

**UNIVERSITE PIERRE MENDÈS FRANCE DE GRENOBLE**  
**Sciences sociales & humaines**

**Ecole doctorale n° 454**  
**« Sciences de l'homme, du politique et du territoire »**

**Hubert Guillaud**

**Architecture de terre : histoire, culture et société.**

*« Un matériau n'est pas intéressant pour ce qu'il est  
mais pour ce qu'il peut faire pour la société »*  
(John.F.C. Turner)

**Habilitation à diriger les recherches  
en Sciences humaines -Aménagement**

**Volume 3 : première partie**

**Parcours et synthèse des recherches**

Garant : Monsieur le Professeur  
**Rémi BAUDOUI**

Mai 2007



**UNIVERSITE PIERRE MENDÈS FRANCE DE GRENOBLE**  
**Sciences sociales & humaines**

**Ecole doctorale n° 454**  
**« Sciences de l'homme, du politique et du territoire »**

**Hubert Guillaud**

**Architecture de terre : histoire, culture et société.**

*« Un matériau n'est pas intéressant pour ce qu'il est  
mais pour ce qu'il peut faire pour la société »*  
(John.F.C. Turner)

**Habilitation à diriger les recherches  
en Sciences humaines -Aménagement**

**Volume 3 : première partie**

**Parcours et synthèse des recherches**

Garant : Monsieur le Professeur  
**Rémi BAUDOUI**

Mai 2007

## *Dédicace*

Mes remerciements plus particuliers s'adressent à Patrice Doat, fondateur du CRATerre (1979), qui m'accueillait dans cette équipe au sortir de mon diplôme d'architecte (1980) ; et à Hugo Houben, complice en exploration toujours renouvelée des « voies de la recherche terre ».

En « commune présence » avec tous mes autres collègues enseignants, chercheurs, professionnels et amis du laboratoire CRATerre-ENSAG : Thierry Joffroy, Philippe Garnier, Anne-Monique Bardagot, Marina Trappeniers, Mahmoud Bendakir, Wilfredo Carazas-Aedo, Alexandre Douline, Vincent Rigassi, Sébastien Moriset, Olivier Moles, David Gandreau, Bakonirina Rakotomamonjy, Arnaud Misse, Samuel Dugelay et Alba Rivero.

Vous êtes tous présents en fond de ce travail de synthèse de près de 30 ans de recherche qui a été nourri d'une réflexion collective d'équipe, d'échanges mutuels que nous avons en permanence, au gré du développement des activités de recherche scientifique et architecturale, de recherche expérimentation, de recherche action déployant des projets (établissements humains et habitat, conservation et gestion des patrimoine) sur des terrains internationaux divers, de séminaires scientifiques thématiques qui participent d'une activité de publication scientifique et technique riche de sens et « utile ». Vous êtes mes « alliés substantiels ». Ce travail vous doit beaucoup et entend aussi restituer cette pensée collective.

Aux doctorants actuellement accueillis dans le laboratoire : Mohmmad Abd Jawad, Ali Ammar, Romain Anger, Laetitia Fontaine, Ali Zamanifard.

A l'équipe administrative du laboratoire : Titane Galer, Christèle Chauvin et Agnès Chambaz. Avec une mention particulière à Sylvia Bardos, secrétaire du laboratoire qui nous a soutenu pendant plus de vingt ans avec sa gentillesse, son sourire, son écoute, chaque jour recréés.

A mes collègues chercheurs de Cultures constructives, des Métiers de l'Histoire de l'Architecture, du CRESSON, d'Architecture Paysage Montagne.

Je remercie également l'équipe de direction de l'ENSAG, Vincent Michel (Directeur), Gabriele Inguscio (Directrice adjointe), Philippe Lequenne (Directeur des études et de la vie étudiante) ; et Hélène Casalta, responsable de la recherche ; Danièle Ruffin, responsable des relations internationales, pour leurs encouragements renouvelés.

Merci aussi à tous mes proches : à Bernadette, à mes enfants, Mathias, Lucas et Iris.

Pour votre confiance et votre patience.

Grenoble, mai 2007

# SOMMAIRE

## Première partie : parcours et synthèse des recherches

### 1. - Objectif, contexte et positionnement initial ..... page 9

1.1. - *Objectif* .....p. 9

1.2. - *Le contexte : les années 1970 et 1980* .....p. 11

1.3. - *Positionnement personnel et posture de recherche : champ et problématiques* .....p. 16

1979 – 1980 : un acte fondateur : le travail personnel de fin d'études d'architecture .....p. 16

L'intégration à l'équipe CRATerre et le périmètre des problématiques .....p. 24

1.4. - *1980 - 1981 : les premières expérimentations et activités consolidant le positionnement* .....p. 28

Projet de Centre de documentation et d'application d'énergies solaires au Castellet (Var) :  
premier bâtiment solaire en terre crue réalisé en France .....p. 28

Participation à l'exposition « Des architectures de terre » du CCI/Centre Georges  
Pompidou .....p. 30

### 2. – 1982 : « Les Voies de la Recherche Terre » (Plan Construction & Habitat)..... page 33

2.1. – *Rappel des voies de la recherche terre considérées comme des priorités* .....p. 34

2.2. – *Sujets de recherche pressentis en 1982 par les Voies de la Recherche Terre qui ont  
constitué mes centres d'intérêt au cours des années suivantes et jusqu'à ce jour* .....p. 41

2.3. – *Autres sujets de recherche non repérés par les Voies de la Recherche Terre qui ont  
retenu mon intérêt de chercheur et que j'ai contribué à développer* .....p. 44

### 3 – Mes contributions de chercheur dans le programme du laboratoire CRATerre-ENSAG ..... page 46

3.1. – *Contribution à l'histoire des cultures constructives et des architectures en terre :  
étapes de développement des recherches et apports* .....p. 46

1983-1997 : François Cointeraux 1740-1830, pionnier de la construction moderne  
en pisé .....p. 47

1985 : Réseau terre : qui est qui et qui fait quoi ? .....p. 50

1991 – 2004 : Histoire de l'architecture de terre en Europe .....p. 57

1996 : Architecture en terre de France, repères de l'histoire, patrimoine traditionnel  
et modernité (revue *Méditerranéo*) .....p. 64

1996 : Tradition et modernité des cultures constructives de l'architecture de terre : panorama mondial et enjeux actuels sur la recherche, la formation, la documentation et la normalisation .....	p. 67
1997 : Pour une histoire des architectures de terre ; premiers repères : recherche pour l'obtention du CEEA-Terre .....	p. 77
2001 : L'architecture de terre dans le monde : introduction d'un ouvrage sur l'architecture de terre au Maroc .....	p. 89
2003 : Une approche de l'évolution des cultures constructives en terre en Orient et dans la région méditerranéenne .....	p. 90
<b>3.2. – Connaissance du matériau et des techniques, construction et architecture de terre .....</b>	<b>p. 90</b>
<i>3.2.1. - Connaissance du matériau et des techniques .....</i>	<i>p. 92</i>
1984 – 1989 : Du « <i>Earth Construction Primer</i> » au « <i>Traité de Construction en Terre</i> » .....	p. 92
1986 : Approche scientifique et technique du matériau terre dispositions constructives et leurs modes de mise en œuvre .....	p. 95
1990 et 2005 : l'Encyclopédie du bâtiment (éd. Eyrolles) : cahier « <i>La Terre Crue</i> » et cahier « <i>Construction en Terre</i> » .....	p. 99
1983-2005 : Les cultures constructives du pisé .....	p. 101
1983 : L'architecture en pisé dans la région Rhône-Alpes .....	p. 101
1984 : Pour une étude raisonnée des architectures en pisé : approche anthropologique .....	p. 104
1985 : Pour une étude raisonnée des architectures en pisé : état des savoirs et savoir-faire « pisé » français et étrangers .....	p. 113
2005 : Evolution de la culture constructive et architecturale du pisé .....	p. 132
2001 : La culture constructive du « gazon » .....	p. 142
<i>3.2.2. – Construction en terre .....</i>	<i>p. 145</i>
1982 : Recommandations pour la conception du Village terre de l'Isle d'Abeau et suivi technique de l'opération (1983-85) .....	p. 145
1983 – 1987 : Aide à la conception architecturale en terre : Marrakech 1983 et coordination / suivi technique du projet (1983-1987) .....	p. 152
1986 – 1988 : Les toitures en terre : arcs, voûtes et coupoles .....	p. 159
1995 : Construire en blocs de terre comprimée : manuel de conception et de construction .....	p. 163
2002 – 2007 : Architecture de terre et risque sismique .....	p. 165

