau, correspond à une démarche écologique et révèle aussi un contexte réglementaire plus favorable. Le rapport entre la maîtrise d'ouvrage et la maîtrise d'œuvre est plus proche, sans intermédiaires. Le commanditaire engage moins de responsabilités que pour un équipement recevant du public. Les éventuels surcoûts générés par le lot terre peuvent être réduits grâce à l'auto-construction ou bien par les chantiers participatifs. Les statistiques comprennent les ouvrages où le matériau terre crue est employé pour construire le clos couvert mais aussi pour l'aménagement intérieur (cloisons, mur accumulateur).

Ensuite arrive l'équipement public, avec 27% des opérations réalisées. Ces deux premières catégories sont moteur de la construction neuve en terre crue recensée. Le projet d'équipement public offre la possibilité à l'architecte de dépasser ses limites et d'expérimenter : la mise en œuvre d'un tel bâtiment devient un laboratoire de construction et à terme une vitrine. Sachant que pour un établissement recevant du public (ERP), réaliser un ouvrage en terre est un défi : la terre a su prendre sa place dans des programmes variés avec des cahiers des charges exigeants.

La terre s'invite également dans la construction de bâtiments d'activités à hauteur de 12%. Le matériau est ici utilisé pour ces propriétés physiques naturelles comme l'hygrothermie et le déphasage de température, notamment pour les caves viticoles et pour ses qualités

147. Entretien de Nathalie Porthal, architecte associée de l'agence Porthal-Tessier, Montpellier, 15 avril 2016

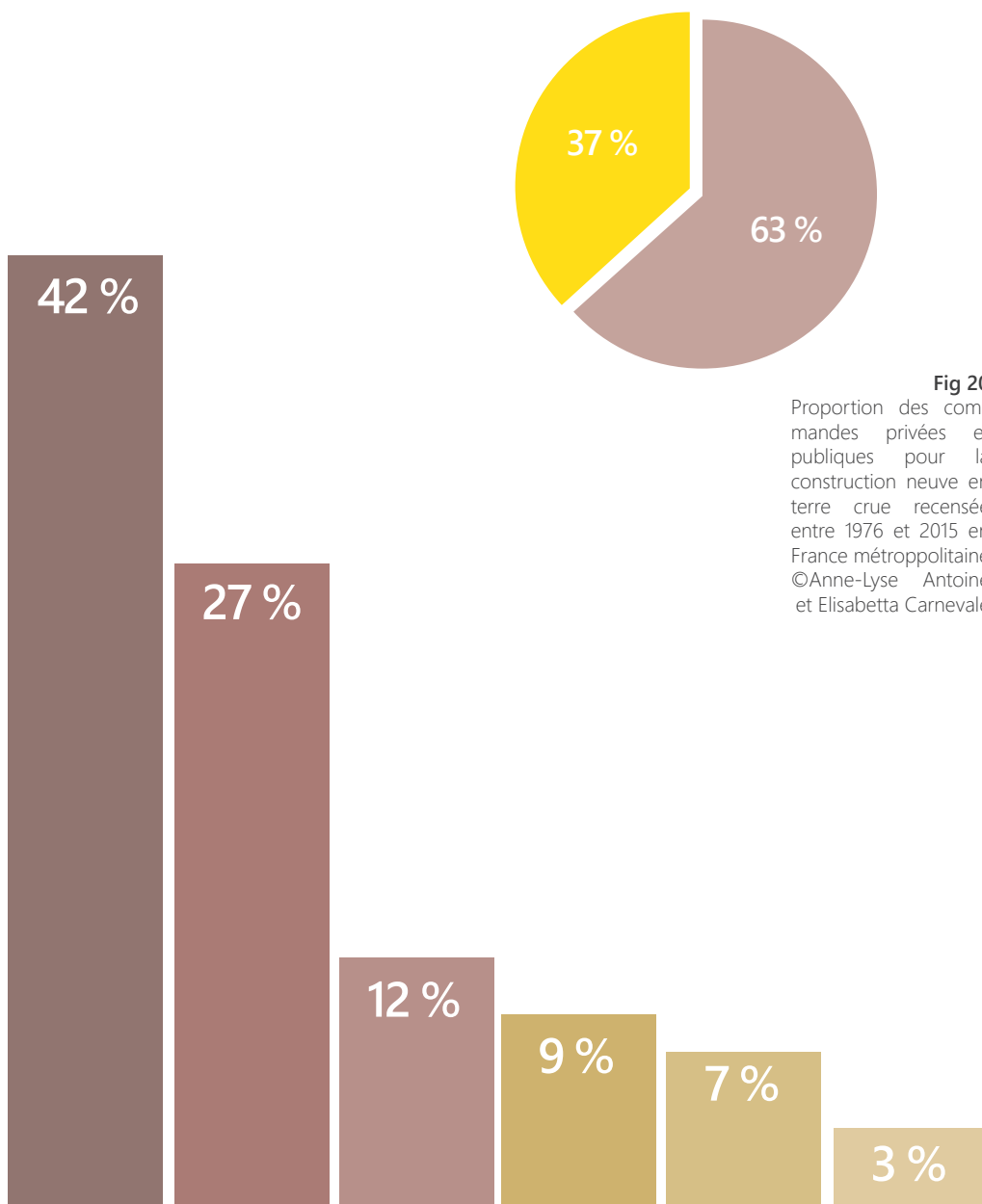


Fig 22
Proportion des commandes privées et publiques par rapport aux types de programmes pour la construction neuve en terre crue recensée entre 1976 et 2015 en France métropolitaine
©Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale



DES ARCHITECTURES EN TERRE CRUE VARIÉES AVEC UNE EXPRESSION CONTEMPORAINE ET RÉPONDANT À DES USAGE ACTUELS !

HABITAT INDIVIDUEL ET COLLECTIF

Maison individuelle



Maison à Albi
@Alain Klein

Maison à Theurtéville-Bo-
cage @ Frédéric Bon

4 villas à Château-Thierry
© Philippe Dubreuil

Extension



Extension d'une maison à
Sermentizon © PNR Livra-
dois Forez

Extension d'un mas à
Saint-Rémy de Provence
@AL. Antoine, E. Carnevale

Extension à Villefontaine
© SCOP Caracol

Habitat collectif et groupé



120 logements étudiants à
Montpellier
@AL. Antoine, E. Carnevale

Salvatierra, 43 logements
à Rennes @AL. Antoine, E.
Carnevale

Eco-hameau la Chabeau-
dière à Saint-Antoine l'Ab-
baye @CAUE Isère

BÂTIMENT CULTUEL



Monastère bouddhiste à La-
vaur @AL. Antoine, E. Car-
nevale

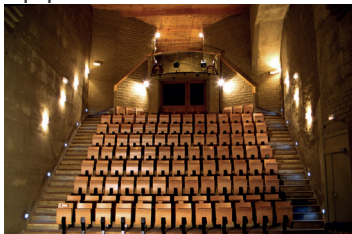
Foyer sacerdotal à Ars sur
Formans @Association Tera

Eglise du Monastère Notre
Dame du Torrent au Thoro-
net @Thierry Joffroy

EQUIPEMENT PUBLIC ET AMÉNAGEMENT EXTÉRIEURS

Equipement culturel

Auditorium musical à Pigna
@ François-Xavier Bartoli



Maison du PNR des marais
du Cotentin et Bessin
@ Marc Grosselin



Médiathèque de Betton
@AL. Antoine, E. Carnevale

Equipement scolaire et de santé

Centre sportif à Rennes
@Yves-Marie Maurer



Groupe scolaire à
La Chevallerais
@Belenfant et Daubas

Espace d'accueil de jour
pour personnes autistes à
Médreac @Lena Riaux

Aménagement extérieur

Murs funéraires à Audrieu
@DVN Architectes



Musée Mandrin à Saint-Genix
sur Guiers @AL. Antoine, E. Carnevale

40 jardins familiaux à
Avignon
@Association L'Espelido

BÂTIMENT D'ACTIVITÉS

Bureau

Bureaux l'orangerie à Lyon-
confluence
@Diener-Diener & Vergély



Bureaux Izuba à Fabrègues
@Vincent Rigassi

Centre d'apprentissage et
de formation Sainte-Barbe
@Ariétur

Bâtiment agricole

Cidrerie à la Ferrières-aux-
Etangs @AL. Antoine, E.
Carnevale



Bâtiment de maraîchage à
Sassenage @AL. Antoine, E.
Carnevale

Cave viticole le Trevallon à
Saint-Etienne du Grès
@Hugues & Jean Bosc

Commerce et hôtellerie

Magasin Wolfberger à Col-
mar @AL. Antoine, E. Car-
nevale



Boutique de sport Endu-
rance à Paris (14e) @Cycled

Gîtes à Lumio
@François-Xavier Bartoli

esthétiques, surtout pour les commerces.

L'habitat collectif et groupé arrive en 4^e position avec 9%. Cette catégorie pressentie comme étant le levier de l'architecture contemporaine en terre crue au début de son renouveau reste en retrait. Les causes sont multiples : le manque de réglementation du matériau et des règles de l'art, la recherche d'économie du projet, les délais d'exécution compressés, la demande d'Avis Techniques et la frilosité des promoteurs.

Néanmoins, le matériau terre peut jouer un rôle intéressant dans le logement social pour limiter les surcoûts d'entretien du bâtiment et baisser les factures de consommation d'énergie. Un Appel à Manifestation d'Intérêt (AMI) a été lancé en 2016 à Rennes par l'Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de Rennes (I.A.U.R), l'association d'architectes Acroterre et La Maison des Sciences et des Hommes en Bretagne (MSHB) pour monter une équipe pluridisciplinaire comprenant aussi des bailleurs sociaux et réfléchir sur l'avenir du matériau terre crue dans la construction et la transition énergétique du secteur du Bâtiment. « L'objet de l'AMI est de réinventer la pertinence d'un matériau biosourcé à base de terre crue, dans un contexte de transition énergétique avec la préoccupation fondamentale du bien-être des populations, d'où l'importance d'associer les sciences sociales et de poursuivre la recherche sur les liens entre urbanisme, architecture et santé. Ce projet vise à expérimenter grandeur nature une construction, en rassemblant les différents champs disciplinaires sur trois ans (durée ajustable), pour aboutir à des micro-constructions et à la réalisation d'un immeuble collectif R+3.»¹⁴⁸

Cette initiative pose les contraintes de la construction en terre. Le groupe réfléchit à la réalisation d'une opération pouvant servir d'exemple pour désamorcer les blocages comme construire un mur en terre structurel, monter un ouvrage haut, sans réglementation et économique. L'habitat collectif est, pour ce groupe de professionnels, un programme fort, car il est le plus construit sur le territoire et répond à une demande forte.

La catégorie « aménagement paysager » se situe au 5^e rang avec 7%. La terre, en tant qu'ouvrage, a des fonctions de délimitation d'espace : mur d'enceinte, de clôture ou bien paysager. Elle s'adapte aussi à d'autres usages : mobilier urbain, cabanon de jardin, intervention artistique. L'ouvrage subit les intempéries et résiste.

L'usage de la terre crue pour la construction de bâtiment cultuel a été surprenant, même s'ils ne représentent que 3% des projets recensés. Matière originelle, elle répond à des aspirations spirituelles et locales. Pour d'autres, elle renvoie aux fonctions des moines constructeurs de l'époque médiévale. Par exemple, les briques de terre crue ont été produites par les sœurs de Bethléem pour réaliser elles-mêmes l'Eglise du Thoronnet entre 1992 et 2000.

La production architecturale neuve en terre crue a su donc s'imposer, à son échelle, face aux

148. IAUR, Acroterre, MSHB, Séminaire introductif à l'Appel à Manifestation d'Intérêt, Compte-rendu du 1^{er} séminaire, Rennes, 1^{er} avril 2016, p. 2

exigences réglementaires et aux cahiers des charges des équipements publics. Les bâtiments culturels (médiathèque, auditorium, etc...), les bâtiments d'exploitation (viticole, agricole) ou bien les bâtiments de conservation (musée, stockage, ..) demandent une stabilité hygrométrique, une température constante et une acoustique performante. Le matériau terre a ces capacités que nous avons pu constater lors de notre tour de France notamment à la médiathèque de Betton avec son mur courbe en bauge, à la cave viticole du Trevallon à Saint-Etienne du Grès avec son mur périphérique de 70 cm d'épaisseur et au CEES à l'INRA avec son coffre-fort en pisé. Le matériau s'est vu valorisé grâce à l'exploitation appropriée de ses propriétés physiques naturelles qualitatives et à l'expression de son rendu.

Par exemple à l'école de Bouvron, le directeur nous fait part de son ressenti par rapport au matériau. « Ces murs en terre apporte un côté extrêmement apaisant. On sent une chaleur diffusée qui ne vient pas des radiateurs. La couleur de la terre interpelle les visiteurs la première fois et la touche pour être bien sûre que c'est de la terre. D'ailleurs on a envie de parler beaucoup plus bas lorsque nous entrons dans le couloir. C'est ce que fait systématiquement les familles que j'accueille pour la première fois. Nous avons constaté depuis un an (depuis la livraison du bâtiment), que les enfants se déplacent calmement. Ce n'est pas que l'effet terre, car nous avons de vastes couloirs et des espaces. (...) C'est un matériau qui est vivant, rien que le fait qu'il restitue la chaleur.»¹⁴⁹

Le matériau terre participe aussi à des stratégies pédagogiques. L'école primaire de Veyrins-Thuellin a été construite en partie en pisé, murs trumeaux sur la cour de récréation et mur pignon pour l'entrée. La maîtrise d'ouvrage souhaitait inscrire le bâtiment dans un contexte patrimonial en pisé, de faire de l'architecture contemporaine avec de la terre, réaliser un bâtiment basse consommation et servir d'exemple pour les nouvelles générations. Le pisé est redevenu un matériau commun pour les enfants et il s'agit de l'un des rares bâtiments en pisé porteur sans dépôt d'ATex.

DES PROCESSUS DE MONTAGE OPÉRATIONNEL CRÉATIFS POUR CONSTRUIRE

La réalisation de bâtiments utilisant de la terre crue a été possible grâce à la créativité des maîtrises d'ouvrage et des maîtrises d'œuvre. Le cadre opérationnel conventionnel est bouleversé par une multitude de blocages dont les plus importants sont l'absence de réglementation et de référentiel de calcul de structure. Le commanditaire et le maître d'œuvre mettent en place des stratégies opérationnelles pour que le lot terre ne passe pas à la trappe et que le bâtiment soit construit à l'image de l'esquisse. Le Tour de France nous a permis de cibler les stratégies opérationnelles réussies et qui peuvent servir d'exemple pour la communauté des professionnels.

149. Entretien de Thierry Pettel, directeur de l'école Félix Leclerc à Bouvron, Bouvron, 28 avril 2016

UNE MAÎTRISE D'OUVRAGE IMPLIQUÉE DANS SON PROJET

Tout d'abord, nous avons constaté que le maître d'ouvrage doit s'investir et s'engager plus que dans un autre projet. Son rôle est fondamental pour prendre position et soutenir son équipe de maîtrise d'œuvre lors d'un blocage. La maîtrise d'ouvrage est capable d'argumenter face au bureau de contrôle qu'il a missionné et d'engager sa responsabilité pour faire valider une proposition de construction.

Pour le projet de la maison de santé de Badonviller, par exemple, le maire, M. Bernard Muller, s'est interposé pour faire annuler la demande d'ATex du bureau de contrôle, qui aurait engagé des frais et des retards de planning de projet. N'oublions pas que le Bureau de Contrôle, comme l'équipe de maîtrise d'œuvre, est mandaté par la maîtrise d'ouvrage, et répond à un appel d'offre avec un programme prédéterminé.

PROGRAMMER ET SENSIBILISER EN MÊME TEMPS

Les choix essentiels du projet doivent être déterminés lors de la programmation. La préparation du projet est primordiale.

Une étape révélatrice d'un bon projet est la sensibilisation de la maîtrise d'ouvrage au matériau terre. Pour le marché public, l'équipe est constituée de plusieurs personnes, toutes ne connaissent pas les matériaux de construction et encore moins l'architecture contemporaine en terre crue. Pour le projet de l'école primaire de Veyrins-Thuellin, le maire a organisé un voyage sur l'architecture contemporaine en région Auvergne, Rhône-Alpes pour ses élus. Pour le projet du Centre d'Interprétation de Patrimoine Archéologique (C.I.P.A) de Dehlingen, le P.N.R de l'Alsace Bossue a préparé un circuit pour les élus au Voralberg, puis une visite de bâtiments en pisé dans les Dombes, en Isère et à Lyon avec l'équipe de maîtrise d'œuvre et le bureau de contrôle. Cette stratégie permet de susciter et de créer un imaginaire autour de l'architecture en terre crue et de rassurer les acteurs du projet sur sa durabilité, sa stabilité et son aspect brut. Les visites servent de base référentielle, d'apprentissage et d'argumentaires pour la suite. Il n'y a pas meilleur discours que la preuve sur le terrain : toucher, expliquer, montrer.

La démarche participative pour constituer le programme de l'ouvrage, qui n'est pas propre à la terre, augmente aussi les probabilités de réussite. Les acteurs du projet et les futurs usagers sont rassemblés en amont pour créer un programme à la carte avec l'architecte et les élus. Pour imaginer le projet d'extension du groupe scolaire de Bouvron, à l'image des futurs usagers, un « processus de conception intégré (PCI) ¹⁵⁰ » a été mis en place durant un an avec l'équipe de maîtrise d'œuvre. « Pour regrouper un maximum de surfaces neuves afin d'optimiser les coûts (1070 € HT/m² SHON) et les performances thermiques (Bbio de 50), les architectes ont conçu un hangar métallique compact qui dissimule un « ventre » aux parois en terre crue récupérée du chantier (70m³). [...] « Nous n'avions pas d'idées préconçues, assure l'architecte Loïc Daubas (Atelier Belenfant et Daubas). Un des apports du PCI a été d'accumuler des

150. DEFAWE Jean-Philippe, « Près de Notre-Dame-des-Landes, un village expérimente l'architecture participative », Le Moniteur, 22 juin 2016

connaissances nouvelles, notamment grâce au travail d'une psychosociologue ». Et c'est ainsi qu'est née l'idée de construire, avec les enfants, des igloos en terre dans trois classes pour les « temps calmes ». ¹⁵¹». Le processus est plus long qu'un montage opérationnel habituel, néanmoins ce projet prouve qu'au résultat la satisfaction est générale et les dépenses contrôlées tout en répondant aux besoins des usagers. Le coût au m² / SHON est plus bas que celui de la construction des logements sociaux.

Le matériau terre crue est encore assez méconnu des professionnels et des maîtres d'ouvrage. Certains commanditaires voulant expérimenter la construction en terre crue s'informent et s'entourent de professionnels spécialisés (architectes conseils au CAUE, architectes, ingénieurs, chercheurs de laboratoire comme CRAterre, Amaco, association de la filière terre crue, etc). Leurs demandes sont très opérationnelles : faisabilité, montage, coûts, technique, délais d'exécution. Pour le projet du CEES à Ardon, les futurs responsables du conservatoire ont fait de la prospection pour préparer la programmation du bâtiment et ont négociés avec les institutions internes de l'INRA pour faire valider le projet. Il était évident pour eux que le matériau terre crue répondait à la principale fonction de l'ouvrage, conserver les échantillons, mais aussi de reprendre l'idée de la composition des sols, avec la texture et les strates d'un écrin en pisé. Afin de s'armer face à un contexte opérationnel semé d'embûches, l'équipe de maîtrise d'ouvrage s'est fait assister pour l'écriture du programme, de l'appel d'offre et lors du choix de l'équipe de maîtrise d'œuvre¹⁵².

La couleur était déjà annoncée dans l'appel d'offre : le bâtiment sera construit avec de la terre crue. Le jour de la commission du concours, Patrice Doat, fondateur du laboratoire CRAterre, a été invité pour appuyer la maîtrise d'ouvrage dans ses choix concernant la faisabilité de la mise en œuvre du lot terre proposé par les équipes de maîtrises d'œuvre sélectionnées.

Nous remarquons que la définition des objectifs et la notification d'employer la terre dès la programmation et l'appel d'offre réduit les blocages pour la suite du projet, notamment avec le bureau de contrôle. L'assistance à maîtrise d'ouvrage sur le matériau terre crue est une autre piste de développement.

UNE FAISABILITÉ ET UNE ÉCONOMIE DE PROJET ACCOMPAGNÉE

D'autres démarches ont permis de compenser les manques et de conserver le lot terre lors de la conception et la mise en œuvre de l'ouvrage. En général, la maîtrise de l'économie et la faisabilité du projet sont deux conditions pour la réussite d'un projet. Ces conditions sont encore plus importantes pour un montage opérationnel avec le matériau terre.

L'emploi du matériau terre crue pour certaines techniques engage des surcoûts à cause d'une

151. DEFAWE Jean-Philippe, « Près de Notre-Dame-des-Landes, un village expérimente l'architecture participative », Le Moniteur, 22 juin 2016

152. Entretien de Céline Râtier, directrice du CEES, Ardon, 10 mai 2016

demande plus conséquente de main d'œuvre lors du chantier ou bien par une mauvaise anticipation des coûts lors du chiffrage en phase de conception.

Le manque d'informations sur les coûts de la construction en terre crue augmente les risques de mauvais chiffrage de l'opération et l'annulation du lot terre. Pour pallier à ce problème, plusieurs maîtrises d'œuvre consultent en amont du chantier une entreprise qui va les conseiller pour estimer le lot terre. La loi relative à la maîtrise d'ouvrage publique et à ses rapports avec la maîtrise d'œuvre privée, dite loi MOP, qui légifère le déroulement des missions de la maîtrise d'œuvre pour le marché public, fait intervenir les entreprises à partir de la phase d'Assistance de Passation des Contrats de Travaux (ACT). Dans notre cas, les entreprises peuvent être consultées par les architectes à partir du concours. En général, elles sont appelées dès la phase Avant-Projet (AVP). Elle permet d'éviter des dépassements de coût et offre la possibilité à l'entreprise de faire un ouvrage sans perte économique, comme expliqué par les entreprises interrogées, notamment pour le marché public.

La maîtrise d'ouvrage peut demander des subventions à des organismes publics ou privés pour compenser les surcoûts, par exemple, liés à l'expérimentation et à l'usage d'éco-matériaux pour réduire la consommation d'énergie dans la construction. Plusieurs projets ont utilisé cette possibilité. Pour le projet de l'extension du groupe scolaire à Tréverien, une petite commune de Bretagne, l'enveloppe budgétaire était restreinte. Le projet prévoyait des allèges en bauge qui servent de murs accumulateurs. Elles permettent d'augmenter le confort thermique et de réduire les dépenses de chauffage. Les architectes ont alors proposé à la mairie de monter un dossier de subvention pour ce projet grâce à sa conception écologique et à l'emploi de la terre crue. Cela a servi d'argumentaire auprès de la maîtrise d'ouvrage pour valider la réalisation des allèges en bauge devant les grandes baies. Le projet a bénéficié d'une aide de la région Bretagne (écofort).

La construction en terre crue occasionne des plus-values pour plusieurs raisons déjà énumérées dans les chapitres précédents. Pour pallier à cette tendance, des maîtres d'ouvrages organisent des chantiers participatifs ou bien mettent en place des chantiers d'insertion professionnelle pour baisser le coût de la construction. L'atelier d'architecture ALP, maître d'ouvrage et architecte, fait réaliser les bureaux de l'agence et deux autres locaux en bauge, et une partie de la mise en œuvre est faite en chantier participatif.

« Le chantier participatif permet de réduire les coûts de mise en œuvre, je le propose aussi pour mes clients. On a besoin de beaucoup de main d'œuvre pour ce type de technique. » ¹⁵³

Amélie Le Paih

Effectivement, cette démarche réduit les coûts, mais elle sert aussi à communiquer et transmettre un savoir. La construction en terre est souvent liée à un acte militant et collectif. Le chantier d'insertion des ateliers municipaux de Bouguenais et des jardins communaux de Valréas et le chantier participatif des ateliers communaux de Soudorgues ont été des vecteurs d'apprentissage et d'échanges.

Le lien entre conception et chantier est très fort concernant la mise en œuvre de la terre. Ce paramètre est la conséquence d'un manque de connaissance des acteurs du projet, mais aussi de la non-industrialisation du matériau et d'une mise en œuvre très cadrée (saisonnalité de la technique, temps de séchage). L'entreprise spécialisée en terre peut être aussi sollicitée en amont du projet pour évaluer la pertinence des détails techniques dessinés par l'équipe de maîtrise d'œuvre. Amélie Le Paih, pour le montage opérationnel du projet de construction de son agence, parle de «conception intégrée pour améliorer la qualité des constructions. (...) La conception intégrée d'un projet en architecture permet à tous les intervenants de travailler ensemble dès le début. Le climat de collaboration en amont a pour but de faciliter la réalisation du projet et d'engendrer des économies sur le coût total, (...) de mettre en commun les connaissances et savoir-faire à propos du matériau terre.»¹⁵⁴

Les entreprises sont aussi consultées avant le dépôt de l'appel d'offre par l'équipe de maîtrise d'œuvre pour savoir s'il y a potentiellement des artisans qui peuvent répondre à l'échelle locale ou nationale. La peur de l'appel d'offre infructueux est courante chez les architectes en ce qui concerne le lot terre. Il y a différentes stratégies pour éviter cet échec, qui peut entraîner du retard sur le planning, notamment dans le marché public. Nous avons recensé quatre cas de figure :

- > le lot terre est à part du lot gros-œuvre. L'équipe de maîtrise d'œuvre est sûre d'avoir une ou des entreprises qui vont faire une offre à laquelle l'entreprise s'engage à répondre dans les prix,
- > le lot terre est à part du lot gros-œuvre. L'entreprise spécialisée en terre crue se regroupe avec une autre entreprise du même profil ou pas pour répondre à l'appel d'offre dont le marché est trop important pour elle.
- > le lot terre est inclus dans le lot gros-œuvre. L'entreprise est capable de réaliser les ouvrages conventionnels et terre ou bien l'entreprise spécialisée en terre est sous-traitante de l'entreprise gros-œuvre,
- > le lot terre est inclus dans le lot gros-œuvre. L'entreprise est capable de réaliser les ouvrages conventionnels et est suivie par un assistant à maîtrise d'œuvre pour la réalisation des éléments en terre en tant que sous-traitant.

154. Atelier ALP, EIRL TERRE CRUE, *Conception intégrée du pôle interentreprise de construction terre crue en Bretagne*, Poster pour le XIIe Congrès mondial de l'Architecture en terre crue, Terra 2016, Lyon, 11- 14 juillet 2016

Le dernier point est intéressant par rapport à la transmission et la diffusion des savoirs. L'entreprise qui a gagné le marché pour construire les ouvrages en terre est assistée soit par une entreprise soit par un bureau d'étude spécialisé en construction terre. Cette démarche offre la possibilité à l'entreprise accompagnée de se former tout en réalisant une référence en terre construite pour la suite. Pour répondre à cette demande, le premier bureau d'étude privé spécialisé en terre crue, BE-terre a été créé en 2014. Son équipe réunit Martin Pointet et Patrick Ribet, deux architectes-constructeurs et fondateurs de Caracol, entreprise clé du développement de la terre crue entre 2007 et 2014, Andreas Krewet, fondateur d'AKterre, un de premiers producteurs de matériaux en terre crue en France, et l'ingénieur matériaux spécialisé en terre crue Lionel Ronsoux.

Les acteurs de la construction en terre crue ont su créer des méthodes opérationnelles pour pallier aux freins et aux obstacles pour bâtir. Ces stratégies pratiquées prouvent de leur efficacité et des résultats obtenus. La diffusion de tels outils auprès des professionnels est capitale pour développer la filière terre crue.

Nous avons dressé, ici, les stratégies les plus généralisés et susceptibles d'être répliquées. D'autres démarches ont été mises en place, mais répondent à des situations isolées.

Une dernière piste nous semble importante : la référence construite. Plusieurs acteurs interrogés, notamment les représentants des réseaux de la filière terre crue rencontrés, nous ont fait part de la nécessité d'un tel recensement. L'inventaire Terres Contemporaines recense des bâtiments réalisés et localisés, des pratiques et des coûts. Il est possible pour une maîtrise d'œuvre et une maîtrise d'ouvrage de s'appuyer sur ce référentiel pour construire un argumentaire et prouver que la construction neuve en terre crue est possible sur leur territoire et pour leur projet. Cet inventaire est un réel outil destiné aux acteurs du bâtiment.

Photo

Entrée du Conservatoire
Européen des échantil-
lons de sols à Ardon
Desing & Architecture +
NAMA

© Anne-Lyse Antoine et
Elisabetta Carnevale



cees

CONSERVATOIRE
EUROPÉEN
DES ÉCHANTILLONS
DES SOLS

DES PRATIQUES DE CHANTIER EN (R)ÉVOLUTION

« La terre crue est devenue un matériau privilégié pour les projets ambitieux de construction contemporaine. »¹⁵⁵

Cristof Ziegert

Aujourd'hui, comment la filière terre crue adapte son savoir-faire traditionnel à l'architecture contemporaine, à la cadence effrénée du chantier et au secteur du bâtiment hyper-mécanisé ? L'étude Terres Contemporaines nous a permis de dégager des pistes mises en place par les entreprises pour construire plus rapidement, à toute saison et réduire les coûts. La recherche et le développement participent également à la caractérisation du matériau terre pour répondre au cadre réglementaire en vigueur. Les professionnels de la filière terre crue, notamment les artisans, s'organisent pour répondre aux demandes, mais aussi pour créer de l'offre dans la construction neuve. Les pratiques présentées ont des avantages et des inconvénients. Néanmoins, elles posent les fondements de démarches d'évolution ou bien de révolution. Elles sont en pleine mutation. Nous les décrivons ici pour exposer le cadre actuel de la mise en œuvre de la construction neuve en terre.

L'INNOVATION SUR LE CHANTIER POUR RÉDUIRE LES TEMPS D'EXÉCUTION

Le coût de la main d'œuvre, la pénibilité sur les chantiers et la contrainte des plannings poussent les entreprises spécialisées en terre crue à innover pour être plus performantes sur le terrain. « L'enjeu principal pour le développement d'une filière terre en France est l'optimisation de processus de production afin de rendre la construction en pisé économiquement compétitive. L'évolution des modes de production permettra une évolution de la formation et l'ouverture à un réel métier qui ne se base plus uniquement sur des savoirs faire liés aux méthodes traditionnelles. Celles-ci ont peu évolué depuis plus de 50 ans, il est urgent d'améliorer cette technique du pisé afin que le marché de la construction terre ne se cantonne pas uniquement aux aspects décoratifs du bâtiment.¹⁵⁶ » Les aspects décoratifs signifient ici le problème de faire valider la terre comme élément structurel dans la construction neuve. La contrainte économique et réglementaire concernant la mise en œuvre du pisé le relègue souvent à la fonction de remplissage. Plusieurs projets que nous avons visités utilisent des systèmes constructifs porteurs de terre crue en remplissage d'ossature porteuse en béton ou bois.

De nouvelles pratiques se mettent en place pour répondre à ces exigences. Le projet du CEES à Ardon fait office d'exemple pour l'optimisation du processus d'exécution des murs en pisé. La première étape passe par une conception adaptée à l'organisation du chantier. Une construction en murs trumeaux facilite l'exécution car chaque mur est désolidarisé des autres, les ouvertures sont toute hauteur (cela limite les interactions entre menuiserie et pisé) et permet

155. RÖHLEN Ulrich, ZIEGERT Christof, *Construire en terre crue, Construction-Rénovations-Finitions*, p. 7

156. GASNIER Hugo, *Amélioration du processus de fabrication du pisé: étude de cas du chantier d'Orléans, centre INRA, bâtiment Qualiforsol*, p.2

de coffrer plus facilement. Le deuxième point est la mécanisation sur le chantier. L'usage de la grue a fait ses preuves pour ce chantier et a diminué les efforts des artisans : déplacement et pose de coffrages toute hauteur et versement de la terre par grue à l'aide d'un bac verseur dans les coffrages. « Le développement d'un bac verseur pour pisé est une première dans la construction terre. Le transport se faisait jusqu'à maintenant au seau ou au télescopique. Le développement d'un système adapté aux chantiers où une grue est à disposition révolutionne l'approvisionnement en terre dans les banches.¹⁵⁷» Le bac verseur permet de quantifier directement un lit de terre à compacter, évite la ségrégation des grains lors du versement de la terre dans les banches et réduit le nombre d'artisans au poste de transport de la terre. Troisièmement, la fixation de banche a été perfectionnée en limitant le nombre de tirant. « Les écarteurs, il y en a beaucoup. On les enlève pour pouvoir mieux gambader dans les coffrages. Porter le fouloir et passer par-dessus les tirants, c'est épuisant.¹⁵⁸»

Ces nouvelles méthodes ont pu se mettre en place grâce à l'expérience de l'entreprise Heliopsis et Caracol et à la mutualisation des engins et des moyens entre l'entreprise gros-œuvre et celle du lot terre. La seconde a utilisé les machines de la première qui était déjà sur place pour réaliser les fondations, les soubassements et certains murs en béton de ciment.

La bauge est aussi encline à des évolutions techniques. Cette technique traditionnelle n'a normalement pas besoin de banches. Néanmoins le rendu de finition exigé aujourd'hui a introduit l'usage du coffrage pour la bauge. Afin de répondre aux exigences de plannings et de finition, le maçon Olivier Dargagnon, avec l'aide de François Streiff, architecte au PNR du Cotentin et Bessin, ont élaboré un coffrage perspirant constitué d'un cadre et d'une grille métallique, pour un séchage plus rapide de la bauge.

VERS UNE FILIÈRE SÈCHE ?

Le planning des travaux est un des ennemis de la construction neuve en terre, surtout dans le marché public. Il glisse et se décale dans le temps jusqu'à obliger à exécuter les ouvrages en terre en plein hiver. L'apport d'humidité généré par la mise en œuvre de la terre, le temps de séchage, le retrait et la fissuration du matériau, le manque de place sur le site sont également des facteurs à maîtriser lors du chantier.

Certaines entreprises, faisant face à des contraintes de chantier et de délais ou bien par conviction, optent pour la préfabrication de blocs de terre. Nous avons repéré trois techniques qui emploient ce procédé: le pisé, la bauge et le terre-paille, où la préfabrication est encore expérimentale.

Les blocs de pisé ou de bauge sont réalisés soit en atelier, soit sur site. Ils sont ensuite déplacés

157. GASNIER Hugo, *Amélioration du processus de fabrication du pisé: étude de cas du chantier d'Orléans, centre INRA, bâtiment Qualiforsol*, p.8

158. Entretien de Frédéric MOY, maçon et fondateur de l'entreprise Heliopsis, Villefontaine, 27 mai 2016

sur le chantier à l'aide d'engins, assemblés comme des grosses pierres avec un mortier fin, sec ou visqueux, et mis à niveau à l'aide de cales. L'avantage de cette pratique est de poser des blocs déjà secs sur site, et cela évite tous les problèmes de retrait et de fissuration, notamment aux points fragiles, comme les angles, les arases et les interfaces avec les menuiseries.

« En chantier public, nous n'avons pas la maîtrise des plannings. C'est-à-dire qu'on signe un contrat où le chantier du lot terre est pour juillet-août, et en fin de compte, il y a des décalages de planning. Cependant quand on dit qu'il faut y aller, tu dois être présent. Tu n'as plus le droit de dire que tu ne peux pas poser le pisé. La préfabrication des blocs permet d'être assez souple vis-à-vis des plannings de travaux. Tu fabriques tes blocs en été, tu t'affranchis des intempéries et ensuite tu peux les poser à n'importe quelle saison comme nous l'avons fait à Badonviller (maison de santé) avec l'entreprise Gargano. La phase chantier est rapide. En deux jours, nous avons placé les dix-neuf blocs. La réalisation in situ des murs en pisé nous aurait demandé un mois.»¹⁵⁹

Martin Pointet

Néanmoins cette option ne réduit pas les coûts, au contraire, et la charge de travail est plus importante. Les blocs sont réalisés en amont et demandent la même énergie que la construction in situ du mur ; puis il faut les transporter, les lever, les assembler, les rejoindre. D'autre part, l'artisan doit prévoir quelques blocs en plus à cause des risques de casse lors du transport et du levage.

Martin Pointet nous confie que la préfabrication de blocs de pisé sera plus intéressante lorsqu'elle sera produite industriellement. Si l'offre est assez forte, les coûts pourront baisser. Cette piste réduirait la pénibilité d'exécution des blocs. Une chaîne de production industrielle de blocs de pisé a été créée par l'entreprise autrichienne Lehm ton Erde Baukunst GmgH suite au projet de la maison des plantes Ricola à Laufen en Suisse. Néanmoins les projets de préfabrication industrielle restent exceptionnels.

¹⁵⁹.Entretien de Martin POINTET, maçon spécialisé terre et un des fondateurs du bureau d'études Terre, Grenoble, 3 juin 2016

En France, cette activité reste artisanale et répond à une demande ponctuelle, comme l'a démontré Jean Guillorel pour la production de blocs de bauge préfabriqués et comme le prouve encore Nicolas Meunier, maçon piseur, avec ses blocs de pisé préfabriqués sur site sans séchage.

Hervé Rédarès, architecte et Aymone Nicolas, chercheuse et maçonne, ont monté une petite production expérimentale de blocs préfabriqués en terre paille pour le projet de l'Atelier artisanal à Soudorgues dans le PNR des Cévennes. L'objectif de développer une filière sèche était de se dédouaner des temps de séchage du matériau sur place et de produire des blocs au lieu de petites briques pour assembler plus vite. Les blocs de terre-paille ont été fabriqués en chantier participatif, puis stockés et assemblés par la suite dans l'ossature bois. La démarche a été difficile, notamment lors du stockage, car l'abri n'était pas adapté, et lors de la pose des blocs, qui ont généré beaucoup de poussières. Cette expérience peut toutefois servir de base pour d'autres projets.

Certains professionnels de la terre crue, pour des questions d'adaptation au contexte du chantier actuel et de planning, tendent vers une filière sèche et développent des systèmes de préfabrication. « Tu as un matériau presque sec, comme des grosses briques. Ça c'est pas mal.¹⁶⁰ » Pour l'instant, la pertinence de la préfabrication doit être évaluée au cas par cas. N'a pas encore eu lieu, en France, une industrialisation de la préfabrication de blocs en terre crue, ni pour le pisé ni pour la bauge.

DE NOUVELLES PRATIQUES CONSTRUCTIVES ÉMERGENT

Bien que les techniques traditionnelles soient bien représentées dans l'architecture contemporaine en terre crue, des nouvelles techniques sont apparues ou se sont relancées au cours des quinze dernières années, s'adaptant au contexte actuel de la construction : le pisé projeté, la terre coulée et la terre allégée. Le développement de ces techniques apparaît lié à la recherche ou suivi par des laboratoires scientifiques mandatés par les entreprises de construction pour caractériser les matériaux.

Le « pisé projeté » est une technique récemment développée en France par l'entreprise P+Soto. Elle se réalise sur une ossature bois et peut se marier facilement avec des isolations perspirantes extérieures projetées. L'intérêt de cette technique est d'apporter l'inertie suffisante au bâtiment, de diminuer la pénibilité et de réduire le temps d'exécution. Pour l'instant, l'emploi du pisé projeté est très localisé géographiquement.

La terre allégée ou terre paille, quant à elle, se développe vraiment avec la construction en bois depuis les années 2000. Il s'agit d'une technique accessible aux auto-constructeurs, qui

¹⁶⁰. Entretien de Martin POINTET, maçon spécialisé terre et un des fondateurs du bureau d'études Terre, Grenoble, 3 juin 2016

INNOVATION SUR LE CHANTIER

Bac verseur pour remplir
les coffrages
© Jérémie Basset

Utilisation des coffrages
à béton
© Source internet

Coffrage perspirant pour
réaliser la bauge
© François Streiff



VERS UNE FILIÈRE SÈCHE?