2004 : bibliographie de référence sur la construction en terre parasismique.....	p. 168
2005 – 2007 : Méthodologie de constitution d’une typologie structurale des habitats en terre au Maroc pour l’amélioration de la réponse sismique.....	p. 171
<b>3.3. – Conservation des patrimoines architecturaux en terre ; revue scientifique des savoirs ; méthodologie de diagnostic et d’intervention .....</b>	<b>p. 174</b>
1997 : La conservation du patrimoine architectural en terre : histoire et théorie de la conservation : terminologie, théorie, chartes internationales .....	p. 176
1993 – 2005 : Pathologie, diagnostic et conservation des architectures de terre.....	p. 177
1983 : Ebauche d’une méthodologie d’études des pathologies des architectures de terre dans le cadre du projet Marrakech 83.....	p. 177
1993 : Le diagnostic de l’état des architectures de terre : une approche méthodologique de l’entretien et de la restauration.....	p. 179
2005 : Pathologies et diagnostic des architectures de terre : interventions pour la conservation des patrimoines architecturaux en terre .....	p. 181
Philosophie, théorie et méthodologie d’intervention sur le patrimoine construit en terre.....	p. 181
1999 – 2001 : Conservation des architectures de terre : revue critique de la littérature des 15 dernières années du 20 <sup>ème</sup> siècle.....	p. 185
<b>3.4. – Recherches didactiques et leurs déclinaisons pédagogiques : le « Cours de construction » à l’Ecole d’Architecture de Grenoble .....</b>	<b>p. 191</b>
1981-1995 : Recherche sur « le Cours de construction » : de l’atelier maçonnerie de l’Ecole d’Architecture de Grenoble au projet de Pôle d’enseignement supérieur de la construction (futurs Grands Ateliers) de l’Isle d’Abeau .....	p. 192
1983 : Techniques et architectures situées : 1 <sup>ère</sup> structuration du cours de construction .....	p. 193
<b>ILE DE MAYOTTE</b> : mise en application du Cours de construction sur un projet réalisé avec la participation des étudiants : Construction de 8 logements de type « Aide en nature » et développement de la filière terre mahoraise.....	p. 197
Mayotte : une expérience qui a fait école .....	p. 200
1984-1985 : Conceptualisation et expérimentation du Cours de construction « Techniques et architectures situées » à l’Ecole d’Architecture de Grenoble.....	p. 201
Une ouverture au milieu de la production : maturation et validation d’une méthodologie de projet d’établissements humains-habitat pour les pays en développement .....	p. 204
1986 – 1987 : Une pédagogie novatrice pour une mise en trajectoire du Cours de construction vers les Grands Ateliers de l’Isle d’Abeau.....	p. 208

De l'imagination à l'idée constructive .....	p. 209
1991 – 1993 : De la convention pour l'installation d'un Pôle d'enseignement supérieur de la construction dans la Ville nouvelle de l'Isle d'Abeau à l'exposition « Architecture & Cultures constructives », à l'UNESCO.....	p. 210
1994 – 1996 : Autres programmes d'enseignement et de formation professionnelle : cours intensifs, cours internationaux et régionaux.....	p. 213
Programmes et manuels pédagogiques.....	p. 217
1998 : Création de la <i>Chaire UNESCO « Architecture de terre, cultures constructives et développement durable »</i> .....	p. 219

#### **4 – La projection scientifique à venir ..... p. 223**

<b>4.1. - Pour le 1<sup>er</sup> axe thématique : Contribution à l'histoire des cultures constructives et des architectures de terre</b> .....	p. 223
Avancer dans l'écriture du récit historique des architectures de terre .....	p. 223
Corpus des textes historiques et fondation d'un art de bâtir en terre.....	p. 225
<b>4.2. – Pour le 2<sup>ème</sup> axe thématique : Connaissance du matériau et des techniques, construction et architecture de terre</b> .....	p. 226
L'architecture en briques de terre crue.....	p. 226
Consolider la capacité de réponse constructive et architecturale en terre parasismique en analysant les enseignements des « cultures locales du risque ».....	p. 227
<b>4.3. – Pour le 3<sup>ème</sup> axe thématique : Etat du savoir en conservation des patrimoines architecturaux en terre, méthodologie de diagnostic et d'intervention</b> .....	p. 230
Les voies de la recherche en conservation des patrimoines architecturaux en terre.....	p. 230
Recherche archéologique et conservation architecturale.....	p. 233
<b>4.4. – Pour le 4<sup>ème</sup> axe thématique : Recherches didactiques et leurs déclinaisons pédagogiques</b> .....	p. 236
Objectifs stratégiques de la chaire UNESCO pour la prochaine période 2007-2010 .....	p. 236
Développement de l'Atelier pédagogique international de la Chaire UNESCO : Le « Consortium TERRA ».....	p. 237
<b>4.5. – Co-direction de recherches doctorales en cours</b> .....	p. 239



# **Architecture de terre : histoire, culture et société**

*« Un matériau n'est pas intéressant pour ce qu'il est  
mais pour ce qu'il peut faire pour la société »  
(John F.C. Turner)*

## **Première partie**

### **Parcours et synthèse des recherches**



## Architecture de terre : histoire, culture et société

« Un matériau n'est pas intéressant pour ce qu'il est  
mais pour ce qu'il peut faire pour la société »  
(John F.C. Turner)

### Première partie : Parcours et synthèse des recherches

#### 1 - Objectif, contexte et positionnement initial

##### 1.1. - Objectif

Il s'agit de présenter le bilan de vingt sept années (1979-2006) de recherche dans le champ de la construction et des architectures en terre crue que l'on distingue ici clairement de celles en terre cuite : « *Ce sont là en effet deux matériaux différents, non pas tellement par leur origine mais par leur nature ou composition, et surtout par leur processus de transformation. L'un et l'autre sont prélevés dans l'épaisseur du sol superficiel et, les techniques d'extraction, traditionnelles ou actuelles, sont identiques. La terre destinée à être cuite est essentiellement composée d'argile sableuse, riche en composants silico-alumineux qui seront transformés par la cuisson, le feu induisant une stabilisation irréversible du matériau. La terre crue, par contre, est un matériau composite, un mélange naturel d'agrégats, analogue à un béton maigre ordinaire, hors les éléments fins actifs. Dans des proportions très variables, les graviers, les sables, les silts et les argiles constituent cette terre crue apte à être utilisée en construction.* »<sup>1</sup>