Blocs de grande dimen-
sion de terre allégée pré-
fabriqués
© Anne-Lyse Antoine et
Elisabetta Carnevale

Blocs de pisé préfabri-
qués en pisé
© Joseph Gargano



NOUVELLES PRATIQUES ?

La technique de la terre
coulée
© Mathieu Neuville

La technique du pisé pro-
jeté
© Sylvain Soto

La technique de la terre
allégée
© Anne-Lyse Antoine et
Elisabetta Carnevale



STABILISATION

Sécher la terre pour
mettre en oeuvre le pisé
© Anne-Lyse Antoine et
Elisabetta Carnevale

Décoffrer rapidement la
terre coulée
© Anne-Lyse Antoine et
Elisabetta Carnevale

Résister à l'érosion, aug-
menter la performance ?
et résister au transport
© Thierry Joffroy



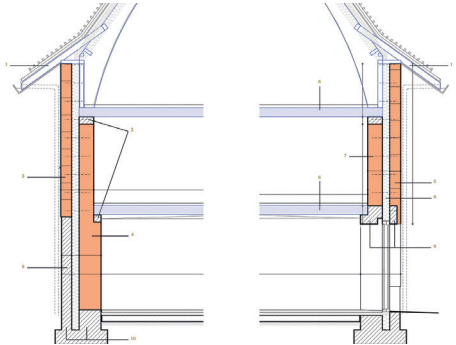
ISOLATION

Brique de terre allégée
dans ossature bois
© Franz Volhard

Isolation en sandwich
dans double mur pisé
© Yvon Meyer

Coupe du double mur
isolé en pisé - projet du
CIPA de Dehlingen
© Nunc Architectures





l'affectionnent. Le matériau « possède des propriétés équilibrées d'isolation thermique, d'inertie et d'isolation phonique, elle garantit une résistance au feu suffisante. Ces propriétés varient en fonction des proportions respectives entre terre et agrégats. [...] Les murs simples de terre allégée ne répondent guère aux exigences thermiques élevées mais, avec l'ajout d'une isolation complémentaire, il est possible d'atteindre de faibles valeurs de U. Une structure bois munie d'une bonne isolation et d'une masse de terre suffisante utilise moins de surface au sol qu'une maçonnerie conventionnelle avec isolation rapportée.»¹⁶¹

En France, la filière bénéficie des avancées techniques et réglementaires d'Outre-Rhin, des produits industrialisés et prêt à l'emploi du fournisseur allemand Claytec et du réseau développé de professionnels, le Dachverband Lehm. Les SCOP Inventerre et Ecoterre se mobilisent pour monter un projet de recherche et développement sur le mélange terre-paille afin de répondre aux normes réglementaires en vigueur (résistance au feu, conductivité thermique, perméabilité à la vapeur d'eau, etc.) « Nous avons investi chacun 30 000 € pour caractériser le matériau terre paille et cumuler des connaissances. Nous avons reçu des subventions de la Région Midi-Pyrénées et de l'ADEME. Il faut savoir qu'au 1er janvier 2018, nous devons produire des fiches de déclarations environnementales de produits. Si nous ne faisons pas ce travail de caractérisation, nous ne pourrons plus nous prévaloir (pour le mélange terre-paille) d'un avantage environnemental sans notice et sans démontrer des études faites par des laboratoires. Cette loi est applicable à tous les matériaux sains. [...] Il fallait aussi créer des connivences et des liens avec les laboratoires de recherche qui travaillent sur nos matériaux. A l'époque, il y avait qu'un chercheur à l'ENTPE.»¹⁶²

Ce projet est mené en partenariat avec le laboratoire matériaux et durabilité des constructions et le CEREMA du Sud-Ouest. L'engagement des entreprises pour caractériser le matériau, son exécution compatible avec le cadre réglementaire en vigueur (non-structurel, pouvoir isolant), la rédaction des règles de bonnes pratiques ouvrent pour la terre allégée une voie de développement plus aisée que pour d'autres techniques en terre.

La terre coulée, pour finir, est une technique dite expérimentale qui s'apparente à la mise en œuvre du voile en béton de ciment. Le liant ciment est remplacé par le liant terre, mais un pourcentage de ciment est nécessaire pour augmenter la prise (doubles liants hydrauliques) et pouvoir décoffrer en sécurité. Les avantages de cette technique sont d'être plus économiques que d'autres techniques porteuses en terre et de pouvoir se réaliser dans un délai court, grâce à la mécanisation (camion toupie pour approvisionner en matériau, matière liquide à verser directement dans des coffrages toute hauteur et usage de l'aiguille vibrante pour chasser l'air). De plus, l'autre intérêt est sa reproductibilité. En d'autres termes, une entreprise conventionnelle peut facilement s'approprier le savoir-faire de la mise en œuvre de la terre coulée, car les outils et la mise en œuvre sont équivalents au béton de ciment. Enfin, la résistance mécanique d'un mur en terre coulée varie entre 2 et 4 Mpa, là où le pisé atteint 1 à 2Mpa.

161. VOHLARD Franz, *Construire en terre allégée*, texte d'Aymone NICOLAS sur Construire en terre aujourd'hui ?, p.39

162. Entretien d'Alain MARCOM, maçon et fondateur de l'entreprise Inventerre, Lyon, 11 juillet 2016

Néanmoins la mise en œuvre de la terre coulée ne met pas en valeur le savoir-faire de l'artisan, qui devient simplement un exécutant. Le matériau est plus étanche que le pisé et perd ses qualités de réversibilité, car le mélange est stabilisé entre 3 et 5% au ciment. « Le parpaing contient moins de ciment que le mur en terre coulée, ce n'est pas encore pertinent, mais cette technique est en train d'évoluer.»¹⁶³

Aujourd'hui, il y a de plus en plus d'études et de recherches qui se développent autour de la mise en œuvre de la terre coulée et de recettes avec stabilisation au ciment ou avec des polymères naturels (gélification de la terre). Le programme C2D2 – Béton d'Argile Environnemental, commandé par le MEDDE et coordonné par plusieurs laboratoires de la Région Rhône-Alpes, des fournisseurs de matériaux, une entreprise artisanale a duré entre 2010 et 2013 pour mener des tests de mise en œuvre, caractériser mécaniquement le matériau et créer de nouveaux produits. Le rapport du projet Béton d'Argile Environnemental (B.A.E) fait ressortir quelques pistes, notamment sur la stabilisation du matériau, l'usage de dispersant pour augmenter la résistance mécanique et la mise en œuvre de mur et de dalles auto-plaçantes. La recherche aujourd'hui s'attèle à trouver la molécule naturelle qui permettra de solidifier la terre coulée tout en répondant à une résistance à la compression relativement haute. Il y a beaucoup d'intérêt derrière ce thème, notamment la pénurie de ressources primaires et la volonté d'y pallier, à en voir le projet HP2A de l'entreprise Argilus cité dans le chapitre Le renouveau de l'architecture en 2008.

Même si la technique est encore expérimentale, des bâtiments ont été réalisés en terre coulée sur le territoire, dont des ERP comme la maison associative de Manom (2015) avec murs porteurs intérieurs, du mobilier pour présenter la collection du musée du marais à Saint-Omer (2014), un mur sur deux niveaux pour le local de maraîchage (2012) à Sassenage ou les quatre murs périphériques d'une maison (2012) à Theuthéville-Bocage.

L'ISOLATION

Faut-il isoler les bâtiments en terre crue ? Si oui, pourquoi et comment ?

Comme pour le patrimoine, la question soulève des interrogations au sujet de la valeur du bâtiment dans sa matérialité, et de son impact sur l'aspect extérieur ou intérieur. Elle est d'ordre fonctionnelle, esthétique et architecturale.

La tendance pour les nouveaux projets en pisé est de laisser ce matériau visible, car son aspect constitue une raison esthétique dépassant la contrainte économique. Comme pour le béton, l'aspect brut du pisé est très apprécié des architectes. Cependant la notion de confort et la réglementation thermique en vigueur imposent d'isoler les murs extérieurs en terre crue. Ce contexte mène au développement de nouveaux systèmes constructifs, l'isolation par l'intérieur ou l'extérieur avec un isolant perspirant ou bien le double mur en pisé isolé en sandwich.

¹⁶³.Entretien de Martin POINTET, maçon spécialisé terre et un des fondateurs du bureau d'études Terre, Grenoble, 3 juin 2016

Nous avons recensé trois projets où le pisé a été isolé : le CIPA à Dehlingen, le bâtiment de service à Marsac en Livradois et les logements en maisons groupées à Château Thierry. Dans le cas de le CIPA de Dehlingen, le mur en pisé est constitué par un mur intérieur mis en œuvre sur place, d'une couche d'isolation et d'un deuxième mur de blocs de pisé préfabriqués en atelier et assemblés sur place. Les deux autres ouvrages proposent des systèmes d'isolation en panneaux de liège, matériau imputrescible, placés à l'intérieur du coffrage en premier, puis en pisant les deux côtés du mur en même temps in situ.

Sur le chantier à Château Thierry, un système d'agrafes a été développé pour fixer le panneau de liège dans le coffrage pendant le compactage de la terre, ce qui a permis une mise en œuvre plus aisée.

Nous avons aussi recensé des ouvrages avec des murs extérieurs monolithiques en terre crue non isolés. Même si, en Provence, cela ne posait pas de problèmes de confort d'hiver, en Isère, ce type de système constructif amenait à des pertes de chaleurs très importantes pendant les nuits hivernales, qui n'étaient pas compensées par les apports solaires stockés pendant la journée.

Nous pouvons donc esquisser l'hypothèse qu'un niveau d'ensoleillement minimal soit le facteur déterminant pour un choisir s'il faut isoler la terre crue. Dans l'attente d'une étude spécifique sur le sujet, nous observons que cette problématique reste une grande question pour les concepteurs, notamment lors du choix du matériau lors de la conception. La filière terre crue s'active pour donner des réponses. Un appui scientifique est très attendu. Nous avons pu voir plusieurs études à ce sujet lors du XIIe Congrès Mondial sur l'Architecture en terre crue à Lyon en 2016.

LA STABILISATION DE LA TERRE

Des nombreux professionnels de la terre crue adaptent les techniques au contexte économique et opérationnel actuel. Dans certains cas, elles reflètent une évolution du métier et dans d'autres cas, elles révèlent des divergences entre les propriétés de la terre et les exigences des acteurs du bâtiment, notamment à propos de la question de la stabilisation de la terre. La terre crue est une ressource accessible, le cycle de vie du matériau de construction est vertueux et son empreinte écologique est quasi nulle. Sa stabilisation au ciment, au plâtre ou à la chaux annule cette qualité et la rend inerte.

Aujourd'hui, comme il y a 70 ans, on stabilise la terre pour rationaliser sa construction et maîtriser son comportement face aux difficultés de caractérisation des terres et de calcul des structures.

Premièrement, la terre est stabilisée pour répondre aux exigences d'objectifs de résultats et aux engagements de garantie de décennale par rapport au transport du matériau, à la mise en œuvre et à l'entretien.

« Oui je stabilise la terre pour la BTC à environ 3% au ciment ou bien à la chaux hydraulique, mais c'est plus compliqué.[...] Cela me permettait de préparer des BTC en avance, de les stocker et de les livrer rapidement. Et une autre raison, j'ai une garantie décennale, c'est important je trouve. J'ai eu un assureur qui m'a suivi et c'est très difficile au départ. Quand je lui ai expliqué que je faisais des briques de terre, ça ne l'a pas rassuré du tout. Par contre quand je l'ai informé que je mettais 8kg de ciment pour 100kg de terre, (à mes débuts), j'ai rassuré mon assureur ! Et là il m'a suivi. J'aurais pu faire de la BTC non stabilisée, mais à des prix (d'assurance) catastrophiques. Mon assureur m'a avoué vingt ans après qu'il avait eu d'énormes doutes, mais qu'il n'a jamais eu de problème avec moi. J'étais content pour moi et le matériau. [...] J'ai une connotation briquetier professionnel, le matériau est fragile. Il était pré-emballé, chargé par des manitous ou pas, transporter. Le fait de stabiliser les BTC les rendaient plus dures. Pour moi c'était mieux je trouve. Effectivement, sur les projets où je faisais les briques chez les gens, [...], on ne les stabilisait pas, ça c'est vrai.»¹⁶⁴

Deuxièmement, elle limite l'érosion de surface de l'ouvrage en terre dans le temps et face aux intempéries. La stabilisation à la chaux des angles et des points de fragilités est une méthode traditionnelle pour le pisé. De même que la dégradation, le vieillissement et l'aspect non lisse ne sont plus tolérés dans notre imaginaire architectural.

Troisièmement, la stabilisation répond à un langage architectural contemporain qui ne s'adapte pas aux principes constructifs traditionnels de la terre.

« Les projets sur lesquels nous sommes intervenus étaient conçus avec peu d'avancée de toiture. Notre activité se concentre plus sur des bâtiments d'architecture contemporaine que sur du traditionnel avec des débords de toiture. En général, ce sont des bâtiments avec des lignes épurées sans débord de toiture. Pour moi, il est nécessaire de stabiliser.»

Olivier Scherrer

« Deuxième raison, pour la mise en œuvre, nous ne sommes jamais à l'abri des intempéries. Pour moi, c'est bien quand c'est stabilisé. J'ai eu le cas avec le projet d'Anne Machin (extension de Mazet à Saint-Rémi de Provence). L'entreprise qui devait poser les couvertines sur les murs pisé a pris du retard. Il y a eu des pluies inhabituelles l'année dernière pendant plusieurs mois et les murs étaient saturés d'eau au point que de la mousse et des algues vertes sont apparues sur les murs. Heureusement que nous les avons stabilisés sinon je pense qu'ils auraient été

¹⁶⁴.Entretien de Gérard VIVES, maçon et briquetier à la retraite, L'isle-Arné, 21 avril 2016

endommagés.»¹⁶⁵

Quatrièmement, la terre peut être stabilisée au ciment ou à la chaux pour la faire sécher lors de la mise en œuvre afin d'atteindre la bonne teneur en eau et pour décoffrer dans le cas de la terre coulée.

En général, l'usage de la terre dans la construction est un acte militant orienté au respect de l'environnement.

« Contrairement à la majorité des régions du monde, en Allemagne, la plupart des matériaux et des techniques en terre crue n'utilisent pas d'adjuvants stabilisants. (...) La volonté d'utiliser la terre crue dans des domaines qui ne seraient pas adaptés compte moins que l'envie d'un matériau de construction naturel pur et non détourné.»¹⁶⁶

En France, l'architecture contemporaine en terre crue n'échappe pas à la stabilisation. IL est cependant difficile d'avoir accès à l'information à ce sujet, comme nous avons observé lors de notre recensement.

Aujourd'hui, la stabilisation de la terre répond donc à des enjeux de garantie et de responsabilité, de sécurité de mise en œuvre, de durabilité comme pour la BTC et est souvent la conséquence d'un planning de travaux décalé. La terre coulée est un cas à part, car sa préparation nécessite encore une prise rapide au ciment pour être décoffrée. Il ne faut pas oublier que certaines techniques de mise en œuvre ne sont jamais ou rarement stabilisées, comme le torchis et le terre-paille, l'adobe et la bauge, à part quelques exemples d'ouvrages en bauge stabilisé. Ces techniques demandent une terre très argileuse, donc elles nécessitent une forte stabilisation au ciment ou bien à la chaux pour que la prise opère.

Pour conclure, Frédéric et Sébastien Bon, frères et maçons dans la Manche, nous résument très bien la situation ambivalente des professionnels face au marché privé et public et à la stabilisation de la terre.

165. Entrerien Olivier SCHERRER, Maçon et co-gérant de l'entreprise Ecoterre, Sauve, 14 avril 2016

166. RÖHLEN Ulrich, ZIEGERT Christof, Construire en terre crue, Construction-Rénovations-Finitions, p.12

« Nous sommes au début de comprendre le comportement de la terre et les différentes techniques. On essaye de voir comment fonctionnent les techniques principales en terre, pour voir quelles seraient les plus pertinentes à l'avenir. Pour la stabilisation, nous sommes assez mitigés. Il y a certes une meilleure résistance à l'érosion et la terre stabilisée reste perméable. Cependant nous avons des pluies quasi horizontales ici (la Manche). Et on remarque qu'avec la stabilisation, la terre met plus de temps à sécher. Pour la terre coulée, on s'est rendu compte, sur une maison que nous avons réalisé, qu'il y a avait du salpêtre qui s'est formé sur le pignon le plus exposé aux intempéries et une apparition de moisissure. J'ai dû mettre un bardage bois devant pour protéger le mur en terre coulée. Aujourd'hui, du fait de nos expérimentations avec les terres locales, nous nous orientons plus vers la bauge et le pisé non stabilisés. Nous croyons aux propriétés de la terre crue telle quelle, après c'est une histoire de conception. On peut vraiment limiter les terres crue stabilisées par une bonne conception. Si ce n'est pas le cas, on propose la stabilisation pour que la terre crue se réalise.» ¹⁶⁷

Frédéric et Sébastien Bon



CHAPITRE 3

 **PERSPECTIVES**

LES NOUVEAUX MODES D'USAGE DE LA TERRE

Nous avons traité, dans le chapitre Des pratiques de chantier en (r)évolution, les pistes d'innovation technique pour les différents usages de la terre crue. Parmi les nouvelles dynamiques, il est intéressant de noter que la terre s'invite ou réapparaît dans des domaines où elle était absente. Sans vouloir être exhaustif, ce paragraphe présente les thématiques d'actualité et les expérimentations menées par les acteurs face au contexte actuel d'exigences, de modes de production et de valeurs.

MODULES PRÉFABRIQUÉS, VOIR DÉMONTABLES POUR LE MILIEU URBAIN

La terre crue est présente en milieu urbain depuis des siècles, en France comme ailleurs. Mais après une longue phase d'absence, aujourd'hui la réintégration de la terre crue en milieu urbain constitue une piste clé pour le développement de ce matériau. Notre recensement montre que seulement 18 % des ouvrages recensés se situent dans des communes ou des villes de plus de 30.000 habitants, soit un ouvrage sur cinq.

Aujourd'hui, la population des villes de plus de 30.000 habitants représente 31 % de la population française. Il est donc évident que l'habitat individuel et collectif soit un des enjeux du développement du milieu urbain et péri-urbain. La terre crue peut jouer un rôle important dans ce contexte, participer à son développement et faire évoluer son image.

Aujourd'hui, les architectes suisses Diener + Diener avec l'agence lyonnaise de Clément Vergély travaillent sur la conception d'un immeuble tertiaire « l'Orangerie », en centre-ville de Lyon, dont la construction est prévue pour 2018-2019.

Quelques projets emblématiques ont déjà ouvert la voie : l'Atelier mécanique à Rennes, l'IAMM à Montpellier, la Cave Wolfberger à Colmar constituent des exemples d'ouvrage en péri-urbain. Pour les ouvrages qui sont construits en centre-ville tels que l'immeuble d'habitat en pisé réalisé en 1993 à Montbrison, ou bien pour ceux de dimensions plus importantes, comme l'immeuble Salvatierra à Rennes, la préfabrication s'est révélée être une bonne solution. Préfabriquer des blocs, en atelier ou bien sur place comme Nicolas Meunier a fait à Montbrison, permet de faire face aux conditions contraignantes du chantier urbain : rapidité, manque de place, accès difficile.

Si nous considérons la brique comme une forme de préfabrication de la terre crue, les « gratte-ciel » en brique crue de la ville historique de Shibam, au Yémen, nous apprennent cela depuis cinq cent ans.

Réinsérer la terre en milieu urbain permettrait de répondre à la forte demande de logements et aux exigences de la loi de transition énergétique. Cela se traduit par un intérêt grandissant pour les matériaux bio-sourcés de la part des promoteurs et bailleurs sociaux.

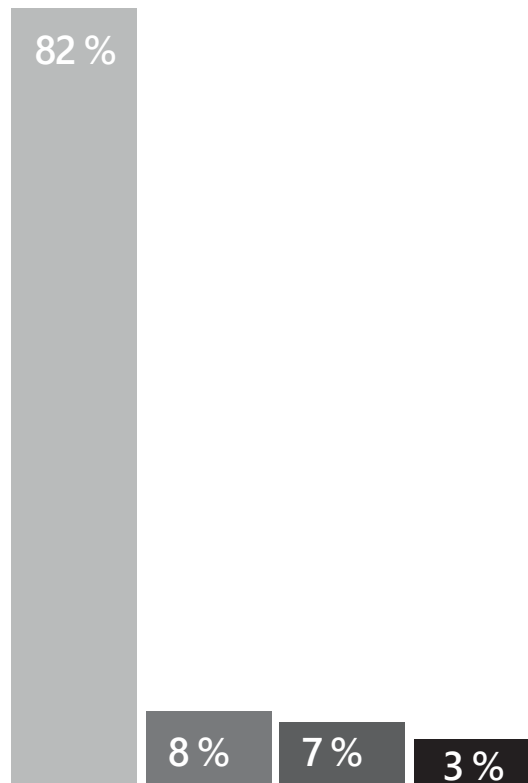
Face à la pression immobilière en milieu urbain, les extensions en hauteur peuvent apporter des réponses pour l'habitat. Dans les dernières années, de nombreux projets ont traité les

Fig 23

Proportion des opérations de constructions neuves réalisées en terre crue entre 1976 et 2015 en France métropolitaine par rapport à leur localisation et la taille des villes.

©Anne-Lyse Antoine et Elisabetta Carnevale

- Communes < À 30 000 hab.
- Villes entre 30 000 et 100 000 hab.
- Villes > À 100 000 hab.
- Ville de Communauté d'agglomération > À 100 000 hab



sujets des ouvrages mobiles ou transportables, dont la modularité permet à la fois de prévoir des extensions, de réduire les coûts et de démonter et déplacer les ouvrages.

Par exemple, le module d'habitat en terre en vrac dans un coffrage perdu en liteaux de bois conçu par Xavier Porte¹⁶⁸, a été réalisé à Villefontaine et remonté à Grenoble pour être utilisé en tant qu'abri d'urgence. Ou encore le bureau-container en ossature bois et panneaux de terre allégée conçu par Touraterre, réalisé à Avignon et remonté à Cavaillon.

De plus, occuper des friches est une stratégie qui se répand pour répondre aux exigences de l'habitat d'urgence en milieu urbain, à en voir les exemples actuels qui ressortent dans la presse. « Aménager un ancien espace de frêt et de stockage de la SNCF pour en faire un centre d'accueil de réfugiés. Installé dans le nord de Paris à proximité de la porte de la Chapelle au 70, boulevard Ney dans le XVIII^e arrondissement, ce camp dont la gestion future a été confiée à l'association Emmaüs Solidarité, a pour vocation d'accueillir dans les prochaines semaines près de 400 hommes seuls. C'est l'un des sites détaillés par la maire de Paris Anne Hidalgo dans sa présentation, ce mardi, du projet «Camp de réfugiés». Le second centre dédié aux femmes et aux familles est prévu dans l'ancienne usine des eaux à Ivry-sur-Seine, dans le Val-de-Marne, et verra le jour «d'ici la fin de l'année»¹⁶⁹. Nous avons conduit une recherche sur ce sujet dans

168. PORTE Xavier, *Constructions sans liant : Architecture du lien, Projet de Fin d'Etudes*, Grenoble, ENSAG, 2005

169. FIEUX Alix, «Cet architecte atypique conçoit les locaux du camp de réfugiés de Paris (Julien Beller)», Le Figaro.fr

le cadre du DSA, avec Alina Negru, Alessandro Serra et Jonghyeok Son en collaboration avec la Fondation Abbé Pierre¹⁷⁰. Nous avons questionné la pertinence de l'usage de la terre crue dans des structures légères démontables. Il est ressorti que la terre pouvait apporter des réponses pour ce type de projet si elle participe à un principe de préfabrication et de modules.

Aujourd'hui, la thématique des modules préfabriqués a été explorée par l'ENSAG et l'ENSAL, réunies dans la Team Auvergne-Rhône-Alpes pour réfléchir à un petit collectif d'habitat proposant des logements évolutifs qui intègrent le matériau terre crue. À l'occasion de l'organisation à Lyon du congrès mondial « Tterra 2016 » et de l'évènement plus large « Lyon 2016, capitale de la terre », l'équipe a conçu et réalisé le prototype Terra Nostra avec une structure bois et remplissages en pisé, briques de terre allégée et panneaux terre-fibre qui intègrent à la fois des systèmes de chauffage et de rafraîchissement.

Le prototype est conçu en vue du développement d'un projet d'habitat collectif à Grenoble, qui réinterpréterait ce module d'habitation, potentiellement sur plusieurs étages, en synergie avec le bailleur social ACTIS.

Deux autres recherches pourraient se révéler décisives pour le développement de la terre crue dans le domaine du logement collectif. La première est l'appel à manifestations d'intérêt lancé par Accroterre, traité dans le chapitre Le rôle du matériau terre dans l'architecture contemporaine.

La deuxième est en cours, il s'agit de l'emploi des déblais en milieu urbain (*voir chapitre La terre, un matériau local pour la construction neuve ?*), qui pourrait apporter des réponses par rapport au difficile accès à la ressource terre en milieu urbain.

En conclusion, nous observons que la terre crue est encore peu utilisée en ville, et en particulier dans les zones à haute densité. La préfabrication par modules est un domaine de plus en plus exploré pour développer des solutions contemporaines adaptées au milieu urbain.

DES MODULES DE TERRE IMPRIMÉS EN 3D

L'impression 3D de bâtiments entiers est la nouvelle frontière de la technologie pour la construction. Des ouvrages pilote ont déjà été réalisés, comme la 3D Print Canal House à Amsterdam : 13 pièces imprimées et assemblées sur place en « plastique biologique » par une machine qui tient dans un container de plus de 6 mètres¹⁷¹.

Immobilier, article du 6 septembre 2016, http://immobilier.lefigaro.fr/article/cet-architecte-atypique-concoit-les-locaux-du-camp-de-refugies-de-paris_7238e9f8-7420-11e6-8ea9-35096576febcb/, consulté le 11 septembre 2016

170. ANTOINE Anne-Lyse, CARNEVALE Elisabetta, NEGRU Alina, SERRA Alessandro, SON Jonghyeok, *Projet SHELterre, Pertinence de l'utilisation de la terre pour des modules d'habitation temporaires et démontables en France*, exercice pour le Module Habitat, DSA 2014-2016

171. Source : lemoniteur.fr, 18 mars 2014

La terre crue est l'un des matériaux naturels sur lesquels se concentrent les recherches sur ce sujet.

Le AA Mud Digital Lab, atelier lancé par la célèbre école d'architecture privé londonienne Architectural Association, a travaillé à plusieurs reprises sur le thème de la conception et de la réalisation de coques fines en tissu couvertes, manuellement ou par projection robotisée, d'une barbotine de terre (et ponctuellement de fibres). Une des bourses de doctorat pour l'innovation technologique du programme Innochain a été décernée à l'une des organisatrices du AA Mud Digital Lab. Elle est en train d'explorer ce sujet à l'Université Polytechnique de Catalogne. Ces recherches ont donné des premiers résultats à l'échelle du mobilier, en attente de pouvoir être appliquées à celle du bâtiment.

En 2015 l'entreprise italienne WASP (World's Advanced Saving Project) a présenté BigDelta, une imprimante 3D de 12 mètres de hauteur qui imprime des « murs » avec un mélange terre et fibre. Le système est encore en voie d'expérimentation, et ne permet pas de réaliser, pour le moment, des murs plus hauts que 30 cm.

Imprimer des murs en terre peut permettre à la terre crue de retrouver sa place en milieu urbain, où les délais sont impératifs, ou bien d'être plus accessible économiquement en dehors des contextes de main d'œuvre non rémunérée ou subventionnée (chantier participatifs, auto-construction, chantiers d'insertion,...).

Néanmoins, l'énoncé que la construction en terre crue en France est « cher » et qu'il faut baisser son coût à travers une mécanisation poussée, impose de faire des considérations sur le sens du choix de la terre crue aujourd'hui. Adapter la construction en terre au contexte économique peut risquer d'effacer les facteurs qui rendent aujourd'hui la terre crue comme matériau porteur de dynamiques respectueuses de l'environnement et des cultures. Valoriser le savoir-faire des artisans sur le chantier au lieu de les réduire à être exécutant enrichit la conception de l'ouvrage et mène à une architecture plus adaptée et plus cohérente.

DESIGN ET PERFORMANCE ARTISTIQUE AVEC LA TERRE

Une autre piste de développement pour la terre crue est le domaine du design et de la performance artistique. Nous ne relaterons pas ici tous les exemples liés à cette production, mais nous nous limiterons à ouvrir des pistes de réflexion.

L'atelier Alba à Grenoble réalise depuis des années du mobilier et des objets de design en pisé, et des installations artistiques de grandes dimensions. En parallèle, la recherche conduite par le Colectivo Terròn, regroupe architectes, acteurs et artistes, sur le potentiel de la terre dans la performance théâtrale et la narration. Dans le domaine des arts visuels, plusieurs artistes travaillent avec la terre : Daniel Duchert, allemand, qui travaille sur les textures et les dessins, ou Anne Ausloos, belge, qui explore les effets du retrait de la terre au séchage. Et encore le land artist Andy Goldsworthy qui explore les propriétés du matériau trouvé sur place, ou le

LES NOUVEAUX MODES D'USAGE DE LA TERRE CRUE

MODULES ET EXTENSION

Prototype Terra Nostra à
Lyon
© Anne-Lyse Antoine

Container Touraterre en
terre allégée
© Anne-Lyse Antoine et
Elisabetta Carnevale

Projet d'hébergement
d'urgence Xavier Porte
© Xavier Porte



IMPRESSION 3D

2 essais impression 3D
avec un mélange fibre et
argile Projet WASP
© WASP

Dernière photo, Big delta
3D 12m- Projet WASP
© WASP



ART

Colectivo Terròn
Art scénique
© Elisabeth Braure

Bibliothèque de terre de
Koichi Kurita à l'abbaye
de Maubuisson
© Catherine Brossais

Tree Fall d'Andy
Goldsworthy
© Jan Stürmann



DESIGN & MOBILIER

Trophée du Terra Award
Atelier Alba
© Atelier Alba

Élément de façade en
terre coulée d'Anne-Lyse
Antoine et Elisabetta Car-
nevale © Alina Negru

Musée du Marais à Saint-
Omer ©Martin Argyroglo





japonais Koïchi Kurita qui célèbre la beauté de la terre à travers des centaines d'échantillons. Enfin, nous avons eu l'occasion, durant 4 mois, de développer une recherche expérimentale sur l'emploi de la terre coulée pour le design et l'architecture d'intérieur, lors de notre mise en situation professionnelle au sein du projet de recherche pédagogique Amàco. Un atelier avec les étudiants de différentes écoles organisé sur ce sujet pour le Festival Grains d'Isère en mai 2016, nous a permis de réaliser des échantillons de parements de façade avec des modules en terre coulée moulée.

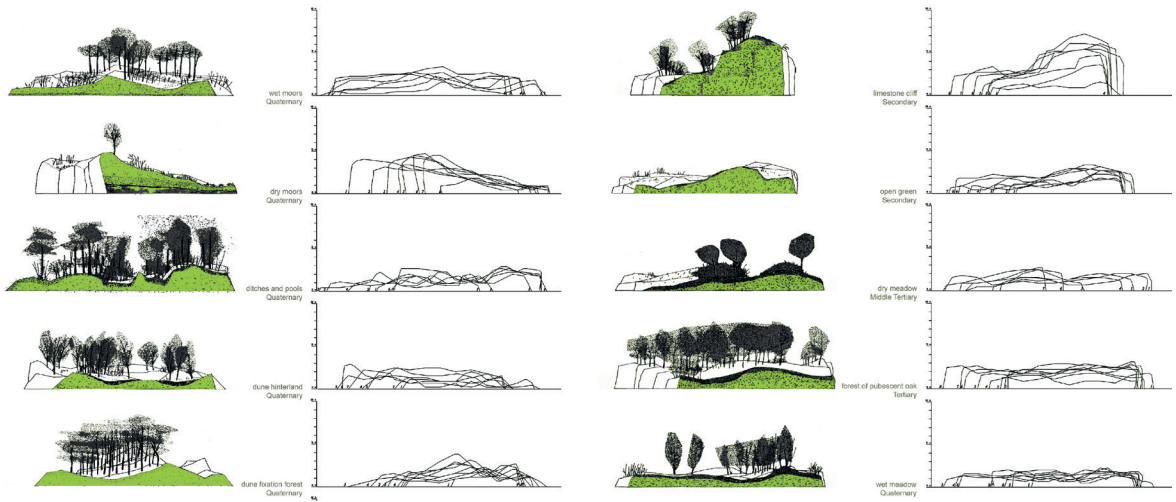
AMÉNAGER UN PAYSAGE AVEC LA TERRE

Nous avons découvert dans le travail de la paysagiste Catherine Mosbach une autre utilisation de la terre de construction au jardin botanique de Bordeaux : le compactage de la terre pour créer des représentations de paysages hors sol, inaccessibles qui orientent les visiteurs du parc. Cet aménagement a profité de l'expérience de l'entrepreneur Philippe Ferrier (anciennement SOTRAP) qui a étendu son procédé de traitement de sol en place à des traitements verticaux. Les strates de terre compactées sont surplombées des milieux représentatifs des bassins aquitains. L'érosion et l'usure font partie du processus de conception. Les masses sont tellement volumineuses et irrégulières que le temps n'a pas de prise.

Ce procédé a évolué pour la clôture d'enceinte des jardins du musée du Louvre-Lens. Le soutènement en terre massif fait 3 m d'épaisseur. Le mur reprend les déblais de limon extrait du sous-sol des fondations du musée. Le principe constructif des performances de soutènement est assuré par un liant hydraulique.

Des recherches sur l'aménagement routier sont en cours. L'enrobage des routes en bitume et leur réfection sont de plus en plus onéreux. Le coût des travaux est trop important pour les services de voiries publiques et privées. Des chercheurs tentent de stabiliser la terre au point d'être carrossable et de réduire le nombre de sous couches de sol pour accueillir la couche de finition grâce à un polymère comme pour la technique de la terre coulée. A l'inverse, la question de la perméabilité des sols est de plus en plus récurrente dans les villes. Des architectes, des bureaux d'études et des paysagistes essayent d'armer la terre du sol sur certains projets pilotes afin que des cheminements pompiers soient carrossable tout en conservant perméable qui se draine naturellement. Ce système est appliqué sur des routes peu fréquentées ou bien des stationnements.

LE JARDIN BOTANIQUE DE BORDEAUX



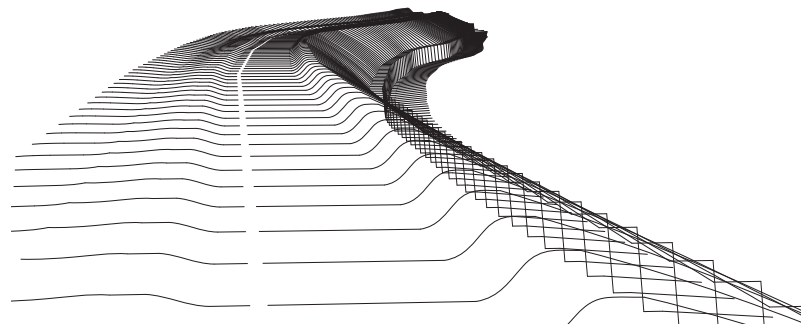
En haut

Coups des paysages hors-sol ©Catherine Mosbach. Photos des paysages hors -sol et de leur aménagement. 1. © Catherine Mosbach 2-3. ©Anne-Lyse Antoine

LES JARDINS DU MUSÉE DU LOUVRE-LENS

En bas

Image de synthèse de la clôture d'enceinte du jardin du musée Louvre-Lens. Photos de l'évolution de ce sol réhaussé © Catherine Mosbach



L'AVENIR DE L'ARCHITECTURE EN TERRE EN FRANCE

Nous avons interrogé les acteurs qui construisent en terre crue sur l'avenir de la construction neuve en terre crue. La vision qui ressort des entretiens est plutôt positive. Les facteurs environnementaux et sociaux sont propices au développement de la terre crue dans la construction, comme pour les autres filières bio-sourcées telles que le bois, le chanvre, la paille. Milena Stefanova explique, « comme pour le bois, maintenant tout le monde est rassuré, il y a une synergie économique et une filière qui se crée. Il y a des portes qui s'ouvrent en ce moment. »¹⁷²

Les marchés se développent. L'enduit est en premier : « Nos enduits terre se vendent très bien, tout le monde peut le faire. Pour les adobes on en vend un petit peu, ça démarre »¹⁷³, explique Martial Vitteau de l'association de réinsertion Le Village de Cavaillon. Et Daniel Turquin, producteurs de matériau terre crue, observe qu'« aujourd'hui il y a de la concurrence sur mon marché, et il s'agit d'un phénomène récent, depuis 2006. »¹⁷⁴

Quels sont les facteurs déclencheurs pour que le matériau se développe sur le marché de la construction ?

Notre étude a pu démontrer que l'architecture en terre crue en France témoigne d'une conception tout à fait contemporaine. Elle peut satisfaire l'imaginaire des architectes et celui du public. Une visite du prototype Terra Nostra que nous avons organisé avec la mairie le 2 juillet 2016 pour les habitants du 2e arrondissement de Lyon présente deux unités d'habitations. Les visiteurs se sont tout de suite projetés et nous ont demandé comment faire, combien cela coûte, etc. Un référentiel de cette architecture est justifié. La demande est présente, car elle répond à une tendance actuelle et d'avenir!

Le matériau terre répond aussi à la demande sociale actuelle. Il est perçu comme un matériau respectueux de l'environnement, mais surtout de l'être humain. Nous attendons impatiemment des études sociologiques et psychologiques pour démontrer ce potentiel ressenti par les usagers. Les mots qui ressortaient de leur discours étaient : cocon, sain, chaleureux, catalyseur acoustique, chaud, rassurant, etc.

Arriver à inscrire la terre comme un matériau commun représente donc un objectif possible pour les prochaines décennies. Des architectes de différentes générations, parlent de « banaliser le pisé », comme Jean-Vincent Berlottier et Boris Bouchet. Amélie Le Paih, gérante d'une des rares agences d'architecture spécialisées en terre crue, l'atelier ALP en Ille-et-Vilaine, partage le même objectif de :

172. Entretien de Milena STEFANOVA, Villefontaine, 2 avril 2016

173. Entretien de Martial VITTEAU, Cavaillon, 12 avril 2016

174. Entretien de Daniel TURQUIN, Lyon, 8 juillet 2016,

« proposer de l'architecture en terre crue pour tout le monde, pas simplement pour le patrimoine ou bien pour les militants. La terre crue est un matériau qui était omniprésent, et qui va retrouver sa place pour faire de l'architecture du quotidien. »¹⁷⁵

Amélie Le Paih

La rareté de certaines ressources essentielles et la loi de transition énergétique qui impose de réduire les facteurs polluants liés à l'activité du secteur du Bâtiment (utilisation et transport des ressources non renouvelables, énergie et pollutions liées à leur transformation et à son recyclage) sont déterminantes pour le développement de l'usage du matériau terre dans la construction. Nous avons vu, par le passé, ces effets positifs provoquer le premier renouveau de la construction en terre en 1976.

Un autre phénomène déclencheur pour la terre serait de revenir à un coût réel de l'énergie utilisée pour produire les matériaux. Le savoir-faire de l'artisan serait à nouveau identifié comme une des valeurs sûres et incontournables du secteur du bâtiment. Ce changement de paradigme consentirait à respecter l'intensité sociale de la construction en terre crue, qui loin d'être une faiblesse, constitue un élément de résilience pour les territoires face aux futures crises économiques.