J'ai en effet abordé ce champ d'investigation dès l'année 1976 alors que j'étais étudiant à l'Ecole d'architecture de Marseille Luminy puis l'ai pleinement appréhendé en rejoignant l'équipe du CRATerre de l'Ecole d'Architecture de Grenoble en 1980-81. Au sein de cette jeune équipe établie en 1979, qui sera habilitée en 1986 par le Bureau de la Recherche Architecturale de la Direction de l'Architecture (DAU/BRA) comme laboratoire de recherche des écoles d'architecture, j'ai successivement occupé, après une première période de chercheur sur contrats et de vacataire à l'EAG (1980-1985), un poste de chercheur ITA à plein-temps (1986-1995), puis d'enseignant chercheur après avoir été titularisé comme M.A. de 1<sup>ère</sup> cl. en 1995, puis M.A. de cl. except. en 2001. Dans ce parcours de chercheur contractuel puis d'enseignant chercheur titulaire j'ai régulièrement participé aux développements des activités de recherche du laboratoire CRATerre-ENSAG, assuré moi-même la direction scientifique de nombreux projets de recherche contractualisés avec les ministères de tutelle successifs des écoles d'architecture (MULT, MELT, MELATT, MCC), d'autres ministères (MRT, MAE), et de bailleurs autres (ICCROM, GCI, Centre du

---

<sup>1</sup> Cette clarification de notre champ de recherche reprend ici les termes d'un article intitulé *Construire en terre crue : techniques anciennes et modernes*, que l'on a publié dans *Architectures de terre ; atouts et enjeux d'un matériau de construction méconnu : Europe, Tiers-Monde, Etats-Unis* : Jean Dethier et al., éditions du Centre Georges Pompidou, Paris, 1986, 234 p., p. 33-41. Il s'agit de la deuxième version du catalogue de l'exposition *Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire* présentée à Paris au Centre Georges Pompidou en février 1981.

Patrimoine Mondial de l'UNESCO, Centre des Nations Unies Etablissements Humains-Habitat). J'ai notamment assuré pendant près de 15 ans la direction scientifique de l'un des grands thèmes de recherche du laboratoire, « Architectures et cultures » (1986-2001), dont l'intitulé est devenu par la suite « Cultures constructives et patrimoine mondial » (à partir de l'exercice pluriannuel 2002-2005). J'ai été également très impliqué dans les développements des autres thèmes de recherche, soit le thème « Economie et production », devenu par la suite « Ressources et environnement », et le thème « Etablissements humains » désormais intitulé « Environnement et établissements humains ».

Pour répondre à cet objectif, je propose de présenter, dans un premier temps, une synthèse du parcours et des recherches qui ont été développées en valorisant plus spécifiquement la dimension des apports personnels aux connaissances dans le champ couvert mais clairement située dans la dynamique de production scientifique du laboratoire de recherche CRATerre-ENSAG. On verra en effet que ce parcours est jalonné d'étapes qui revêtent un caractère essentiel dans son orientation et son itinéraire, et dans des engagements sur des problématiques, des questionnements et des hypothèses prenant au sein d'une démarche collective, un caractère plus personnalisé. Cette synthèse chronologique et analytique du parcours et des apports au savoir - qui est accompagnée en amont d'un corpus d'articles représentatifs de notre production scientifique antérieure que l'on a sélectionnés<sup>2</sup> - est structurée autour des trois mêmes thèmes qui organisent ce corpus d'articles. Pour rappel, Ces trois thèmes sont :

- 1 – contribution à l'histoire des cultures constructives et des architectures de terre ;
- 2 – connaissance du matériau et des techniques ;
- 3 – méthodologie et état du savoir en conservation des patrimoines architecturaux.

Un quatrième thème, hors corpus d'articles, couvre les recherches didactiques et leurs déclinaisons pédagogiques.

Cette synthèse chronologique et thématique des apports aux connaissances sera finalement conclue par un article intitulé : « *Patrimoine & développement. Architectures de terre et développement durable* ». Dans cet article nous proposons de développer un propos qui sera structuré autour des principaux axes de réflexion et d'analyse suivants :

- la reconnaissance de « l'existence » des architectures de terre ;
- la mobilisation internationale en faveur de la conservation des architectures de terre ;
- la conservation des architectures de terre : une étape obligée pour une régénération durable des valeurs et des identités culturelle, et pour l'avènement d'une modernité ;
- gestion des patrimoines et développement local ;
- patrimoine culturel, construction, architecture de terre et développement durable ;
- habitat de « valeur culturelle » ;
- signification culturelle des architectures de terre pour un développement global et local durable.

On aura ainsi apporté un éclairage sur l'adhésion que l'on a préalablement posée à l'aphorisme de l'architecte anglais John F.C. Turner :

*« Un matériau n'est pas intéressant pour ce qu'il est mais pour ce qu'il peut faire pour la société »*

---

<sup>2</sup> **Guillaud 2006** : GUILLAUD, Hubert – *Architecture de terre : histoire, culture et société. Articles présentés dans le cadre de l'Habilitation à Diriger les Recherches*. Grenoble, déc. 2006. 302 p.

---

## 1.2. – Le contexte: les années 1970 et 1980

La fin des années 1960 qui suit la période de reconstruction et de reprise des activités industrielles, après la Seconde Guerre Mondiale, puis les années 1970 et 80, bénéficient d'un retour à une croissance économique. Cette période que l'on a dénommée « les trente glorieuses » est génératrice d'une forme de plein emploi euphorisant dans les pays occidentaux. L'un des symptômes social emblématique en fut le *baby boom* qui, au-delà d'une économie restaurée, répond aussi à une tension et démonstration collective de vie suivant les années de guerre, de mort. Ce sont aussi les années de l'indépendance des nations jusqu'alors colonisées ; un mouvement entamé avec celle de l'Inde sous l'impulsion de la résistance non-violente de Gandhi, et poursuivi sous d'autres latitudes avec de nouvelles guerres (Indochine et Algérie pour la France). Un nouveau questionnement d'une grande gravité se fait jour : le monde se fracture en deux avec d'une part les « riches » et les « pauvres » (J.P. Dupuy et Jean Robert, 1976<sup>3</sup>), le monde « développé » et le monde « sous-développé » ou « Tiers-Monde ». Les grands modèles de pensée, les systèmes d'idées et leurs discours idéologiques sont vivement secoués et peuvent faire craindre l'avènement de totalitarismes aux formes nouvelles (Jean-François Revel, 1970 et 1976<sup>4</sup>). Puis, la crise dite « de l'énergie » de 1973 sera le révélateur d'un nouveau constat largement partagé : les ressources énergétiques fossiles naturelles ne sont pas éternellement renouvelables et les prévisions d'épuisement sont alarmantes. Il faut rechercher des alternatives. On se tourne alors vers le solaire et l'éolien, vers le biogaz, avec des expérimentations pionnières qui ouvrent de nouvelles voies. Aux Etats-Unis se développe sur fonds d'un mouvement de contre culture, une architecture d'habitat solaire passif ou « bioclimatique ». La France, sous l'impulsion de technocrates « éclairés » multiplie les colloques et brandit le fanion du « tout solaire » contre un « tout nucléaire » très contesté pour ses conséquences sécuritaires et des risques de déviance totalitaire issus de l'obligation de surveillance technique et sociale. Mais il y a aussi un autre revers de la médaille. Pour garantir leurs modes de vie basés sur la croissance et la consommation, les pays d'économie libérale sont inévitablement prédateurs et exploiters des ressources, et notamment des énergies et matériaux fossiles (pétrole, gaz, minerais), dont les gisements sont « extérieurs ». Certaines situations d'indépendance des nations du système colonial (pays africains notamment) apparaissent alors comme un abandon prématuré préparant le terrain de nouvelles formes de colonialisme économique et de guerres locales au sein même des nations devenues autonomes et exposées à d'autres formes de prédation politique, idéologique et économique (Nigeria, Angola, p.e.). Les écarts de « croissance » sont davantage comptables en écarts de « développement ». On est développé ou « sous » développé (p.s.d.), ou « en » développement (p.e.d.), ou pire encore, « mal »