Nous croyons sincèrement à une démocratisation du matériau terre, au-delà de la conservation et de la réhabilitation du patrimoine, d'un matériau porteur résistant aux calculs de la réglementation sismique, d'une architecture décomplexée, généreuse et prenant de la hauteur comme auparavant.

L'architecture en terre contemporaine en France a sa place dans le Panthéon des ouvrages les plus connus et emblématiques. A quand un prix d'équerre pour des logements en terre en milieu urbain ou pour une cité de la danse ou bien pour un musée sur l'Architecture en terre ?

175. Entretien d'Amélie LE PAIH, architecte associée de l'atelier ALP, Saint-Germain sur Ille, 6 mai 2016

CONCLUSION

POURQUOI ET COMMENT LES ACTEURS CONSTRUISENT DES ARCHITECTURES CONTEMPORAINES EN TERRE CRUE DEPUIS 1976 ?

En tant qu'architectes de profession se spécialisant en Architecture en terre crue, nous nous sommes interrogées sur les pratiques et les stratégies opérationnelles mises en place pour la construction neuve de terre crue en France. En effet, très peu de références nous éclairaient sur cette architecture et ses tendances. Nous ne connaissions pas les acteurs de cette culture constructive, ni leur mode d'intervention. Face à un territoire et un cadre réglementaire de l'acte de bâtir que nous maîtrisons bien, nous sommes allées à la recherche des Terres Contemporaines et de ses acteurs pour comprendre pourquoi et comment ces acteurs construisent des architectures contemporaines en terre crue.

Le projet Terres Contemporaines nous a permis de dresser un panorama de l'architecture contemporaine en terre crue et des pratiques opérationnelles et constructives des professionnels. Depuis 2015, nous avons recensé 257 opérations de constructions neuves et extension sur la France métropolitaine grâce au lancement d'un appel à participer à l'inventaire diffusé sur l'ensemble des réseaux et associations de construction. Nous avons également contacté un à un les architectes de ces opérations pour récolter des données graphiques et écrites sur leurs projets.

En parallèle, nous avons préparé notre enquête de terrain de deux mois à travers la France pour visiter une sélection de 30 opérations et rencontrer les acteurs-participants et les acteurs-pionniers des années 80: maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, entreprise lot terre et parfois les usagers. Nous nous sommes entre autre entretenues avec les représentants de chaque réseau de la filière pour mieux comprendre les freins et les leviers des professionnels. Les acteurs interrogés nous ont éclairé avec un retour sur leur expérience et nous ont permis d'enrichir notre grille d'analyse de nouveaux thèmes : l'histoire du renouveau, les pratiques d'approvisionnement, l'origine des terres de construction et la question de la terre stabilisée.

Cette riche base de données récoltée a été analysée en partie pour rédiger un article scientifique pour le XIIe Congrès Mondial de l'Architecture en terre crue qui s'est déroulé à Lyon mi-juillet 2016. Il était sur une base de 150 projets recensés. Celui-ci a servi de toile de fond pour le mémoire. Entre les deux documents, nous remarquons déjà une évolution. Le mémoire est, quant à lui, une phase intermédiaire de notre projet Terres Contemporaines de diffusion et de communication sur l'architecture en terre crue en France.

La construction neuve en terre crue fait face à de nombreux blocages, dont le premier est son image. Reléguée au passé et ralentie par le contexte normatif et réglementaire, la production architecturale contemporaine en terre crue reste au stade d'un marché de niche. La filière existe pourtant depuis une trentaine d'année, à l'inverse d'autres filières biosourcée. Elle a été aussi fortement soutenue par l'état dans les années 80 et a bénéficié de plusieurs actions médiatiques dont l'exposition « Architecture de terre » au Centre Georges Pompidou en 1981 et la réalisation de 65 logements au Domaine de la Terre à Villefontaine en 1985.

Que s'est-il passé ? Le temps entre les deux crises économiques et énergétiques de ces quarante dernières années, 1979 et 2008, ont freiné la production architecturale en terre crue à partir de 1988 dans le secteur du neuf. Capitalisme et filière biosourcée ne semblent pas faire bon ménage. La contradiction entre l'éthique écologiste de la filière, la rentabilité et la logique de « normalisation » des techniques et des matériaux la marginalise. Les surcoûts liés à la mise en œuvre de certaines techniques en terre, la méconnaissance des professionnels, le manque d'entreprises compétentes sur le territoire et l'absence de capitalisation scientifique ralentie la production.

Alors pourquoi les acteurs interrogés ont décidé de construire avec le matériau terre depuis 40 ans ?

La majorité n'ont pas bénéficié d'enseignement sur le matériau terre. Ils ont appris sur le terrain avec d'autres professionnels. La connaissance du patrimoine en terre, l'information sur le matériau, des missions ou des voyages à l'étranger, des pratiques sur le chantier, l'inspiration liée à des références d'architectures contemporaines en terre crue les ont mené à choisir la terre pour construire. Cette base de références leur ont permis de cerner les potentiels physiques, techniques et esthétiques du matériau. La plupart des acteurs interrogés et rencontrés ne font partie d'aucun réseau de la filière terre crue. Ils se considèrent tout d'abord comme bâtisseur. Ils sont représentatifs du marché conventionnel du bâtiment. A quelques différences près qu'ils sont plus soucieux de l'écologie de l'ouvrage, de sa durabilité dans tous les sens du terme et manifestent un intérêt dans l'ensemble pour l'auto-construction et les démarches participatives. Ils ont chacun une histoire particulière avec le matériau terre et ne l'ont jamais choisi par hasard. Certains sont militants du matériau, d'autres l'utilisent pour des questions techniques ou esthétiques.

Bien que la construction en terre ne soit pas réglementée,

« le défi est de bâtir avec un matériau simple et pauvre pour une architecture belle et riche, avec l'objectif que cela reste dans des coûts raisonnables et que ce soit confortable. » ¹⁷⁶

Jean-Marie Le Tiec

Cette architecture existe aussi sur notre territoire. Le recensement des 257 opérations réalisées depuis 1976 reflètent la tendance de l'architecture contemporaine en terre crue selon nos critères d'études. Elle est riche, variée et répond aux demandes actuelles et à des usages multiples. Les atouts naturels de la terre comme le changement de phase, le confort thermique, la régulation d'humidité de l'air, la correction acoustique, la texture brute du rendu ont permis

176. Entretien de Jean-Marie LE TIEC, architecte associé de l'agence NAMA, Villefontaine, 26 mai 2016

de répondre à des cahiers des charges exigeants tel que des musées, des maisons de santé ou bien des salles de concert.

Son emploi se retrouve à différents niveaux du bâtiment, du mur périphérique à l'aménagement intérieur et extérieur. La variété d'usages tire le matériau à son avantage, comme nous pouvons le voir sur des bâtiments profondément contemporains avec des lignes épurées et des finitions brutes.

Les ouvrages recensés sont présents sur une grande partie de la France Métropolitaine. Liée dans certains cas à des zones traditionnellement connues pour son patrimoine en terre crue, la production contemporaine se manifeste également sur de nouveaux territoires comme les régions d'Ile de France, du Centre Val de Loire et PACA. Le fait qu'elle ne soit plus liée à l'approvisionnement local et à une contextualisation de l'emploi du matériau, elle traverse les frontières régionales, notamment pour la technique du pisé. Le développement durable sur le secteur du bâtiment a également démocratisé l'usage de la terre dans la construction, surtout pour le marché de l'enduit.

L'approvisionnement en terre n'est pas encore aisé. Seuls les initiés et les professionnels savent où se fournir. Des pratiques traditionnelles comme l'utilisation de terre du site persistent pour réduire les coûts de transport et aussi pour des questions d'éthique et de circuit court. Malgré certains freins, la filière terre crue arrive à fonctionner à différentes échelles de production et s'adaptent au cas par cas. N'oublions pas que le nombre de fournisseur de matériaux augmentent. Atteindrons-nous dans les années à venir une industrialisation des matériaux terre crue comme en Allemagne et aux Etats-Unis ? Certains industriels de la construction font mûrir cette idée, notamment pour la production de BTC et pour le mélange prêt à l'emploi de la terre coulée.

Quoi qu'il en soit, les ouvrages en terre se réalisent grâce à l'ingéniosité des maîtres d'ouvrage, des maîtres d'œuvre et entreprises qui ont commandé, conçu et réalisé les bâtiments recensés. Ils sortent du cadre pour répondre aux réglementations, soit poussés par la connotation expérimentale d'une technique traditionnelle, soit pour démontrer qu'il est possible de le faire et ouvrir la voie à d'autres. La construction en terre permet aussi aux acteurs de s'interroger sur le contexte réglementaire actuel (loi MOP, réglementation thermique, DTU...) et sur l'évolution de l'acte de bâtir. A cela s'ajoute l'envie de créer une procédure de conception et de mise en œuvre « à la carte » et plus proches des attentes du groupe, vu qu'il n'y a pas d'exemples normés. C'est aussi pour cela que ce matériau est en adéquation avec les démarches participatives, au-delà de sa facilité d'appropriation sur le chantier. Certes, le cadre réglementaire représente un frein pour la production d'architecture contemporaine, mais il ne la bloque pas et n'empêche pas les professionnels d'innover. Depuis plusieurs décennies, ils pré-fabriquent des blocs, tentent de créer des filières plus sèches, mécanisent plus le chantier, modifient les coffrages, optimisent la ligne de production, etc. Certaines techniques sont à améliorer et d'autres à arrêter. La filière veut se développer, mais comment ? Plusieurs discours

sont en place. Nous attendons une initiative commune et une transparence, notamment sur le sujet de la stabilisation de la terre et d'un recensement du nombre d'entreprises compétentes et de leur capacité sur le territoire.

Nous espérons que la rédaction des règles de bonnes pratiques entamée en 2015 et l'hypothèse de produire des règles professionnelles attendues par de nombreux acteurs vont transformer les freins en leviers comme pour la filière paille en France. En tout cas, une relance est manifeste (à l'échelle de la construction neuve en terre) à partir de 2014 selon notre recensement. Les aprioris sur le matériau terre changent grâce à une reconsidération de l'écologie par les citoyens ces dix dernières années et à l'introduction du matériau terre dans l'enseignement. Il a fait une nouvelle « rentrée » dans l'enseignement supérieur en Architecture et en Ingénierie ainsi que dans les formations pour les professionnels de la construction.

QUE NOUS A APPORTÉ CETTE RECHERCHE ?

Cette étude, menée lors de notre formation, nous a confronté à une autre manière d'exercer notre métier et a été une source de savoir.

Nous avons rencontré des professionnels qui mettaient en avant leur pratique de chantier et leur connaissance des matériaux. La plupart des architectes interrogés ne se considèrent pas seulement comme des concepteurs, mais aussi comme des architectes-bâisseurs. Cette position affirmée nous conforte aussi dans nos choix professionnels.

Les entretiens avec les acteurs ont été un levier fondamental de notre analyse. L'enquête de terrain nous a permis de déceler des pratiques, de les analyser et de les regrouper dans ce mémoire. La valeur culturelle du retour d'expérience des acteurs n'avaient pas encore été capitalisée sous l'angle de l'opérationnalité. Plusieurs professionnels nous ont fait part de leur envie de connaître les pratiques de chacun par manque d'information à ce sujet.

Les visites de site nous a, quant à elles, offrent l'occasion de découvrir les bâtiments, de voir les détails techniques qui fonctionnent et ceux qui ne fonctionnent pas avec le matériau terre sur des projets contemporains, de ressentir l'atmosphère générée par le matériau (humidité, chaleur, fraîcheur, ...) et surtout de percevoir l'impact du temps et des intempéries sur de tels ouvrages. Cette culture visuelle est un point fort pour notre parcours professionnel et pour la restitution de notre analyse. Cela nous a aussi permis de percevoir les perspectives et les limites de la conception architecturale.

QUELS ONT ÉTÉ LES NOUVEAUX ÉLÉMENTS SOULEVÉS PAR L'ANALYSE ?

Sans l'inventaire cartographié des ouvrages réalisés, point de départ de notre recherche, nous n'aurions pas pu préparer l'enquête de terrain. Elle nous a permis de changer notre regard sur notre exercice professionnel. Sur le terrain, nous avons pris la dimension de l'importance d'un tel outil. L'inventaire prouve qu'il est possible de construire en terre en France grâce aux

exemples référencés. Plusieurs acteurs nous ont fait part de l'avantage de l'inventaire accessible à tous.

D'autre part, la recherche a mis en évidence des facettes peu connues du sujet étudié, par nous-même et par les acteurs notamment à propos de :

- > La richesse des programmes des bâtiments réalisés,
- > L'usage du ciment ou de la chaux pour stabiliser la terre. Cette technique est plus courante que nous le pensions dans la construction neuve avant d'aller sur le terrain.
- > L'évolution de certaines techniques constructives sur le chantier comme le pisé, la bauge et la terre allégée,
- > L'analyse statistique de la production de l'architecture contemporaine en terre crue (nombre d'ouvrage réalisés par an sur la période de l'étude, la répartition géographiques des ouvrages par rapport au patrimoine, la proportion des programmes des bâtiments qui ont développé la production architecturale ...),
- > La corrélation entre la flambée du prix du baril de pétrole et le développement de deux renouveaux de l'architecture contemporaine en terre crue en fin des années 70 et fin des années 2000.
- > La technique la plus répandue sur le territoire pour la construction neuve en terre crue : la BTC et non le pisé,
- > L'appel d'un prestataire extérieur à l'équipe de maîtrise d'ouvrage ou d'œuvre spécialisée en terre pour être conseillé lors des phases de conception et sur le chantier.

QUELLES ONT ÉTÉ LES LIMITES DE L'ANALYSE ?

Néanmoins nous n'avons pas encore analysé toute la base d'informations. Nous sommes, au stade de ce mémoire, à la phase des premiers résultats de l'étude. L'analyse des données restantes, les nouveaux projets à inventorier et les entretiens encore à réaliser vont faire évoluer les statistiques et le contenu de notre étude.

Les 30 projets sélectionnés sont une base déjà très intéressante pour dresser un panorama de l'Architecture contemporaine en terre crue, cependant ils sont représentatifs d'une petite partie de la production. Une analyse architecturale approfondie et de ses tendances, ainsi qu'un « trombinoscope » des projets recensés restent à réaliser.

Il est aussi difficile pour nous de récupérer des informations homogènes entre les 30 projets sélectionnés et au-delà pour les 257 opérations. Il nous faut beaucoup plus de temps pour uniformiser les sources. Le projet de recherche, à l'initial, était plus ambitieux que ce que nous restituons aujourd'hui. Nous voulions produire un guide des pratiques constructives destiné aux professionnels. La recherche a aussi pris une tournure que nous avons partiellement imaginée : la diffusion sur l'Architecture en terre crue à un public large. Cette démarche nous a demandé beaucoup d'attention et beaucoup d'énergie pour créer des outils de communication.

QUELLES SONT LES PERSPECTIVES DU PROJET TERRES CONTEMPORAINES ?

Le projet Terres Contemporaines a été bien accueilli par les acteurs et les professionnels de la filière terre crue en France. Nous avons rencontré la majorité des personnes concernées pour les 30 projets sélectionnés et d'autres acteurs de la construction neuve en terre crue.

L'attente des professionnels et du public est perceptible au sujet d'un référentiel technique et culturel sur la construction neuve en terre. Pour répondre à cette demande, que nous partageons depuis le début du projet, nous envisageons de rendre publique les résultats du mémoire et de les diffuser au plus grand nombre. Nous préparons de nouveaux outils de diffusion et de communication accessibles au public.

Le développement d'une publication dédiée aux professionnels est une partie fondamentale de la deuxième phase du projet. Un livre capitalisera nos données et nos analyses : inventaire, panorama et retours d'expériences. Il pourra se présenter sous la forme d'un manuel illustré avec des fiches opérationnelles par projets dont les thèmes varieront selon les critères d'analyse.

Le retour d'expérience des acteurs, nous permet aujourd'hui, de repérer les stratégies opérationnelles réussies pour répondre aux freins et obstacles rencontrés. D'autre part, le témoignage des acteurs rencontrés représente un moyen de sensibilisation unique, que nous espérons restituer dans un web-documentaire. Les bâtiments visités ont été filmés et photographiés. Le témoignage des acteurs illustré par l'image du bâtiment permettra au spectateur de visualiser les tenants et les aboutissants du projet. Ce format de web-documentaire amène le spectateur à naviguer dans un ensemble de vidéos (et contenus écrit et visuels) à partir d'une thématique ou d'un critère de son choix. Cela permet de retrouver des éléments d'intérêt à l'intérieur du vaste corpus de 88 entretiens. Nous ferons une sélection et un montage de vidéos par opération de 3min.

Ce travail d'analyse et de synthèse va nous demander un temps de maturation, de faire appel à des professionnels pour nous aider à réaliser ces deux médias et de relancer une recherche de financement.

Ces deux nouveaux projets de communication participent à notre volonté de diffuser ces résultats à travers des conférences et à poursuivre l'inventaire en ligne.

L'élaboration du projet Terres Contemporaines ouvre de nouveaux questionnements et des pistes de développement. Ces axes de réflexion dépassent le cadre de notre recherche. Comme ouverture Il serait intéressant de développer des synthèses et des outils de communication pour démontrer les potentiels de l'architecture en terre crue pour aujourd'hui et demain.

L'enquête de terrain, nous a permis de rassembler une documentation approfondie sur les 30

projets analysés. Cela permettrait aujourd'hui d'en évaluer le bilan écologique, pour comprendre la véritable plus-value des projets qui choisissent la terre crue par rapport aux trois piliers du développement durable : environnemental, sociale et économique.

Un recensement du nombre de projets réalisés en terre stabilisée montrerait les réelles pratiques de chantier actuelles et pourrait remettre en discussion les motivations et l'éthique de chacun pour construire en terre aujourd'hui, comme le soulignait Gilles Perraudin considérant que « la terre ne mérite plus son nom lorsque le ciment atteint le 15%, comme en Australie ou aux Etats Unis ¹⁷⁷ ». En effet les informations sur la stabilisation en terre en ciment ou chaux et son taux sont très difficiles à trouver.

Ce format du projet a donné des résultats positifs. Il pourrait être répliqué dans d'autres pays européens où la construction neuve existe et être mutualisés sur une même carte. Pourquoi ne pas ouvrir des concours étudiants en Architecture et Ingénierie sur l'architecture en terre, comme pour les autres matériaux ? Pourquoi ne pas renouveler l'opération d'un prix national de l'Architecture en terre crue ?

La communication sur la production architecturale en terre crue est un des leviers pour la faire reconnaître et accepter de tous. Nous en sommes aujourd'hui convaincues.

Photo

Façade extérieure de la
cafétéria des Editions
Terre Vivante à Mens
© Anne-Lyse Antoine et
Elisabetta Carnevale

177. Entretien de Gilles Perraudin, architecte associé, Lyon, 5 avril 2016



BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES

ANGER Romain, FONTAINE Laetitia, *Bâtir en terre, Du grain de sable à l'architecture*, Saint-Etienne, Editions Belin, 2011

ARZOUMANIAN Varoujan, BARDOU Patrick, *Archi de terre*, Paris, Editions Parenthèses, 1978

BARDEL Philippe, MAILLARD Jean-Luc, *Architecture de terre en Ille et Vilaine, Ecomusée du Pays de Rennes*, Rennes, Éditions Apogée, 2002

CHOPPIN Julien, DELON Nicolas, Collectif, *Encore Heureux, Matière grise. Matériaux/Réemploi/Architecture*, Paris, Editions du Pavillon de l'Arsenal, 2014

DETHIER Jean, *Architectures de terre, Atouts et enjeux d'un matériau de construction méconnu : Europe-Tiers Monde-Etats-Unis*, Paris, Editions Centre Georges Pompidou, 1986

DEVAUX Camille, *Accompagner les projets d'habitat participatif et coopératif*, Guide diffusé par l'Union Sociale pour l'Habitat et la Fédération Nationales des Sociétés Coopératives d'HLM, février 2011

DEWULF Michel, *Le torchis, mode d'emploi*, Paris, Éditions Eyrolles, 2007

DOAT Patrice, HAYS Alain, HOUBEN Hugo, MATUK Silvia, VITOUX François, *Construire en terre*, Editions Alternative et Parallèles, 1979

DOAT Patrice, BOUILLANE Charles, VITOUX Alain, *Minimôm découvre la terre*, Grenoble, Unité pédagogique d'Architecture, 1975

FATHY Hassan, *Construire avec le peuple, Histoire d'un village d'Egypte : Gournah*, Paris, Editions Acte Sud, 2016 (première édition en 1969)

GAUZIN-MÜLLER Dominique, *Architecture en terre d'aujourd'hui*, Gignac, Museo, 2016

GREZES Denis, LOZACHMEUR Adeline, TIRARD Jean-Christophe, *Maisons de terre, l'Isle d'Abeau, présentation des projets*, Plaque pour l'EPIDA, Saint-Just-la-Pendue, 1984

GUILLAUD Hubert, GRAZ Christoph, CORREIA Mariana, MECCA Saverio, MILETO Camilla, BOLLINI Gaia, COSTA CABRAL Bartolomeu, DE CHAZELLES-GAZZAL Claire-Anne, *Terra Incognita ; découvrir une Europe des architectures de terre et Terra incognita; préserver une Europe des architectures de terre*, Portugal, Belgique, Argumentum, Culture Lab Éditions, 2009

HOUBEN Hugo, GUILLAUD Hubert, *Traité de Construction en Terre*, Marseille, Editions Parenthèses, 1989

KAPFINGER Otto, *Martin Rauch. Rammed Earth*, Basel, Boston, Berlin, Birkhauser, 2011

LE CORBUSIER, *Les Constructions Murondins*, Clermont-Ferrand, Éditions Étienne Chiron, 1942

MANIAQUE Caroline, *Go West, des Architectures au Pays de la contre-culture*, Perronas, Editions Parenthèses, 2014

MARCOM Alain, *Construire en terre-paille*, Mens, Editions Terre Vivante, 2011

MORETEAU Sylvain, *Enduits de terre crue*, Mens, Editions Terre Vivante, 2012

PIGNAL Bruno, JEANNET Jacky, SCARATO Pascal, *Blocs de terre crue*, Clermont-Ferrand, Pisé terre d'avenir, 2001

RAEL Ronald, *Earth architecture*, New York, Princeton Architectural Press, 2009

RÖHLEN Ulrich, ZIEGERT Christof, *Construire en terre crue, Construction-Rénovations-Finitions*, Paris, Editions Le Moniteur, 2013

TOURAINÉ Alain, *Contre-Culture*, Editions Encyclopædia Universalis, vol. 6, 2002 (première édition 1974)

VOHLARD Franz, *Construire en terre allégée*, Cenate Sotto, Editions Acte Sud, avril 2016, (traduit de l'allemand *Bauen mit Leichtlehm, Handbuch für das Bauen mit Holz und Lehm*, 7^e édition, Birkhäuser Verlag, Bâle, 2013)

ÉTUDES SCIENTIFIQUES, RAPPORTS ET MÉMOIRE D'ÉTUDES

ADJOUA Jessica, *Le renouveau de l'Architecture de terre crue dans les années 80, Histoire, Ambition et impact international du Domaine de la Terre*, Mémoire, Lille, Ecole Nationale d'Architecture et de Paysage de Lille, juin 2013

ALVAREZ COLL Nuria, QUINTALLET Nadège, *Mythes, vulnérabilités et imaginaire de l'architecture de terre, Recherche menée dans le cadre du DSA Architecture de Terre, Grenoble, ENSAG, 2012*

ANTOINE Anne-Lyse, CARNEVALE Elisabetta, *Architecture de terre crue en France de 1985 à 2016*, dans les Actes du XIIe Congrès Mondial sur l'Architecture de terre Terra 2016, (11-14 juillet 2016, Lyon), (en cours de rédaction)

ANTOINE Anne-Lyse, CARNEVALE Elisabetta, NEGRO Alina, SERRA Alessandro, SON Jonghyeok, *Projet SHELterre, Pertinence de l'utilisation de la terre pour des modules d'habitation temporaires et démontables en France*, Module

Habitat, DSA 2014/2016
ARTUS Patrick, CHALMIN Philippe, CHEVALIER Jean-Marie, D'AUTUME Antoine, *Les effets d'un prix du pétrole élevé et volatil*, Rapport, Paris, Conseil d'Analyse Economique, 2010

Atelier ALP, EIRL TERRE CRUE, *Conception intégrée du pôle interentreprise de construction terre crue en Bretagne*, Poster pour le XIIe Congrès mondial de l'Architecture en terre crue, Terra 2016, Lyon, 11- 14 juillet 2016

AUBERT Jean-Emmanuel, *Rapport final du projet Tercuso, Caractérisation des briques de terre crue de Midi-Pyrénées*, Toulouse, INSA – Université Paul Sabatier Toulouse III, Laboratoire Matériaux Durabilité des Constructions, avril 2013

CARNEVALE Elisabetta, GUERIN Jules, *Mythes et imaginaire de la construction en terre crue*, Recherche conduite dans le cadre du DSA Architecture de Terre, Grenoble, ENSAG, 2015

CORBA BARRETO Mauricio, *De l'école à la maison, La reproductibilité des infrastructures scolaires et les déterminants de leur impact sur l'amélioration de l'habitat en terre*, Mémoire de DSA Architecture de terre, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, Grenoble, 2015

GASNIER Hugo, *Amélioration du processus de fabrication du pisé: étude de cas du chantier d'Orléans, centre INRA, bâtiment Qualiforsol*, Rapport, Grenoble, Laboratoires AE&CC et CRAterre, ENSAG, avril 2013

GUILLAUD Hubert, GANDREAU David, MORISET Sebastien, *Continuity of French Rammed earth architecture*, dans *Earthen architecture: past, present and future*, Valencia, Crc Press, 2014

HEITZ Philippe, MOREL Jean-Claude, FABBRI Antonin, SOUDANI Lucile, CHAMPIRE Florient, MEUNIER Nicolas, *L'isolation du pisé : pertinence et principes*, dans Translettre, LGCB-ENTPE, Vaulx-en-Velin, août 2015, p. 1-12

JOFFROY Thierry, GUILLAUD Hubert, LE TIEC Jean-Marie, *Architectures contemporaines en terre crue : sur les traces de Hassan Fathy*, dans *L'architecture de terre dans le monde d'aujourd'hui. Actes du Colloque international de l'UNESCO sur la conservation de l'architecture de terre du patrimoine mondial Siège de l'UNESCO, salle XI* – Paris, France 17 – 18 décembre 2012 (pp 218-225), World Heritage Papers, 2013

KALCK Paul, *Les architectes et leur formation au temps du développement durable. Contribution à une réflexion sur les infléchissements de la formation initiale et les attentes en formation continue*, Rapport du Centre d'études et de recherche sur les qualifications (Céreq), Convention avec le Ministère de la culture et de la communication, Novembre 2015

KATAVOUTAS Konstantinos, *Comparer les directives nationales de la construction terre, Actes du colloque Construire en terre : du patrimoine historique à l'architecture contemporaine. Des professionnels, des savoir-faire et des techniques en Europe*, Marseille, 2011

LEYLAVERGNE Elvire, *La filière terre crue en France, Enjeux, freins et perspectives*, Mémoire de DSA Architecture de terre, Grenoble, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, 2012

MANIAQUE Caroline, *Les architectes français et la contre-culture nord-américaine, 1960-1975*, Thèse, Saint-Denis, Université de Paris VIII, 2013, vol. 1

MOEVUS Mariette, FONTAINE Laetitia, ANGER Romain, DOAT Patrice et al., *Projet Béton d'Argile (B.A.E), rapport final, Programme C2D2*, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, novembre 2013

NAVARRO EZQUERRA Antonia, BOSCH Miquel, RINCON Lidia et al., *Experimental rammed earth prototypes in Mediterranean climate*, dans *International Conference on Vernacular Heritage, Sustainability and Earthen Architecture : earthen architecture: past, present and future*, 2014, p.311

PORTE Xavier, *Constructions sans liant : Architecture du lien*, Projet de Fin d'Etudes, Grenoble, ENSAG, 2005

VEYSSEYRE Solène, *Comment développer l'usage de la terre crue dans la production architecturale française?*, Rapport d'étude de Licence 3, Encadré par Hervé Lequay, Lyon, ENSAL, 2009

ARTICLES ET PÉRIODIQUES

AA.VV., « Dossier spéciale terre crue », Les Cahiers techniques du bâtiment, n°295, mars 2010

AA.VV., « Dossier spéciale terre crue », Le Moniteur, n° 5695, 18 janvier 2013

ANTOINE Anne-Lyse, CARNEVALE Elisabetta, « Projet Terres Contemporaines », dans *Le Courrier du patrimoine*, n. 63, mai 2016, p.5

CHAREYRE Régine, MICHEL Philippe, « Maison en terre de l'Isle d'Abeau », dans *Pignon sur rue* n°36, mai 1982

Grand Paris Express, « Le métro du Grand Paris, L'innovation au cœur du projet », Dossier de presse innovation du Grand Paris Express, Dossier de presse, Innovation, Société Grand Paris, juin 2016

LEFEVRE Pierre, « Retour d'expérience : Le Domaine de la Terre », dans *Ecologik* n°12, Tallinn, A vivre éditions, décembre 2009, pp. 71-73

LETSCHNER Keren, « Le secteur du bâtiment accuse le choc de la crise », journal *Le Figaro-Immobilier*, article du 25 février 2009

PEYZIEU Jean, « Le Domaine de la Terre », *Revue Maisons Paysannes de France*, n°170, 2010

QUINTIN Isabelle, « Construire en terre : le nec plus ultra du développement durable », dans *Les Cahiers techniques du bâtiment*, n.236, 2003, p. 44-45

VAN KOTE Gilles, « *Le Grand Paris face à une montagne de déblais* », Paris, dans *Le Monde* du 22 mars 2013

VENUAT Michel, « *Pour abaisser les coûts, construire en terre* », *Les Cahiers Techniques du Bâtiment* n°59, Paris, Editions Le Moniteur, décembre 1983

WILSON Ariane, « Objectif terre », dans *Criticat* n°13, Paris, Editions Criticat, printemps 2014, p. 94-117

RESSOURCES INTERNET

(Sites consultés entre mai et mi-septembre 2016)

AA.VV., *Catalogue online du « Label Architecture de terre remarquable en Europe, Outstanding Earthern Architecture in Europe Award »*, www.culture-terra-incognita.org/best_label

ASTERRE, *Construire en terre crue : Etude sur les obstacles au développement de la construction en terre crue en France et proposition d'un plan d'action*, Rapport Final pour le Ministère de l'Egalité des Territoires et du Logement et Le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie, janvier 2013, www.asterre.org/component/attachments/download/2F142&us-g=AFOjCNG4hF1uRsXaVSC2EqQdemq-nU2IPxQ&sig2=CVatmaZPhj8jDSNb6iZ3AQ

BOSC Hugues, BOSC Jean, *Texte de présentation du projet de la cave vinicole du Trévallon à Saint-Etienne-du-Grès*, www.hugues-bosc.com/blog

Cellule économique de Bretagne, *Enquête nationale de la construction bois 2014*, octobre 2015, source internet : <http://franceboisforet.com/enquete-nationale-de-la-construction-bois-activite-2014/>

DEFAWE Jean-Philippe, *Près de Notre-Dame-des-Landes, un village expérimente l'architecture participative*, dans *Le Moniteur* du 22 juin 2016, http://www.lemoniteur.fr/article/pres-de-notre-dame-des-landes-un-village-experimente-l-architecture-participative32496186#utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_campaign=architecture

DETHIER Jean, et al., *Palmares et Communiqué de presse du Premier Prix national des architectures en terre crue 2013*, www.craterre.org/diffusion:stockage/download/id/8cf-72477c03ff583fd7a048b3878a5/file/prix_archi_terre_presse_light_v3.pdf

DOUSSON Xavier, *La reconstruction du village témoin du Bosquel dans la Somme après 1940. Récit, ambitions et paradoxes d'une opération singulière*, In Situ [En ligne], 21 | 2013, mis en ligne le 16 juillet 2013, <http://insitu.revues.org/10470>,

Entreprise Argilus, produit HP2A, <http://www.hp2a-technologies.fr/>

FIEUX Alix, «*Cet architecte atypique conçoit les locaux du camp de réfugiés de Paris (Julien Beller)*», Le Figaro. fr Immobilier, article du 6 septembre 2016, http://immobilier.lefigaro.fr/article/cet-architecte-atypique-concoit-les-locaux-du-camp-de-refugies-de-paris_7238e9f8-7420-11e6-8ea9-35096576f6bc/, consulté le 11 septembre 2016

Fiches techniques réalisées pour le Parc Naturel Régional du Livradois-Forez, Conception et réalisation de S. Moriset et A. Misse, en collaboration avec J. Jeannet, P. Doat, D. Gandreau, H. Guillaud, S. Dugelay, <http://www.pise-livradois-forez.org/Fiches-techniques>

IAUR, Acroterre, MSHB, *Séminaire introductif à l'Appel à Manifestation d'Intérêt*, Compte-rendu du 1^{er} séminaire, Rennes, 1^{er} avril 2016, www.iaur.fr/wp-content/uploads/2016/05/CR_Séminaire_1er-avril_AMI.docx

Manifeste *Habiter la terre : manifeste pour le droit de construire en terre crue* lancé en 2010 par le laboratoire CRAterre et la Chaire de l'Unesco *Architecture de terre et développement durable*, <http://CRAterre.org/diffusion:stockage/download/id/439654f112dc4b0ca42783e50e29951e/>

file/manifeste_habiter_laterre_829ko_1p.pdf

Ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer, article « produits de construction et matériaux biosourcés » <http://www.developpement-durable.gouv.fr/Produits-de-construction-et.html>,

Site internet du réseau terre paille, www.terrepaille.fr

Site internet du réseau ASTERRE, www.asterre.org/

Site internet du réseau ATOUTERRE, <http://www.atouterre.pro/>

Site internet du réseau TERA, <http://terre-crue-rhone-alpes.org/>

Site internet du réseau Terreux Armoricaïns, <http://terreuxarmoricaïns.org/>

Site internet de l'Association Régionale pour la Promotion de l'Eco-construction en Basse Normandie, <http://wp.arpe-bn.com/>



A large, empty hexagon with a thin black outline, positioned to the left of the word 'ANNEXES'.

ANNEXES

ANNEXE 1 | Liste des thèmes abordés lors des entretiens

ANNEXE 2 | Critères d'informations pour le recensement des projets

ANNEXE 3 | Liste des 30 projets sélectionnés pour le tour de France

ANNEXE 4 | Sources orales

ANNEXE 1

LISTE DES THÈMES

ABORDÉS LORS DES

ENTRETIENS

Ces thèmes nous ont permis de diriger les entretiens et de préparer la grille d'analyse pour les retranscrire. Ces thèmes ont servi à l'analyse, à l'esquisse du plan et à la rédaction du mémoire.

ACTEURS

Profil
Parcours et expérience avec le matériau terre
Motivations pour construire en terre pour ce projet
Engagement envers le matériau
Réseaux
Nombre de projets en terre réalisé ou suivi

PROGRAMMATION ET HISTORIQUE DU PROJET

Montage du projet
Programmation
Motifs du choix de la terre et à quel stade du projet

PHASE DE CONCEPTION

Dessin et détails techniques par rapport au matériau terre
Aspects structurels, thermiques, énergétiques et hygrométriques
Contraintes liées au projet (Bâtiments classés, risques de séismes, inondations, ..)
Enveloppe budgétaire et maîtrise du chiffre
Gestion de planning par rapport au lot terre
Description du marché lot terre pour les pièces écrites
Réponse des entreprises / marché fructueux ou infructueux ?

CHANTIER

Provenance de la terre
Interaction entreprises terre et autres corps d'Etat sur le chantier
Les pratiques sur le chantier (nombre de personnes, outillage, technique de mise en oeuvre, ...)

Stabilisation de la terre pour construire
Planning et contre-temps

ASPECTS OPÉRATIONNELS

Assurabilité des acteurs et de l'ouvrage
Validation par le bureaux de contrôle de la conception du projet pour le marché public (ATex, Avis incomplets ...)
Stratégies opérationnelles mise en place
Réglementation thermique
Accompagnement et conseil (personnes ressources pour le lot terre)
Recherche de pistes d'économies (auto-construction, chantier participatif, concertation, changement de décision ...)

BILAN

Contraintes liées au projet
Retour global sur l'opération (« Et si c'était à refaire ? »)
Retour sur le confort hygrothermique
Retour sur l'entretien du bâtiment
Retour sur ce projet par rapport à un projet conventionnel

PERSPECTIVES

Avenir de l'architecture en terre crue et du matériau
Obstacles pour réutiliser la terre dans les prochains projets
Motivations et leviers pour continuer à construire en terre

ANNEXE 2

CRITÈRES

D'INFORMATIONS POUR

LE RECENSEMENT DES

PROJETS

Ces thèmes nous ont permis de diriger les entretiens et de préparer la grille d'analyse pour les retranscrire. Ces thèmes ont servi à l'analyse, à l'esquisse du plan et à la rédaction du mémoire.

PROJET

Intitulé de l'opération (elle peut comprendre à un plusieurs bâtiments)
Marché public ou privé
Procédure avec concours (oui/non)
Durée du chantier
Date de livraison
Surface utile, SHON/SHOB/SDPC
Coût tot H.T.
Coût lot terre H.T.

LOCALISATION

Région
Département
Commune
Adresse

EQUIPE MOA ET MOE

Nom Maître d'ouvrage (MOA)
Nom structure des Architectes (MOE)
Nom structure Bureaux d'études (MOE)
(et coordonnées de chacun)

TYPE DE PROGRAMME

Six catégories de programmes définis :
- aménagement extérieur, c'est à dire mur paysager, mur clôture, mobilier, abris,...)
- habitat individuel
- habitat collectif et groupé (immeubles, lotissement, ...)
- bâtiment culturel
- équipement public (culturel, scolaire, universitaire, de services, ...)
- bâtiment d'activités

TYPE INTERVENTION

Trois groupes d'intervention défini pour l'étude :
- bâtiments,
(quand l'ouvrage comprend l'utilisation de la terre crue pour les murs périphériques (totalement ou partiellement en terre)
- aménagement intérieur,
(quand la terre crue est utilisé uniquement à l'intérieur du bâtiment. cela comprend les murs chauffants et murs trombe) ;
- aménagement extérieur,
(même définition dans type de programme)

RÉALISATION TERRE / LOT TERRE

Description des éléments réalisés en terre dans l'ouvrage et les points les plus importants pour comprendre le système constructif et la mise en œuvre du bâtiment (quantité de terre, pratiques, temps de séchage ...)

TECHNIQUES CONSTRUCTIVES

Neuf techniques recensées à ce jour pour les architectures contemporaines en terre crue :

- pisé
- brique de terre crue
- B.T.C
- torchis
- terre allégée / terre paille
- terre coulée
- terre projetée
- terre en vrac
- bauge
- mixte

(l'indication « mixte » signifie que plusieurs techniques ont été utilisées dans une même opération)

PRÉSENCE D'ENDUIT EN TERRE

Cette technique est sortie intentionnellement de la liste des «techniques constructives», car elle ne fait partie du cadre de l'étude. Par contre cette information reste intéressante à repérer.