<sup>3</sup> **Dupuy et Robert 1976** : DUPUY, Jean-Pierre, ROBERT, Jean – *La trahison de l'opulence*, éditions Presses Universitaires de France (PUF), Economie en Liberté, Paris, 1976. D'après Olivier Godard (in *Le principe de précaution n'est pas un catastrophisme*, cahier n° DDX-06-05, Ecole Polytechnique, mars 2006), Jean-Pierre Dupuy (in *Pour un catastrophisme éclairé. Quand l'impossible est certain*, Seuil, Paris, 2002) a depuis lors « proposé une réinterprétation de son œuvre, depuis le livre écrit avec Jean Robert en 1976 (...), comme la quête d'un « catastrophisme éclairé ». Il serait nécessaire que s'instaure une nouvelle métaphysique du temps qui, en lieu et place de l'approche classique d'un passé fixe et d'un avenir ouvert à de multiples possibles, considère l'avenir comme fixe : seul l'avenir est ce qui se réalisera vraiment devenant d'un même coup, au moment de sa réalisation, à la fois possible et nécessaire, avec effet de rétroaction sur le passé. Pour avoir une petite chance d'éviter la catastrophe, il nous faudrait développer une « mémoire de l'avenir », c'est-à-dire organiser toutes nos actions en fonction du savoir certain de cette catastrophe inscrite (...) dans l'avenir inéluctable. Il s'agit, nous dit Dupuy (...) d'obtenir une image de l'avenir suffisamment catastrophiste pour être repoussante et suffisamment crédible pour déclencher les actions qui empêcheraient sa réalisation (p. 213-214) (...). C'est bien l'obsession de la catastrophe qui doit envahir l'espace mental de nos contemporains d'après Dupuy si l'on veut avoir une chance, peut-être, de l'éviter. »

<sup>4</sup> **Revel 1970** : REVEL, Jean-François – *Ni Marx, ni Jésus, la nouvelle révolution américaine a commencé*, éditions Laffont, Paris, 1970. Réédité chez le même éditeur, Collection Bouquins, en 1986 puis à nouveau en 2002. Voir aussi **Revel 1976** : REVEL, Jean-François – *La tentation totalitaire*, éditions Laffont, Paris, 1976. 370 p.

développé. Le constat d'une fracture planétaire est alarmant : d'un côté les riches, qui ne sont pas simplement riches mais qui le deviennent de plus en plus sur le dos des pauvres qui deviennent de plus en plus pauvres ; une dépendance mutuelle imposée par un productivisme industriel arrogant et de plus en plus dévastateur ; un cercle vicieux de relation d'exploiteur à exploité pleinement rétabli à l'échelle planétaire - entre un « Nord » et un « Sud » - dont il faut absolument sortir au risque de mettre la planète et le genre humain en grave péril (Bernard Charbonneau, 1973<sup>5</sup>). Deux mondes s'opposent, bien qu'interdépendants, mais désormais placés devant leurs responsabilités respectives pour réduire l'extrême pauvreté, pour éradiquer la misère, pour inventer d'autres modèles de société. Des modèles autres que ceux dérivés d'idéologies chancelantes aux utopies réalisées, décevantes, car peut être trop "réelles" comme le confirme les dérives dramatiques révélées par les échecs et les malheurs résultant du stalinisme (Jean Servier, 1967<sup>6</sup>). L'année 1973 voit l'édition, dans sa version originale, du *Small is Beautiful* de Ernst Friedrich Schumacher<sup>7</sup> qui propose une redéfinition de la technologie au service de l'homme pour un développement à visage humain. L'héritage de Gandhi<sup>8</sup>, la résonance d'anciens écrits plus anciens tels ceux de Marcel Mauss<sup>9</sup>, Pierre

<sup>5</sup> **Charbonneau 1973** : CHARBONNEAU, Bernard – *Le système et le chaos*, coll. Classiques des Sciences Sociales, éditions Economica, Paris, 1973. Réédité en 1990 (une remise en question du développement économique fondé sur l'accumulation des biens matériels, l'industrialisation et l'urbanisation).

<sup>6</sup> **Servier 1967** : SERVIER, Jean - *Histoire de l'Utopie*, éditions Gallimard, Paris. 1967.

<sup>7</sup> **Schumacher 1973** : SCHUMACHER, Ernst Friedrich – *Small is Beautiful ; une société à la mesure de l'homme*, coll. Points n° 105, éditions Contretemps/Seuil, Paris, 1978. 318 p. E.F. Schumacher (1911-1977) : cet économiste britannique d'origine allemande fut conseiller économique du *British National Coal Board* pendant 20 ans (1950 – 1970). Le titre de son livre, "*Small is Beautiful*", est un concept en soi, le fanion emblématique d'un penser "autrement". Sans lui, il n'y aurait certainement pas eu de "T.A." (Technologie Appropriée), concept dont il est "le" créateur et qui lui permettait de mettre en application sa théorie tout en appuyant la création et le développement de centres des technologies intermédiaires dans de nombreux pays du Tiers-Monde. Schumacher a été consulté sur la fin de sa vie par de nombreux gouvernements et décideurs de ces pays. Il a été aussi à l'origine de la création de l'*Intermediate Technology Development Group* (ITDG), toujours installé en Angleterre (Rugby) et très actif notamment au plan éditorial en faveur du développement des technologies "alternatives" aux technologies industrielles.

<sup>8</sup> **Mohandas Gandhi** (1869 – 1948) dit le « Mahatma » (la grande âme) : dès la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, il appelle les indiens à la désobéissance civile contre les autorités coloniales britanniques. Défenseur de l'indépendance politique et de l'autonomie économique de l'Inde, il prône le boycott des produits importés d'Angleterre et demande à chaque indien de « filer son propre fil » avec le *charka* traditionnel (rouet). Pour Gandhi, l'indépendance économique est garante de la paix. Ses méthodes de « non-violence active », *ahimsa*, dans ses manifestations d'opposition sont demeurées célèbres ainsi que ses jeunes visant à pacifier les rapports conflictuels très violents et fratricides entre des opposants politiques, idéologiques et religieux (hindous et musulmans). Les textes de Gandhi ont été rassemblés dans différentes anthologies dont *Tous les hommes sont frères* (éd. Gallimard, 1995) et *Résistance non-violente* (éd. Buchet / Chastel, 1997). Voici un extrait particulièrement évocateur de la pensée gandhienne, issu de *The Mind of Mahatma Gandhi* (Oxford University Press, 1945) : « *Je dois reconnaître qu'entre l'économie et l'éthique je ne trace aucune frontière précise si tant est que je fasse la distinction. Le régime économique qui va à l'encontre du progrès moral d'un individu ou d'une nation ne peut être qu'immoral et, par conséquent, peccamineux. Il en va ainsi de tout système économique qui permet de se jeter sur un autre pays pour en faire sa proie.* »

« *Le but à atteindre est de promouvoir le bonheur de l'homme, tout en le faisant parvenir à une complète maturité, mentale et morale. (J'emploie ici l'adjectif "moral" comme synonyme de spirituel). Pour parvenir à cette fin il faut qu'il y ait décentralisation. Car la centralisation est un système incompatible avec une structure sociale non-violente.* »

« (...) *la manie de vouloir tout fabriquer en série est cause de la crise mondiale que nous traversons. Supposons un instant que la machine puisse subvenir à tous les besoins de l'humanité. La production se trouverait alors concentrée en certains points du globe : tant est si bien qu'il faudrait mettre sur pied tout un circuit compliqué de distribution destiné aux besoins de la consommation. Au contraire, si chaque région produit ce dont elle a besoin, le problème de la distribution se trouve automatiquement réglé. Dans ce cas il devient plus difficile (...) de spéculer.* »

« *Parlant du "charka" (le rouet), qui pour lui symbolise à la fois la prospérité de la nation indienne, son indépendance et sa liberté, Gandhi déclare que « la première leçon à tirer est celle de l'autonomie. Elle nous libèrera de notre dépendance dramatique vis-à-vis des autres pays et nous sauvera de la banqueroute. Il n'y a aucune arrogance dans mes paroles : je me contente d'un constat factuel. Nous ne sommes pas un petit pays qui aurait besoin de dépendre des autres pays pour sa substance alimentaire. Notre pays jouit de réserves d'eau abondantes, d'un sol varié et fertile, de nombreux troupeaux.* »

<sup>9</sup> **Marcel Mauss** (1872 – 1950) : célèbre anthropologue pour ses réflexions sur le rôle et la valeur du don dans les sociétés traditionnelles qu'il dénomme "les sociétés du don". Avec son célèbre ouvrage, *Essai sur le don* (réédité chez Quadrige/PUF pour la huitième fois, en 1999, collection Sociologie et Anthropologie), Marcel Mauss montre que dans les sociétés traditionnelles, les hommes sont liés par des obligations "morales" telles que "donner", "recevoir", "rendre" où la valeur de ce qui est échangé n'est pas réductible à une marchandise; bien au contraire, on donne tout d'abord pour entretenir un lien social.

Clastres, Karl Polanyi<sup>10</sup>, l'impact international immédiat des premiers écrits d'Ivan Illich, font de nouveaux émules ou disciples. Une nouvelle convergence de critique théorique de la société émerge et va porter en avant une critique plus globale du productivisme industriel et des maux culturels et sociaux qu'il génère. Même l'école, créatrice de clones du système économique dominant va en prendre pour son grade (Illich, 1970, 1971<sup>11</sup>) alors que l'on fait de plus en plus le constat d'une suprématie alarmante du système technicien « sacralisé » qui « possède » et asservit (Jacques Ellul, 1973, 1977<sup>12</sup>) et d'une aggravation dangereuse de la situation de crise (François Partant, 1978<sup>13</sup>).

Le dernier quart du XX<sup>ème</sup> siècle aura été occupé par ce débat d'ampleur internationale sur l'évidence des inégalités économiques et sociales à l'échelle de la planète, par une remise en question d'abord émotionnelle puis raisonnée d'un modèle de croissance générant davantage d'écart de développement entre les nations du Nord et du Sud, et sur le partage

---

A l'inverse, dans les "sociétés de marché", les échanges humains sont en grande partie déterminés par la poursuite d'un enrichissement personnel. Ainsi, l'un des grands principes de la vie et de la sagesse humaine ne serait-il pas de "sortir de soi, donner, librement et obligatoirement". Dans son livre *Te Ika a Maui, Old New Zealand* (p. 130, prov. 42), le Révérend Taylor transmet un très beau proverbe maori faisant référence à Maru, Dieu de la guerre et de la justice des maoris : « *Ko Maru kai atu Ko Maru kai mai ha ngohe ngohe* » qui, en traduction littérale dit : Maru donne, autant Maru prend, et ceci est bien ; bien qui a été interprété en « donne autant que tu prends, tout sera très bien. »

<sup>10</sup> **Karl Polanyi** (1886 – 1964) : professeur à l'Université de Columbia et essayiste. L'un de ses essais les plus fameux s'intitule *La grande transformation* (éditions Gallimard, collection Sciences Humaines, 1983) où il fait état de l'apparition du libéralisme économique dans les sociétés occidentales. Pour Polanyi, alors que l'économie, dans les sociétés traditionnelles est "enchâssée" dans les rapports sociaux, elle devient autonome dans les sociétés modernes. Le risque est alors la difficulté de gouverner cette économie moderne qui peut aller jusqu'à faire autorité sur le politique et le social. Polanyi montre qu'avec la Révolution Industrielle, l'introduction des machines transforme radicalement les campagnes qui, jusqu'alors, étaient des lieux de vie, pourvoyeurs en matière première (ressources, matériaux), et en main d'œuvre avec les paysans. Il s'agit alors de la transformation d'un habitat naturel en "marché". Cette évolution est toujours visible, aujourd'hui, dans les pays du Sud ou dans les pays de l'Est, dans les pays asiatiques qui adoptent peu à peu le modèle économique dominant, occidental. Elle suppose un changement du mobile d'action, le gain se substituant à la subsistance. De ce fait, toutes les transactions deviennent monétaires et tous les revenus proviennent de la vente d'un produit. C'est ce système autorégulateur qui définit l'économie de marché. Ainsi, dans une société commerciale, la production mécanisée suppose la transformation nécessaire des ressources naturelles et humaines en marchandises. Bien évidemment, Polanyi fait le constat qu'un tel dispositif disloque les relations humaines et anéantit leurs "habitats naturels".

<sup>11</sup> **Illich 1970** : ILLICH, Ivan – *Libérer l'avenir*, Editions Seuil, Paris, 1970. Voir aussi *Une société sans école*, Seuil, Paris, 1971. Ivan ILLICH (1926 – 2002) : d'origine viennoise, ordonné prêtre, jésuite, il a enseigné à l'Université Catholique de Porto Rico dont il est devenu le Recteur. Puis, il s'est installé au Mexique, à Cuernavaca, où il a repris l'état laïque et où il a créé le CIDOC (Centre Interculturel de Documentation) qui a offert à de nombreux adultes du monde entier la possibilité d'apprendre la langue espagnole, de s'initier à la culture latino-américaine et de développer une pensée critique de la société industrielle. Ivan Illich « connaissait d'expérience le conformisme des universités riches et le terrible gaspillage instauré en pays pauvres : jeunes diplômés devenus étrangers à leur propre peuple, enfants de milieux modestes rejetés et laissés sans espérance. Il veut rompre les chaînes de l'habitude, refuser la soumission, indiquer d'autres voies » (4<sup>ème</sup> de couverture de *Une société sans école*). Grand théoricien de « l'autonomie », Ivan Illich est considéré comme le « pape » de la convivialité et a pu être une sorte de « gourou » des technologues « doux ». Ses ouvrages ont eu un retentissement très important dans les années 1970. *Libérer l'avenir*, publié dès 1969 (en espagnol), fonde les grandes bases de sa pensée théorique qu'il décline et développe par la suite dans *Une Société sans école* (Seuil, 1971), puis dans *La Convivialité* (Seuil, 1973), *Energie, Équité* (Seuil, 1973), *Némésis médicale* (Seuil, 1975), puis *Le chômage créateur* (Seuil, 1977). Après son décès, le 2 décembre 2002, les analyses d'Ivan Illich reviennent en force pour orienter la construction de nouvelles voies du « post-développement ».