ASPECTS OPÉRATIONNELS

- Elements porteurs en terre crue (oui/non)
- Stabilisation de la terre (oui/non)
- Préfabrication d'éléments constructifs en terre crue (oui/non)
- Présentation d'un ATEX pour cette opération (oui/non)
- Chantier participatif (oui/non)
- Autoconstruction (oui/non)

CHANTIER

- Nom structure de l'entreprise du lot terre
- Nom structure des autres entreprises
- Nom structure du bureau de contrôle
- Emploi de la terre du site (oui/non)
(Si c'est non, quelle est sa provenance?)
- Nom structure du fournisseur terre
((et coordonnées de chacun)

DOCUMENTATION

- Liens et références sur le projet

ANNEXE 3

LA LISTE DES 30 PROJETS SÉLECTIONNÉS

1- ÉCOLE PRIMAIRE, VEYRINS THUELLIN, ISÈRE, 2009

MOA : Commune de Veyrins Thuellin
Architectes : Design& Architecture + Vincent Rigassi
Bureaux d'études : Batiserf (structure), CET (fluides), Bureaux Michel Forgue (économiste), Betip (VRD)
Entreprise lot terre : Heliopsis
Surface : 1080 m²
Coût HT : 1 520 000 €
Technique : Murs et trumeaux en pisé porteurs

2- BÂTIMENT D'ACTIVITÉS ET RÉSIDENCE POUR UN MARAICHER, SASSENAGE, ISÈRE, 2011

MOA : privé
Architectes : Caracol Architectures
Bureau d'études : Non communiqué
Entreprise lot terre : SCOP Caracol
Surface : 227 m²
Coût HT : 204 000 € HT
Technique : Mur porteur en terre coulée sur deux niveaux

3- TREIZE JARDINS FAMILIAUX, VALRÉAS, VAUCLUSE, 2006

MOA : Commune de Valréas
Architectes : Isabelle Kraemer & Martin Drescher
Bureau d'études : AKTERRE (terre)
Entreprise lot terre : Chantier d'insertion RenoVal avec accompagnement technique de l'entreprise Akterre
Surface : 85 m²
Coût HT : 170 000 €
Technique : Murs auto-stable en Pisé

4- ONZE MAISONS POUR L'ASSOCIATION LE VILLAGE, CAVAILLON, VAUCLUSE, 2009 (DÉBUT CHANTIER : 1998)

MOA : Association Le Village
Architectes : Jamal Boudchiche
Bureau d'études : non communiqué

Entreprise lot terre : Autoconstruction
Surface : 275 m² (25 m² par maison)
Coût HT : non communiqué
Technique : Murs porteurs et voûtes nues en BTC

5- EXTENSION D'UN MAZET, ST REMY DE PROVENCE, BOUCHES-DU-RHÔNE, 2014

MOA : privé
Architectes : Ann Machin
Bureau d'études : non
Entreprise lot terre : Ecoterre SCOP
Surface : 96 m²
Coût HT : 250 000 €
Technique : Murs porteurs en Pisé

6- CHAI VITICOLE, SAINT-ÉTIENNE-DU-GRÈS, BOUCHES-DU-RHÔNE, 2013

MOA : Domaine de Trevallon
Architectes : Hugues et Jean Bosc
Bureau d'études : BET IGC
Entreprise lot terre : Ecoterre SCOP
Surface : 285 m²
Coût HT : 400 000 €
Technique : Mur de 70 cm non porteur en Plisé

7- ATELIER DE L'ÉCO-HAMEAU DE SOUDORGUES, GARD, 2015

MOA : Commune de Soudorgues
Architectes : Hervé Rédarès, Atelier InExtenso
Bureau d'études : ALTEA Bois
Entreprise lot terre : Ecoterre SCOP
Surface : 350 m²
Coût HT : 170 000 €
Technique : Remplissage en terre allégée, enduit intérieur et extérieur

8- INSTITUT D'AGRONOMIE MÉDITERRANÉEN, MONTPELLIER, HÉRAULT, 2008

MOA : Institut d'Agronomie Méditerranéenne
Architectes : Agence

Portal-Thomas-Teissier
 Bureau d'études : BET OTCE (TCE)
 Entreprise lot terre : Ecoterre SCOP
 Surface: 5000 m²
 Coût HT : 6 200 000 €
 Technique : Murs non-porteurs, remplissage et allèges en Pisé, murs auto-stable extérieurs en pisé, enduit

9- ESPACE DES INSECTES VIVANTS DU MUSÉE MICROPOLIS, SAINT-LÉONS, AVEYRON, 2001

MOA : Conseil général de l'Aveyron
 Architectes : Agence Collart
 Bureau d'études : Robert Lebartier
 Entreprise lot terre : AKTERRE
 Surface: 61m²
 Coût HT : 45 700 €
 Technique : Coupole en B.T.C, enduit

10- IUT, BLAGNAC, HAUTE-GARONNE, 1993

MOA : Conseil général de la Haute Garonne
 Architectes : Bernard Paintandre et Joseph Colzani (Centre de terre)
 Bureaux d'études : SERIGE, Laumond et Faure
 Entreprise lot terre : Ent. Bertrand briqueteur
 Surface : 7100 m²
 Coût HT : 34 580 405 francs soit 6 597 423 €
 Technique : Murs porteurs et voûte nue en BTC

11- RÉSIDENCE LA RUCHE, BÈGLES, GIRONDE, 2015

MOA : Coopérative immobilière Axanis
 Architectes : Dauphins Architecture
 Bureaux d'études : BET B.ing (bois), Berti (fluides), Over- drive (économiste), 180 degrés (environnement)
 Entreprise lot terre : Fabrice Tessier, Terre et Traditions
 Surface : 1200 m²

Coût HT : 1 440 000 €
 Technique : Cloisons en torchis et enduit

12- EXTENSION ET RESTRUCTURATION DE L'ATELIER MÉCANIQUE (BT.16), CAMPUS DE BEAULIEU, RENNES, ILE-ET-VILAINE, 2012

MOA : Rectorat de l'Académie de Rennes
 Architectes : Yves-Marie Maurer et Catherine Proux
 Bureaux d'études : BETEREM (TCE)
 Entreprise lot terre : Maison en terre
 Surface : 1377 m²
 Coût HT : 1 140 000 €
 Technique : Mur accumulateur en bauge

13- RÉSIDENCE SALVATIERRA, RENNES, ILE-ET-VILAINE, 2002

MOA : Coop de Construction
 Architectes : Jean-Yves Barrier
 Bureaux d'études : OASIIS (BET thermique), BSO (BET structure)
 Entreprise lot terre : Ent. Guillorel
 Surface : 3100 m²
 Coût HT : 29 500 000 francs soit 5 628 158 €
 Technique : Mur en blocs de bauge préfabriqués pour la façade sud et enduit terre intérieur et extérieur

14- LOTISSEMENT HLM, ROMILLÉ, ILE-ET-VILAINE, 1992

MOA : OPAC d'Ile et Vilaine
 Architectes : Dominique Urien
 Bureaux d'études : CRAterre (conseil terre)
 Entreprise lot terre : Ent. Morino
 Surface : 710 m²
 Coût HT : 336 000 €
 Technique : Murs porteurs en pisé

15-EXTENSION DU GROUPE SCOLAIRE, TRÉVERIEN, ILE-ET-VILAINE, 2015

MOA : Commune de Tréverien
 Architectes : Guinée & Potin Architectes
 Bureaux d'études : BET Isateg (structure), Conceptic'art (cuisiniste), Gantha

(acoustique)

Entreprise lot terre : Ent. Mallejac

Surface : 480 m² (extension) 270 m² (réhabilitation)

Coût HT : 1 350 000 €

Technique : Allège en bauge

16– ECOLE PRIMAIRE, BOUVRON, LOIRE ATLANTIQUE, 2014

MOA : Commune de Bouvron

Architectes : Agence Belenfant & Daubas

Bureaux d'études : EquiplIngenierie (structure), ITAC (acoustique)

Entreprise lot terre : Ent. Makjo et centre de formation Noria

Coût HT : 3 000 000 €

Surface : 2500 m²

Technique : Cloisons en bauge et coupole en adobe

17– CIDRERIE DOMAINE OLIVIER, LA-FERRIÈRE-AUX-ETANGS, ORNE, 2013

MOA : Domaine Olivier

Architecte : SICA Architecture (dépôt de permis)

Entreprise lot terre : Les frères Bons + équipe étudiants DSA terre 2012-2014

Coût HT : 220 000 €

Surface : 530 m²

Technique : Murs porteurs en bauge

18– AGENCE D'ARCHITECTURE ATELIER ALP, SAINT-GERMAIN-SUR-ILLE, ILE ET VILAINE, 2016

Architectes : Amelier Le Paih, Atelier ALP

Bureaux d'études : non communiqué

Entreprise lot terre : Ent. Terre Crue et chantier participatif

Surface : 80 m²

Coût HT : 143 120 €

Technique : Murs porteurs Bauge et allèges trombe en adobe

19– QUATRE GÎTES, UNE FERME ET UN GÎTE D'ÉTAPE, LA BUISSIÈRE, LOIRET, 1988 À 2000

MOA : privé pour les gîtes (1988-89) et la ferme (1991), Commune de La Buisnière pour le gîte d'étape (1994-2000)

Architectes : Yannis Velis pour les gîtes et Jean-Marc Jourdain pour le gîte d'étape

Entreprise lot terre : auto-construction + chantier d'insertion

Surface : 650 m²

Coût HT : 255 000 €

Technique : Murs porteurs en Pisé, murs refends en BTC pour le gîte d'étape, enduit

20– CEES, INRA, ARDON, LOIRET, 2013

MOA : INRA

Architectes : Design & Architecture, mandataires, NAMA Architectes

Bureaux d'études : Batiserf (structure), Nicolas ingénierie (Fluide et HQE), Bureau Michel Forgue (économiste), BETIP (VRD), Ecologos (acoustique), Polytech (Opc)

Entreprise lot terre : SCOP Caracol et Heliopsis

Coût HT : 2 591 130 €

Surface : 1424 m²

Technique : Murs porteurs en Pisé

21– QUATRE LOGEMENTS, CHATEAU-THIERRY, AISNE, 2014

MOA : privé

Architectes : Thierry Bonne

Bureau d'étude : Wilfredo Carazas Aedo (consultant terre), CEBATI (bois et métal)

Entreprise lot terre : auto-construction + un ouvrier

Surface : 370 m²

Coût HT : 520 000 €

Technique : Murs porteurs en Pisé

22– MAISON DE SANTÉ, BADONVILLER, MEURTHE-ET-MOSELLE, 2013

MOA : Commune de Badonviller

Architectes : Mil-Lieux
 Bureaux d'études : Omnitech (structure),
 Energico (fluides), Louvet (électricité)
 Entreprise lot terre : Ent. Gargano + Martin
 Pointet (conseil et formation)
 Surface : 801 m²
 Coût HT : 1 796 000 €
 Technique : Murs porteurs en Pisé

23- CIPA LA VILLA, DEHLINGEN, BAS-RHIN, 2014

MOA : Communauté des Communes d'Alsace Bossue
 Architectes : NUNC Architectes
 Bureaux d'études : SIB (béton), BWG (bois),
 Ali Mesbah (pisé), Ruble, Nicli et associés
 (fluides), Les économistes (économiste)
 Entreprise lot terre : SCOP Caracol, ent.
 Gargano, ent. Bisceglia pour Rauscher
 (avec étudiants INSA Strasbourg)
 Coût HT : 1 949 000 €
 Surface : 900 m²
 Technique : Double mur porteur en pisé,
 B.T.C pour finir l'arase des murs, cloisons
 torchis et enduit

24- ABRI VÉLO, VILLEFONTAINE, ISÈRE, 2015

MOA : LES GRANDS ATELIERS

Architectes : coordinateurs: Nuria Alvarez,
 Gian Franco Noriega, Zoé Tric
 Entreprise lot terre : chantier participatif
 Coût HT : 1 800€
 Surface : 16 m²
 Technique terre utilisée : Mur porteur en
 Adobe

25- BUREAU ET LABORATOIRE, VILLEFONTAINE, 2014

Maître d'ouvrage : Amacò
 Architectes : encadrement pédagogique:
 Anne Monique Bardagot, Jean Marie
 Letiec, Hugo Gasnier, Quentin
 Chansavang, Christophe Wilke,
 Conception: Masters 1 A&CC 2013

Bureaux d'études : CRAterre et Masters 1
 A&CC 2013
 Entreprise lot terre : les étudiants Masters 1
 A&CC 2013, Caracol SCOP et Heliopsis
 Coût HT : non communiqué
 Surface : 96 m²
 Technique terre utilisée : Murs porteurs en
 Pisé, dalle en terre et enduit

26- SOIXANTE-CINQ LOGEMENTS SOCIAUX, DOMAINE DE LA TERRE, VILLEFONTAINE, ISÈRE, 1985

MOA : OPAC de l'Isère

Architectes : Îlot A : Groupe Ersol, Alain
 Ducasse, Jacques Puissant, Philippe Veron,
 Jean-Paul Loubes, Michel Laville ; Îlot B
 : Jean Vincent Berlottier ; Îlot C : Serge
 Jaure, François Confino et Jean- Pierre
 Duval ; Îlot D : Groupe Aura (SCOP) ; Îlot
 E : Atelier 4, Paul Wagner, Nicolas Widmer
 et Serge Theuninck ; Îlot F : Françoise-
 Hélène Jourda et Gilles Perraudin ; Îlot
 G : Uriel Moch, Patrice Carle et Georges
 Chavance ; Îlot H : André Ravereau et
 Michel Charmont ; Îlot I : Jean-Michel
 Savignat, Odile Perreau Hamburger et
 M. Munteanu ; Îlot J : Atelier 85, François
 Galard et Laurence Guibert, Îlot K : Atelier
 85, François Galard et Laurence Guibert,
 Îlot L : Jean Vincent Berlottier.

Bureaux d'études : îlot A : Michel Laville
 (thermicien) ; Îlot B : GAILLAUD et
 CHAPUIS (structure), THERMTEC (thermi-
 cien) ; Îlot C : GEFOSAT, Thierry Salomon
 (Thermicien) ; Îlot D : M. Roger, briquetier
 (conseil), SOCOCIM (correspondant Tiers
 Monde), P. Colombot (psycho-sociologue)
 ; Îlot E : pas de BET; Îlot F : pas de BET; Îlot
 G : pas de BET ; Îlot H: Yves Delhoume
 (structure), Jean Lavigne (thermicien),
 Michel Delabasse (mètreur) ; Îlot I: P.A

Bernard (thermicien), André Mizrahi (structure); Îlot J: BET I2C, Roger Miliou (thermicien); Îlot K: BET I2C, Roger Miliou (thermicien); Îlot L: non communiqué.

Entreprise lot terre : îlot A : ent. GUEDY ; Îlot B : ent. BARBEROT ; Îlot C : ent. Générale MARQUIS, puis ent. TERRE et SOLEIL ; Îlot D: ent. RENAUDIER, puis ent. GUEDY; Îlot E: ent. GUEDY; Îlot F: ent. BUET-PARNAUD; Îlot G: Groupement Français de Construction (Bouygues) ; Îlot H: TERRE et SOLEIL ; Îlot I: ent. MARCHAND; Îlot J: pas communiqué ; Îlot L: pas communiqué.

Coût HT : 25 000 000 de francs
Surface : 28 800 m²
Technique terre utilisée : Pisé, BTC, Parpaing de terre compressée, Terre-paille

27- CENTRE DE LOISIRS, SAINT-ANDRÉ-LE-COQ, PUY-DE-DÔME, 1992

MOA : Commune de Saint-André le coq
Architectes : Pisé, Terres d'Avenir (Jacky Jeannet, Bruno Pignal, Pascal Scarato)
Bureau d'études : non communiqué
Entreprise lot terre : De Castro d'Aigueperse
Surface : 534 m²
Coût HT : 1 300 000 F HT soit 200 000 €
Technique terre utilisée : Murs non porteur en Pisé, brique extrudée pour l'intérieur et enduit

28- ESPACE RURAL DE SERVICES DE PROXIMITÉ, MARSAC-EN-LIVRAOIS, PUY-DE-DÔME, 2013

MOA : Commune de Marsac en Livradois
Architectes : Boris Bouchet
Bureaux d'études : ETEEL (BET structure), Auvergne Energie Solutions (fluides), CS2N (économie)
Entreprise lot terre : Ent. Claude Grenier

Surface: 405 m²
Coût HT : 705 000 €
Technique terre utilisée : Double murs isolés et porteurs en Pisé

29- IMMEUBLE R+2 DE TROIS APPARTEMENTS, MONTBRISON, LOIRE, 1993

MOA : privé
Architectes : Antoine Morand
Entreprise lot terre : Nicolas Meunier
Surface : 378 m²
Coût HT : 3 600 000 francs soit 686 826 €
Technique terre utilisée : Blocs de pisé préfabriqués porteurs

30- CENTRE DES ÉDITIONS TERRE VIVANTE, MENS, ISÈRE, 1994

MOA : Editions Terre Vivante
Architectes : Marcel RUCHON et Jean-Vincent Berlottier
Bureaux d'études : non-communicé
Entreprise lot terre : Ent. Tomaï et SCOP Inventerre (accompagnement technique)
Surface : 600 m²
Coût HT : env. 1 200 000 €
Technique terre utilisée : Murs, double-murs isolés, voûtes en B.T.C, enduit

ANNEXE 4

SOURCES ORALES

Voici la liste des 88 personnes interviewées lors de notre recherche jusqu'à ce jour. Les entretiens sont filmés sauf mention. Nous avons commencé les entretiens le 27 mai 2015 et allons organiser de nouveaux rendez-vous pour clore l'investigation après ce mémoire.

- > Francois Streiff, architecte au Parc Naturel Régional des Marais du Bessin et Cotentin Villefontaine, 27 mai 2015
- > Olivier Dargagnon, artisan, Villefontaine, 27 mai 2015
- > Pascal Scarato, architecte et co-gérant de l'agence d'architecture ABITERRE, Villefontaine, 28 mai 2015
- > Andreas Krewet, ingénieur, Bureau d'études BETerre, ancien gérant de l'entreprise Akterre, Villefontaine, 29 mai 2015
- > Johann Despres, architecte, artisan, et encadrant de chantiers participatifs, Villefontaine, 29 mai 2015
- > Fabrice Tessier, artisan et encadrant de chantiers participatifs, Mas de la Baronnie, 15 octobre 2015
- > Eric Defrenne, artisan et gérant de Jolie Terre, Lyon, 16 mars 2016 (non filmé, enregistré)
- > Milena Stefanova, architectes, Design et Architecture, Villefontaine, 23 mars 2016
- > Bruno Marielle, architectes, Design et Architecture, Villefontaine, 23 mars 2016
- > Gilles Perraudin, architecte de l'agence du même nom, Lyon, 5 avril 2016
- > Cristian Ochoa, architecte associé de l'agence Caracol Architecture, Sassenage, 7 avril 2016
- > Xavier Moget, maraîcher et propriétaire du bâtiment à Sassenage, Sassenage, 7 avril 2016
- > René Deschamps, ancien élu de la commune de Veyrins-Thuellin, Veyrins-Thuellin, 7 avril 2016
- > Serge Jacquier, président Association Jardins Familiaux de Valréas, Valréas, 11 avril 2016
- > Martin Drescher, architecte, Drescher + Kraemer, Valréas, 11 avril 2016
- > Gerard Gaonac'h, ancien Responsable chantier Renoval, Valréas, 11 avril 2016
- > Martial Vitteaux, éducateur spécialisé, Ass. Le Village, Cavaillon, 12 avril 2016
- > Ann Machin, architecte, AMA Architecture, Saint-Remy-de-Provence, 13 avril 2016
- > Jean Bosc, architecte, Agence Bosc, Saint-Etienne-du-Gres, 13 avril 2016
- > Eloi Durbach, propriétaire du Domaine viticole de Trevallon, Saint-Etienne-du-Gres, 13 avril 2016
- > Aymone Nicolas, chercheuse et co-gérante, Ecoterre SCOP, Soudorgues, 14 avril 2016
- > Jean-Louis Fine, ancien Maire de Soudorgues, Soudorgues, 14 avril 2016
- > Olivier Scherrer, co-gérant, Ecoterre SCOP, Alès, 14 avril 2016
- > Hervé Redares, architecte, Atelier InExtenso, Soudorgues, 14 avril 2016
- > Nathalie Portal, architecte, Agence Portal-Tessier, Montpellier, ven. 15 avril 2016
- > Jean-Paul Pellissier, directeur adjoint au CIHEAM-IAMM, Montpellier, 15 avril 2016
- > Pascal Bergeret, directeur au CIHEAM-IAMM, Montpellier, 15 avril 2016
- > Karine Hamel-Cam, directrice Musée Micropolis, Saint-Léons, 18 avril 2016
- > Moine Tendar, moine bouddhiste du monastère de Nalanda, Lavaur, 18 avril 2016