<sup>12</sup> **Ellul 1973** : ELLUL, Jacques - *Les nouveaux possédés*, éditions Fayard, Paris, 1973, p. 259. Du même auteur, voir aussi – *Le système technicien*, Editions Calmann-Lévy, Paris, 1977. Jacques Ellul (1912-1994) : historien et sociologue, critique d'inspiration libertaire de la société technicienne et de la modernité et théologien de l'espérance, précurseur du « penser globalement et agir localement ». Grand ami de Bernard Charbonneau et tous deux pionniers de l'écologie politique. A collaboré à la revue *Esprit*, fondée par Emmanuel Mounier, dont il s'est ensuite séparé lui reprochant son catholicisme intransigeant. Une citation choisie représentative de sa pensée : « *Par conviction spirituelle, je ne suis pas seulement non violent mais je suis pour la non puissance. Ce n'est sûrement pas une technique efficace. (...) Mais c'est ici qu'intervient pour moi la foi. (...) On ne peut pas créer une société juste avec des moyens injustes. On ne peut pas créer une société libre avec des moyens d'esclaves. C'est pour moi le centre de ma pensée.* » In Patrick Chastenet, *Entretiens avec Jacques Ellul*, Paris, La Table Ronde, 1994, p. 52. Patrick Chastenet a également écrit une biographie de Jacques Ellul et anime l'Association internationale Jacques Ellul.

<sup>13</sup> **Partant 1978** : PARTANT, François – *Que la crise s'aggrave*, éditions Solin, Paris, 1978. Réédité chez Parangon en 2002.

inégal de l'exploitation des ressources planétaires et de la répartition de leurs dividendes sociaux (emploi, monétarisation). Le poids de la dette des pays les plus démunis se mesure en coût d'importation des devises et des énergies. Ce déséquilibre Nord-Sud est aussi répercuté sur une tension entre l'Est et l'Ouest avec la « guerre froide ». Cette période de l'histoire récente est exceptionnelle. Elle s'efforce aussi, sous la pression continue du modèle socioéconomique libéral dominant qui lamine progressivement les modèles d'inspiration marxiste ou para-marxiste, de générer de possibles antidotes issus de la pensée féconde d'une société civile très mobilisée sur ce débat de société<sup>14</sup> d'ampleur mondiale. Mais peu après, des mouvements révolutionnaires d'extrême gauche, violents (Brigades rouges en Italie, Bande à Baader en Allemagne, Sentiers lumineux au Pérou et d'autres ailleurs) pratiquent de nouvelles formes de terreur politique et sociale fondée sur des constats qui ont sans doute lieu d'être désespérants car aucune réponse n'est apportée au plan politique comme économique et social pour réduire cette fracture ; au contraire, les maux semblent s'amplifier davantage, malgré toutes les exhortations pointant un avenir de plus en plus sombre. Au delà de cette période troublée qui traduit une profonde angoisse des sociétés occidentales sur leur devenir et sur le sens ou les valeurs pouvant le soutenir, c'est l'émergence et la consolidation d'une nouvelle pensée « mondiale », « globale » (Théodore Roszak, 1980<sup>15</sup>), nouvelle utopie à bien des égards manichéenne du système capitaliste construite sur le modèle nord-américain. Mais, le passage de ce nouveau seuil de réflexion contribue à élargir considérablement la vision des situations et du devenir humains sur la planète. Il contribue aussi à une reconnaissance des interdépendances des nations, puis des régions (le nationalisme faisant place peu à peu à un régionalisme « géopolitique » qui redessine la carte mondiale des échanges et des enjeux). C'est dans ce dernier quart du XX<sup>ème</sup> siècle qui voit aussi se multiplier les conflits de nature socioéconomique revêtus de leurs panoplies idéologiques encore résistantes<sup>16</sup> que l'on recherche de nouveaux fondements à même de reconstruire un sens au devenir humain sur ce terrain des idéologies dévastées. Le risque intellectuel est très grand car, de cette véritable chute, peuvent resurgir tous les démons. La perception de ce risque est alors fondée sur l'observation de tentations ou d'effets concrets d'un retour à des néo-idéologies beaucoup plus radicales, intégristes, que portent des tendances extrémistes revigorées de nature nationaliste, communautariste et religieuse. Comme si l'humanité n'était pas encore en mesure de proposer d'autres « structurants ». On ne peut pour autant pas soutenir, au terme de trente années de débat intellectuel et de pensée théorique visant à redéfinir ce sens du devenir des sociétés contemporaines et les valeurs philosophiques et éthiques pouvant le porter en avant, qu'il y aurait un échec de la pensée humaine. La conscience et l'énergie convergente du genre humain, aujourd'hui, vers la construction d'une société humaine du développement « durable » et « partageable » (entraide mutuelle, économie solidaire), et même de « l'après développement », pour faire évoluer le statut de l'homme « prédateur » vers celui de « symbiote », pour réduire les coûts sociaux du progrès et de la toute croissance, comptables en « externalités négatives » (pollution, production de CO<sub>2</sub>, dilapidation de l'environnement,

---

<sup>14</sup> Les événements de mai 68, en France, en sont l'exemple avec leurs échos et répercussions internationaux.

<sup>15</sup> **Roszak 1980** : ROSZAK, Théodore – *L'homme planète. La désintégration créative de la société industrielle*, éditions Stock, Paris, 1980. Théodore Roszak : historien américain, a été professeur à l'Université d'Etat de Californie. Considéré comme l'un des grands théoriciens du « mouvement anti-science » du début des années 1970. Il est l'un des grands critiques de la société industrielle. Ses derniers ouvrages dont *l'homme planète* (Stock, 1980) proposent un bilan qui peut sembler aujourd'hui, en décalage, plus constructif que certains des mouvements postérieurs même si aujourd'hui, de fait, la réflexion se situe plus au niveau d'un rapport plus équilibré et non séparé entre le global et le local. Du même auteur, voir aussi *Vers une contre-culture*, Stock, 1970.

<sup>16</sup> Bien que la « fin des idéologies » soit proclamée à la fin des années 1980 avec la période de la *Glastmosk* et de la *Perestroïka* en URSS, puis consommée très symboliquement avec la chute du mur de Berlin, en 1989.



chômage, misère), s'exprime avec de plus en plus de vigueur, d'engagement, dans la pensée comme dans les actes.

Il convenait que nous prenions la mesure de l'évolution de cette pensée théorique et de l'attitude éthique qui ont progressivement instruit notre positionnement, celui d'une génération, et conforté notre posture de chercheur. Une évolution balisée par plusieurs mouvements qui se sont succédés depuis la fin des années 1960 et qui nous préparait à un parcours de formation en architecture qui en serait profondément marqué. Nous souhaitons rappeler ces tendances, ces mouvements, ces titres fanions d'ouvrages lus et, parmi eux, pour l'essentiel : la « non-violence » économique (Mohandas Gandhi), la « contre culture » et le mouvement hippie (aux Etats-Unis avec leurs répercussions européennes) ; « Halte à la Croissance » (rapport du Club de Rome, 1972) ; la pensée d'une société « libérée », « sans école », plus « conviviale », plus « équitable », moins « expropriable » (Illich, op.cit., années 1970) ; le mouvement « anti-science » (Roszak 1980, op. cit) ; la révolution « verte » et l'écologisme (René Dumont<sup>17</sup>, 1973, 1981, en France; Edward ou « Teddy » Goldsmith, en Angleterre<sup>18</sup>) le *Die Grünen* en Allemagne ; les « sentiers d'une énergie douce » (Lovins 1976<sup>19</sup>) ; le mouvement pour la « technologie appropriée » (Schumacher, 1973, en Angleterre, op. cit., Nicolas Jéquier et Gérard Blanc, en France ; Rybczynski, au Canada<sup>20</sup>), suivi du mouvement pour « l'écodéveloppement et les technologies douces » (Ignacy Sachs, 1977<sup>21</sup>) ; la pensée d'un développement « autonome », « autocentré », incluant le domaine de la production du logement (John Turner, 1979<sup>22</sup>) ; le « retour à la terre » (Anil Agarwal<sup>23</sup>) ; et plus récemment, le mouvement des « sans terre » et des « sans toit » au Brésil ; la pensée « environnementaliste ». Autant de mannes intellectuelles auxquelles nous nous sommes nourri, qui ont précédé le paradigme du « développement durable » fondé par la Commission Brundtland dans son rapport, *Notre avenir à tous* (1987) et s'ouvrant désormais sur un autre mouvement émergent proclamant les « ruines » ou la « fin du développement », la venue du « post-développement » (Gustavo Esteva et Wolfgang Sachs, 1996<sup>24</sup> ; Majid Rahnema et

<sup>17</sup> **Dumont 1973** : DUMONT René – *L'utopie ou la mort*, éditions Seuil, Paris, 1973. 192 p. Voir aussi du même auteur, avec Marie-France Mottin – *L'Afrique étranglée*, coll. Points, Editions Seuil, Paris, 1981.

<sup>18</sup> Edward Goldsmith est le fondateur de la revue *The Ecologist* dont une version française a été créée à la fin des années 1990. On lui doit aussi plusieurs ouvrages dont *The future of the progress*, Totnes, Green Books, 1995, et *Le procès de la mondialisation*, Fayard, 2001.

<sup>19</sup> Amory Lovins est le fondateur du *Rocky Mountain Institute*, en 1982. Il a écrit en 1976 un article intitulé « *Soft energy paths* » (Les sentiers de l'énergie douce), puis un livre sous le même titre, concept qu'il oppose aux « *hard energy paths* » (les sentiers de l'énergie dure). Ses idées et prévisions qui ont suscité une incrédulité des experts industriels, à l'épreuve du temps, s'avèrent bien proche de la réalité observée. Du même auteur, voir aussi *Stratégies énergétiques planétaires*, éditions Christian Bourgeois, 1975.

<sup>20</sup> **Jéquier 1976** : JEQUIER, Nicolas (sous la direction de) – *La technologie appropriée : problèmes et promesses*, Centre de Développement de l'O.C.D.E., 1976 (l'une des meilleures introduction au concept de T.A. accompagnée d'une vingtaine d'études de cas). Voir aussi **Jéquier et Blanc 1980** : JEQUIER, Nicolas, BLANC, Gérard – *La Technologie appropriée dans le monde : une analyse quantitative*, Centre de Développement de l'O.C.D.E., 1980 (premières analyses quantitatives des centres de développement de la T.A. dans le monde). **Rybczynski 1983** : RYBCZINSKI, Witold – *Paper Heroes ; un regard sur la technologie appropriée*, éditions Parenthèses, Marseille. 1983. 158 p. (traduction française de H. Guillaud).

<sup>21</sup> **Sachs 1977** : SACHS, Ignacy et coll. – *Techniques douces, habitat et société*, éditions Entente, 1977 (présentation des concepts d'écodéveloppement et de technologies douces). Du même auteur, voir aussi *Stratégies de l'écodéveloppement*, éditions Ouvrières. 1980.

<sup>22</sup> **Turner 1979** : TURNER, John – *Le logement est votre affaire*, éditions du Seuil, Paris, 1979, 99 p.

<sup>23</sup> **Anil Agarwal** (1947-2002) : journaliste et environnementaliste indien. Fondateur du *Centre for science and Environment*, en 1980. Editeur du magazine scientifique et environnemental *Down to earth*. Créateur du concept de GNM ou « *Gross National Misery* » (misère nationale brute) étroitement lié à la fois à la poursuite du GNP ou « *Gross National Product* » (produit national brut) et à sa non prise en compte.

<sup>24</sup> **Sachs et Esteva 1996** : SACHS, Wolfgang, ESTEVA, Gustavo – *Des ruines du développement*. Ecosociété. Montréal. Canada. 1996.

Victoria Bawtree, puis François Partant, en 1997<sup>25</sup>), pour « refaire le monde » s'ouvrant finalement sur d'autres paradigmes, tel celui de la « décroissance conviviale » (Serge Latouche, 2001, 2003<sup>26</sup>). Ce sont là nos « alliés substantiels » comme l'aurait écrit le poète français René Char.

### 1.3. – Positionnement personnel et posture de recherche : champ et problématiques

#### *1979-1980 : un acte fondateur : le travail personnel de fins d'études d'architecture*

L'ouverture de mes perspectives de recherche sur la construction et les architectures de terre peut être située en 1976. Alors étudiant en 4<sup>ème</sup> année d'architecture à l'école de Marseille Luminy, je réalisais un voyage d'études dans les états du Grand Sud-ouest des Etats-Unis, puis au Mexique, entrant en contact avec l'évidence physique, historique et culturelle, constructive et architecturale de ce qui allait devenir mon champ d'investigation privilégié<sup>27</sup>. Le retour de ce premier voyage d'études sur le continent américain était suivi de l'édition d'un premier ouvrage, *Archi de terre*, auquel je participais et qui fondait, par son édition au cours de l'année 1978, l'acte de naissance des éditions d'architecture Parenthèses, à Marseille<sup>28</sup>. Simultanément j'engageais la préparation de mon travail personnel de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'architecte. Ce travail personnel qui sera présenté en janvier 1980<sup>29</sup>, concrétisait un investissement fondateur de recherche dans le champ de la construction et des architectures de terre crue que j'allais soutenir durant deux années, alors partagé entre travail rémunérateur en agence d'architecte et étudiant préparant son diplôme. Les questionnements fondant les orientations de ce travail, évidemment issus du voyage d'études réalisé aux Etats-Unis et au Mexique en 1976, sont les suivants :

1. La découverte des cultures constructives indiennes avec la grande tradition des *pueblos* en adobe, leur remise en trajectoire historique avec les architectures des époques coloniales hispano mexicaines puis modernes, le renouveau actuel de l'architecture de terre dans le Sud-ouest des Etats-Unis, les cultures précolombiennes de la terre crue au Mexique également prolongées par la période coloniale hispanique puis relayées avec l'époque moderne et encore actuellement vivantes, permettent de faire le constat d'un *continuum*

---

<sup>25</sup> **Rahnema et Bawtree 1997** : RAHNEMA, Majid, BAWTREE, Victoria – *The post-development reader*, éditions ZED Books, Londres, 1997 (analyses critiques sur le développement et les perspectives pour en sortir, proposées par les contributions d'une quarantaine d'auteurs du monde entier). **Partant 1997** : PARTANT, François – *La fin du développement*, Editions Actes sud, Paris, 1977 (réédition).

<sup>26</sup> **Latouche 2001** : LATOUCHE, Serge – *La déraison de la raison économique*, éditions Albin Michel, Paris, 2001. Voir aussi du même auteur *Pour une société de décroissance*, in *Le Monde Diplomatique*, novembre 2003, pp. 18-19.

<sup>27</sup> Ce premier voyage d'études aux Etats-Unis fondait mon positionnement sur ce vaste objet de recherche que sont la construction et l'architecture de terre, au contact des cultures constructives et architecturales des indiens Pueblo, Hopi, Zuni, Navajo du Nouveau Mexique, d'Arizona, du patrimoine architectural d'époque hispano-mexicaine de Californie, et des réalisations expérimentales du mouvement de la Contre-culture Américaine de ces années 1970 promouvant notamment une architecture bioclimatique (solaire passive). Ces cultures historiques et tendances de l'époque valorisent toutes l'emploi d'un matériau de construction traditionnel très ancien, la brique de terre crue plus connue sous le vocable local « d'adobe ».