- > Mary Jamin, maçonne et co-gérante, Inventerre SCOP, Francarville, 19 avril 2016
- > Jean-François Collart, architecte, Verfeil, 19 avril 2016
- > Joseph Colzani, architecte, Lavalette, 20 avril 2016
- > Anais Chesneau, architecte-conseil, Centre Pierre et Terre, Riscle, 21 avril 2016 (non filmé, non enregistré)
- > Gérard Vives, artisan, L'Isle-Arné, 21 avril 2016
- > Hugues Joinau, architecte, Dauphins Architectures, Bègles, 22 avril 2016
- > Loris de Zorzi, directeur d'Axanis, coopérative immobilière, Bègles, 22 avril 2016
- > Lia Wild, architectes, Agence Guinée + Potin, Nantes, 25 avril 2016
- > Hervé Potin, architectes, Agence Guinée + Potin, Nantes, 25 avril 2016
- > Claudine Menand, locataire, Résidence Salvatierra, Rennes, 25 avril 2016
- > Grégory Bosi, artisan, Rennes, 26 avril 2016
- > Yves-Marie Maurer, architecte, Rennes, 26 avril 2016
- > Erwan Bouguennec, professeur et responsable délégué de l'atelier mécanique du campus de Beaulieu, Rennes, 26 avril 2016
- > M. Aubert, Locataire, Romillé, 27 avril 2016 (non filmé, non enregistré)
- > Dominique Urien, architecte, Romillé, 27 avril 2016
- > René Saudrais, maire de Treverien, Treverien, 27 avril 2016
- > Serge Durand, élu et chargé de communication de la mairie de Tréverien, Tréverien, 27 avril 2016
- > Sébastien Heno, artisan, entreprise Mallejac, Treverien, 27 avril 2016
- > Thierry Paitel, directeur Pôle enfance de Bouvron, Bouvron, 28 avril 2016
- > Samuel Dugelay, artisan, co-gérant entreprise Makjo Bouvron, 28 avril 2016
- > Loïc Daubas, architecte, Agence Belenfant + Daubas, Bouvron, 28 avril 2016
- > Thierry Olivier, producteur de cidre, propriétaire Domaine Olivier, La-Ferrière-aux-Etangs, 29 avril 2016
- > Sébastien Bon, artisan et co-gérant de l'entreprise Bon, St-Côme-du-Mont, 29 avril 2016
- > Frédéric Bon, artisan et co-gérant de l'entreprise Bon, St-Côme-du-Mont, 29 avril 2016
- > André Sauvage, professeur, vice-président de l'association Accroterre, Rennes, 5 mai 2016 (non filmé, non enregistré)
- > Amélie Le Paih, architecte gérante de l'agence d'architecture ALP, Saint-Germain-sur-Ille, 6 mai 2016
- > Gislain Maetz, artisan et gérant de l'entreprise Terre Crue, Saint-Germain-sur-Ille, du 2 au 6 mai 2016 (non filmé, non enregistré)
- > Alan Bozier, éleveur, agriculteur, gérant de gîtes et auto-constructeur, La Buisnière, 9 mai 2016
- > Jean-Yves Barrier, architecte de son agence J-Y Barrier, Tours, 9 mai 2016
- > Céline Ratié, directrice CEES, Ardon, 10 mai 2016
- > Thierry Bonne, architecte, Château-thierry, 11 mai 2016
- > Bernard Müller, maire de Badonviller, Badonviller, 12 mai 2016
- > Jean-Marie Goglione, élu de Badonviller, Badonviller, 12 mai 2016

- > Matthieu Fucks, architecte, Agence Mil-Lieux, Badonviller, 12 mai 2016
- > Louis Piccon, architecte, agence Nunc, Dehlingen, 13 mai 2016
- > Emmanuelle Thomann, directrice du Centre d'Interprétation du Patrimoine La Villa , Dehlingen, 13 mai 2016
- > Joseph Gargano, gérant entreprise Gargano, Dehlingen, 13 mai 2016
- > Noé Solsona, artisan, gérant de l'entreprise Calyclay, Villefontaine, 19 mai 2016
- > Arnaud Misse, architecte et co-gérant de NAMA Architecture, Villefontaine, 26 mai 2016
- > Jean-Marie Le Tiec, architecte et co-gérant de NAMA Architecture, Villefontaine, 26 mai 2016
- > Frédéric Moy, co-gérant entreprise Heliopsis, Villefontaine, 27 mai 2016
- > Alain Gansoinat, élu de Saint-André-le-Coq, Saint-André-le-Coq, 30 mai 2016
- > Jacky Jeannet, architecte et co-gérant de l'agence d'architecture ABITERRE, Saint-André-le-Coq, 30 mai 2016
- > Juliane Court, architecte urbaniste au Parc Naturel Regional du Livradois-Froez, Saint-Gervais-sous-Meymont, 30 mai 2016 (non filmé, enregistré)
- > Boris Bouchet, architecte, Clermont-Ferrand, 31 mai 2016
- > Claude Grenier, artisan, Marsac-en-Livradois, 1 juin 2016
- > M Wismer, propriétaires, Montbrison, 1 juin 2016
- > Mme Wismer, propriétaires, Montbrison, 1 juin 2016
- > Olivier Blanche, directeur général de la SCOP Terre Vivante, Mens, 2 juin 2016
- > Martin Pointet, Conseiller technique pour BET Terre et formateur, Grenoble, 3 juin 2016
- > Alain Leclerc, Urbaniste en chef du Domaine de la terre, Lyon, 15 juin 2016
- > Bernard Schmitt, Ingénieur, Bureau d'études Vessière, Grenoble, 24 juin 2016 (non filmé, non enregistré)
- > Thierry Joffroy, Président de CRAterre et chercheur, Grenoble, 24 juin 2016 (non filmé, non enregistré)
- > Jean-Vincent Berlottier, architecte, Lyon, 28 juin 2016
- > Rolland Frachet, locataire d'une maison du Domaine de la Terre, Villefontaine, 7 juillet 2016
- > Sabine Hrycenko, locataire d'un appartement du Domaine de la Terre, Villefontaine, 7 juillet 2016
- > Daniel Turquin, gérant de l'entreprise AKTERRE, Lyon, 9 juillet 2016
- > Marcel Ruchon, architecte, Lyon, 11 juillet 2016
- > Alain Marcom, artisan et co-gérant de la SCOP Inventerre, Lyon, 11 juillet 2016

REMERCIEMENTS

Tout au long de ces 18 mois, nous avons été soutenues et conseillées pour mener à bien le projet Terres Contemporaines et rédiger ce mémoire. Nombreux sont ceux qui nous ont aidés et nous nous excusons par avance si nous en avons oublié quelques-uns.

Nous tenions à remercier tout particulièrement Léa Genis et Arnaud Misse, nos deux directeurs de mémoire, qui se sont rendus disponibles, qui nous ont aiguillées et ont été à notre écoute durant cette entreprise. Merci à Milena Stefanova et Hugo Gasnier d'avoir accepté notre invitation pour ce jury.

A tous les acteurs qui nous ont reçues et qui nous ont raconté leurs expériences sur comment et pourquoi construire en terre crue aujourd'hui en France : Francois Streiff, Olivier Dargagnon, Pascal Scarato, Andreas Krewet, Johann Despres, Eric Defrennes, Thomas Jusselme, Hubert Guillaud, Milena Stefanova et Bruno Marielle, Gilles Perraudin, Cristian Ochoa, Xavier Moget, René Deschamps, Serge Jacquier, Gerard Gaonac'h, Martin Drescher, Martial Vitteaux, Ann Machin, Jean Bosc, Eloi Durbach, Aymone Nicolas, Jean-Louis Fine, Olivier Scherrer, Hervé Redares, Nathalie Portal, Jean-Paul Pellissier, Pascal Bergeret, Karine Hamel-Cam, Mary Jamin, Jean-François Collart, Moine Tendar, Joseph Colzani, Anais Chesneau, Gérard Vives, Hugues Joinau, Loris de Zorzi, Lia Wild, Hervé Potin, Claudine Menand, Grégory Bosi, Yves-Marie Maurer, Erwan Bouguennec, Fabrice Tessier, Dominique Urien, René Saudrais, Serge Durand, Sébastien Heno, Thierry Paitel, Samuel Dugelay, Loïc Daubas, Thierry Olivier, Sébastien Bon, Frédéric Bon, Amélie Le Paih, Ghislain Maetz, André Sauvage, Alan Bozier, Jean-Yves Barrier, Céline Ratié, Thierry Bonne, Bernard Müller, Jean-Marie Goglione, Matthieu Fucks, Louis Piccon, Emmanuelle Thomann, Joseph Gargano, Noé Solsona, Arnaud Misse, Jean-Marie Le Tiec, Frédéric Moy, Alain Gansoinat, Jacky Jeannet, Boris Bouchet, Claude Grenier, Julianne Court, M Wismer, Mme Wismer, Olivier Blanche, Martin Pointet, Alain Leclerc, Bernard Schmitt, Thierry Joffroy, Jean-Vincent Berlottier, Rolland Frachet, Sabine Hrycenko, Daniel Turquin, Marcel Ruchon, Alain Marcom. Ainsi que tous les professionnels que nous avons contactés pour le recensement. Leurs retours nous ont confortés dans notre choix de poursuivre, sur leur lancée, notre parcours professionnel.

A Romain Anger, Laetitia Fontaine, Michel André Durand, Anne-Marie Meunier et Bruno Vincent d'avoir été les premiers à croire en notre projet.

Nous tenions à remercier nos parrains et nos partenaires qui nous ont permis de réaliser l'enquête de terrain et de diffuser le projet Terres Contemporaines à l'échelle nationale : Amàco et Initiative d'Excellence en Formations Innovantes (IDEFI), les Grands Ateliers de Villefontaine et la Région Auvergne, Rhône-Alpes, l'Ordre des Architectes Rhône-Alpes, l'association Pôle Innovations Constructives, l'entreprise AKTERRE, l'ENSA de Grenoble (ENSAG), le Centre de Culture Urbaine Archipel, les Editions Terre Vivante, l'Association Nationale des Professionnels de la Terre Crue ASTERRE et le réseau des chantiers participatifs Twiza.

Merci au Pays Voironnais, à Architectes Sans frontières Toulouse et Lyon, à la mairie du 2e arrondissement de Lyon, à CRAterre, à la Fondation Patrimoine Aurhalpin, aux Maisons d'Architecture et aux CAUE, au réseau de la filière terre, ASTERRE, TERA – terre Crue Rhône-Alpes, ATOUTERRE, ARPE BN, Les Terreux Armoricaains, Terre-Paille, d'avoir relayé les premiers résultats de notre enquête et l'appel à participation pour l'inventaire, ainsi que de nous avoir invitées à participer à des événements publics.

Et plus particulièrement,

à Christelle Four, animatrice de l'architecture et du patrimoine pour le Pays d'Arts et D'histoire du Pays Voironnais, de nous avoir donné la première chance de faire une présentation publique sur l'architecture contemporaine en terre crue.

à Valérie Disdier de nous avoir offert l'occasion d'exposer nos premiers résultats lors de l'exposition itinérante « Les Pionniers de l'Architecture en terre ».

à Karine Rouyer-Mairot et Michel-André Durand, Déléguée Générale du Pôle Innovations Constructives et Vice-président Commission Formation recherche pour l'association, de nous avoir permis de présenter les premiers résultats du projet Terres Contemporaines devant 90 professionnels de la construction lors du rendez-vous d'été du PIC.

à Marie Cartillier, directrice de l'Ordre des Architectes Rhône-Alpes, d'avoir soutenu notre étude, communiqué notre appel à participation à l'inventaire et nos actions.

à Catherine Bodet de nous avoir donné l'occasion de faire une conférence sur le sujet de notre étude au musée des Confluences.

Nous voudrions remercier ici nos hôtes qui nous ont gentiment accueillies durant le tour de France et avec qui nous avons partagé notre expérience : Thibault de Cavaillon, Patrick Tournaire, Aymone Nicolas, Adrien Lienard, Slmon Kastelnik, Diego de Bordeaux, Claire Guyet, Germain Rozo et leurs colocataires, Gwen Briand, Noémie et Cédric de Flers, Marta Miranda Santos, Amélie Le Paih, Olivier Dargagnon, Alain Bozier, Julia Vázquez Dodero et ses colocataires, Nicolas Pierson, Gisèle Perrin, Pierre Schmidt, Pierre-Yves Bossé, Marie Neff, Pascal Filorizzo et sa famille, Samuel Rio-Derrey, Sophie Dodelin, Benjamin Durand, Regis Denef, Bernard d'Ambert dit Nardo et Krista Koskinen.

Leurs conseils, leurs informations et remarques ont donné de nouvelles perspectives à notre analyse. Nous remercions Olivier Blanche, Valéria Bonin, Anne-Sophie Cléménçon, Mariano Dellantonio, Jean Dethier, Lydie Didier, Patrice Doat, Alexandre Douline, Philippe Garnier, Marie Flécheux, Ghiorgia Kleftoiannis, Frédéric Jonnard, Anne Lemarquis, Alina Negru, Grégoire Pacoud, Lalaina Rakotomalala, Vincent Rigassi, Etienne Samin, Murielle Serlet, Alessandro Serra, Enrique Sevillano et encore bien d'autres.

Merci à nos collègues d'Amacò et des grands Ateliers de nous avoir suivies dans notre aventure, spécialement Adam Bihari, Basile Cloquet, Gian Franco Noriega et Zoé Tric pour leurs remarques pertinentes, Françoise Bourlier Aubry pour ses attentions, Caroline Jaboviste pour ses conseils et sa transmission de savoirs en communication, Maurice Nicolas pour son écoute attentive et Lionel Ronsoux de nous avoir prêté sa voiture aux milles aventures pour le début de notre tour de France.

Nous remercions nos lecteurs et lectrices qui ont été d'une aide précieuse jusqu'au bout de la rédaction du mémoire grâce à leurs commentaires et leurs mots de soutien : Priscille Chavand, Catherine Pinot, Kevin Buy et Krista Koskinen.

Nous remercions chaleureusement nos familles, nos amis et nos collègues-amis du DSA pour leur patience, leur soutien sans bornes, leur écoute, leurs mots d'encouragements et une pensée particulière pour Gauthier Chavand et André Roseira Costa.

L'ÉQUIPE TERRES CONTEMPORAINES



ANNE—LYSE ANTOINE

Architecte-urbaniste depuis 2008, Anne-Lyse interroge plusieurs échelles du projet, du territoire au matériau. La réalisation du centre de formation pour les femmes à El Hamri au Maroc fut sa première expérience avec la terre crue.

Initiatrice du projet Terres Contemporaines, elle apporte à la recherche sa pratique du chantier, ses connaissances des marchés public et privé en France.

Pour Anne-Lyse, la terre est source de création et correspond à son éthique. La terre demande aux professionnels d'être à son écoute et les amène à «construire autrement».

ELISABETTA CARNEVALE

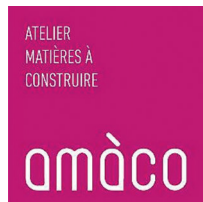
Architecte depuis 2009, Elisabetta a travaillé pour la conservation du patrimoine mondial en terre crue en Équateur.

Ses expériences chez amàco - Les Grands Ateliers - pour le projet «Les nouveaux bétons d'argile» lui ont apporté des connaissances sur l'innovation dans la construction en terre.

Pour Elisabetta, encadrante de chantier participatifs, la terre crue est porteuse d'une architecture issue d'une intelligence et d'un savoir collectifs.

NOS PARTENAIRES

Cette recherche n'aurait pu aboutir sans le soutien et l'appui de nos partenaires. Nous tenons à les remercier d'avoir cru en notre projet et de partager avec nous un intérêt pour l'Architecture contemporaine en terre crue.



AUVERGNE – Rhône-Alpes



NOS PARRAINS

Amàco
Projet de recherche pédagogique

IDEFI
les Initiatives d'Excellence en Formations Innovantes ANR 11 – IDFI – N°0008.

Les Grands Ateliers de Villefontaine

La Région Auvergne,
Auvergne-Rhône-Alpes

L'Ordre des Architectes Rhône-Alpes

Pôle Innovations Constructives
Association loi 1901 - Pôle d'excellence (PIC)

NOS PARTENAIRES MORAUX

L'Ecole Nationale Supérieure
d'Architecture de Grenoble (ENSAG)

Archipel Centre de Culture Urbaine
-Maison de l'Architecture du Rhône

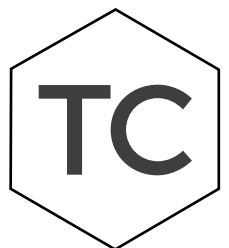
Les Editions Terre Vivante

AKTERRE - Fournisseur d'éco-matériaux

ASTERRE - Association Nationale des
Professionnels de la terre crue

Twiza
Réseau des chantiers participatifs
écologiques

PROJET
TERRES
CONTEMPORAINES



ARCHITECTURES CONTEMPORAINES EN TERRE CRUE EN FRANCE DE 1976 À 2015 Pourquoi et comment les acteurs construisent avec ce matériau aujourd'hui ?

Le renouveau de l'Architecture contemporaine en terre crue a émergé dans un contexte de crise énergétique sans précédent, dans les années 70 : chocs pétroliers, fin des Trente Glorieuses et de l'Empire colonial français. Des architectes, des ingénieurs, des artisans, des auto-constructeurs, en contradiction avec la société de consommation, se sont nourris de nouvelles éthiques pour construire «autrement». Les notions avant-gardistes de développement durable, énergies renouvelables, usage des matériaux locaux et participation des usagers apparaissent. Le Domaine de la Terre à Villefontaine, opération d'envergure de 65 logements en terre livrée en 1985, est la figure de proue de ce renouveau. Quel a été son influence sur le secteur de la construction neuve ?

Il est difficile, aujourd'hui, de se faire une idée de l'étendue de cette production architecturale sur l'ensemble du territoire. La littérature scientifique et les revues spécialisées sont rares sur ce sujet.

S'appuyant sur le recensement de plus de 250 opérations de constructions neuves en terre crue et sur une série de témoignages inédits des acteurs qui les ont réalisées, cette recherche dresse un premier panorama des architectures contemporaines en terre crue en France de 1976 à 2015. Elle présente ainsi les pratiques, les motivations et les stratégies opérationnelles mises en place par les protagonistes. Ce mémoire capitalise des références à l'échelle nationale et offre un nouveau référentiel culturel pour des professionnels de plus en plus intéressés par ces Terres Contemporaines.

CONTEMPORARY EARTHEN ARCHITECTURE IN FRANCE FROM 1976 TO 2015 WHY AND HOW ACTORS USE THIS MATERIAL TODAY?

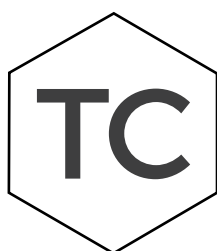
The revival of contemporary earthen architecture emerged in a context of unprecedented energy crisis in the 70's : oil shocks, the end of postwar demographic boom and the french colonial empire, created a breeding ground to ideas in opposition with the consumer society. Architects, engineers, craftsmen, self-builders, started to think about new building ethics and different way of building. The concepts of sustainable development, renewable energy, use of local materials and user participation appeared.

The Domaine de la Terre in Villefontaine is an iconic figure of this revival. This major operation of 65 housing units was delivered in 1985. What was its influence on the new construction sector?

Getting a good overview today of that particular architectural production on the french national territory, is limited by the lack of scientific studies and publications.

This research provides a first panoramic overview of contemporary earthen architecture in France from 1976 to 2015. It focuses on the practices, motivations and operational strategies developed by the protagonists. It is based on the census of over 250 operations of new earthen buildings and a series of unpublished testimonies of the actors themselves.

This research capitalises cultural references on Contemporary Earthen Architecture on a national level and offers a new cultural reference for professionals increasingly interested in the Contemporary Earthen Architecture.



PROJET
TERRES
CONTEMPORAINES