<sup>28</sup> En effet, ce voyage d'études était réalisé avec deux amis étudiants de ma promotion, **Patrick Bardou et Varoujan Arzoumanian**, fondateurs des Editions Parenthèses (sises à Roquevaire puis à Marseille, Bouches-du-Rhône). *Archi de terre*, édité en 1978, inaugurait une collection de plusieurs titres dont *Archi de Soleil* (1978) écrit par les deux fondateurs de Parenthèses, puis *Archi Bio* (1979) écrit par **Jean-Louis Izard**, de l'équipe Ambiances Bio Climatiques (ABC) et enseignant à l'école de Marseille, puis *Archi Troglo* (1984) de **Jean-Paul Loubes**, membre de l'agence d'architecture ERSOL et alors jeune enseignant à l'Ecole d'architecture de Bordeaux.

<sup>29</sup> **Guillaud 1980** : Guillaud, H. - *Histoire et actualité de la construction en terre crue*, Tome 1, 2 et 3, *Histoire générale des techniques et évolution des modèles d'habitat en terre crue*, diplôme d'architecte dplg, Ecole d'Architecture de Marseille, janv. 1980, mémoire de diplôme d'architecte, 496 p (3 volumes de 102 p., 200 p. et 194 p.).

historique et culturel des architectures de terre sous ces latitudes. L'histoire, sous d'autres régions du monde et depuis l'Antiquité, nous confirme également le rôle essentiel joué par la construction en terre, depuis la révolution du Néolithique, puis au cours de la protohistoire, dans l'extension de la révolution urbaine. L'existence de multiples traditions vernaculaires d'habitat rural et urbain de par le monde confirme une forte vitalité des ces cultures constructives transmises jusqu'à nos jours. Sans encore pouvoir l'apprécier, l'hypothèse d'une situation comparable, en Europe, et notamment sur le territoire français, doit être explorée plus avant de façon à rassembler une information encore très fragmentaire et essaimée dans un corpus pluridisciplinaire (archéologie, histoire, anthropologie, géographie, architecture) de recherches et d'études qui ne présente pas de spécificité pour un champ de recherche à identifier et cerner comme tel, celui des architectures de terre. On se propose d'entamer un investissement de recherche dans cette direction en mettant l'accent sur l'identification du patrimoine architectural vernaculaire, rural et urbain, en France. Ce travail se fondera sur une lecture analytique des ouvrages, études, articles constituant un corpus repérable dans un large ensemble de disciplines convoquées, sur une enquête préalable par questionnaire envoyé aux institutions et opérateurs de la culture (direction des musées, direction des archives, services d'architecture et d'urbanisme, architectes des bâtiments de France, société d'études diverses et associations de sauvegarde du patrimoine, etc.) pouvant restituer une information et sera complétée d'enquêtes de terrain. Sur ces bases une première tentative de rassemblement et de mise en ordre de l'information et de la documentation pourrait être envisagée et engagée.

2. La valorisation des architectures de terre crue en France et leur remise en trajectoire par de nouvelles pratiques de conception et de construction contemporaine ne peut être envisagée sans réaliser une recherche préalable sur l'ensemble du territoire permettant de prendre la dimension concrète, à la fois quantitative et qualitative, d'un héritage culturel encore très peu considéré par les problématiques de recherche architecturale. Cet héritage existe et doit être mis en valeur. Pour mieux garantir cette mise en valeur, n'est-il pas indiqué de développer une approche de caractère historique permettant d'inscrire les possibilités d'une nouvelle trajectoire dans le *continuum* historique ? N'est-il pas aussi indispensable de positionner les architectures de terre du territoire français dans la dimension « universelle » des patrimoines architecturaux en terre crue ? N'est-il pas également indiqué de proposer une lecture anthropologique de ces architectures de terre crue du territoire de façon à bien en analyser les déterminants à la fois économiques, sociaux, culturels et physiques ? De cette analyse pourrait peut-être ressortir l'évidence d'une véritable « intelligence » constructive et architecturale particulièrement revalorisante et utile pour l'avenir.
3. L'architecture de terre crue apporte des réponses à la question sociétale de recherche d'économies d'énergie comme le montrent les réalisations du Sud-ouest des Etats-Unis avec les « *solaradobes* »<sup>30</sup>. La France qui s'est engagée dans la direction de recherche d'énergies alternatives renouvelables, et notamment sur l'hélio-ingénierie et le

---

<sup>30</sup> Il s'agit des maisons solaires « passives » – ou bioclimatiques – principalement construites en briques de terre crue – ou adobes. Le chauffage de ces habitats utilise l'énergie directe du soleil par les vitrages et des serres, calories gratuites qui sont stockées dans la masse des murs de terre crue, isolés de l'extérieur, puis restituées à l'espace habitable par déphasage (inertie, effusivité et diffusivité).

bioclimatisme, en soutenant la recherche scientifique et l'expérimentation technique<sup>31</sup>, n'a pas encore établi un lien entre construction en terre et économie d'énergie. Dans le lignage de la publication d'*Archi de Terre* aux éditions Parenthèses, qui valorise les réalisations pionnières de la Contre-culture nord-américaine, comment pourrait-on contribuer à faire avancer cet investissement de recherche et d'expérimentation en France ?

4. Si l'on entend contribuer à une revalorisation concrète des architectures de terre en France, il est aussi nécessaire de proposer des bases scientifiques et techniques de référence aux opérateurs professionnels, architectes, artisans, entreprises, maîtres d'ouvrage, assurances, etc. A l'instar de ce qui existe aux Etats-Unis avec les *Uniform Building Codes* qui sont plus des référents techniques essentiels et des recommandations pratiques de conception et de construction des projets d'architecture en adobe, qui ont valeur normative tout en proposant des exigences accessibles et en gardant une grande flexibilité d'emploi, n'est-il pas indiqué de proposer des outils similaires pour le territoire français ? Un état des savoirs sur le matériau terre de façon à mettre à disposition des procédures de tests et d'essais pour être en mesure d'identifier et de caractériser le matériau pour un emploi en construction, la mise au point d'autres outils utiles comme une classification et une cartographie géotechnique des sols, la proposition d'un cahier des charges pour la conception et réalisation des projets, paraissent indispensables.

On peut mieux ainsi apprécier l'ambition qui était donnée à ce travail de fin d'études dont les objectifs pouvaient alors être mieux cernés. Au regard du questionnement fondateur, on entendait plus précisément développer un propos clairement situé dans la préoccupation ambiante de la consommation énergétique du secteur de la construction et sur la réponse alternative que pouvait augurer un mouvement international en faveur du renouveau des architectures de terre crue dans lequel il pouvait être envisagé de s'inscrire. Un mouvement que soutenait simultanément une renaissance d'intérêt pour les architectures rurales donnant lieu à de nombreuses études, recherches et publications qui revalorisaient le *genius loci*<sup>32</sup>. On entendait donc contribuer à revaloriser des architectures de terre encore très méconnues, témoignages de cultures constructives inscrites dans un rapport raisonné entre l'homme bâtisseur et l'environnement, dans des formes d'exploitation respectueuse des ressources, des sites et des climats que d'autres tendances du moment, en analyse anthropologique de l'habitat notamment, remettaient en valeur<sup>33</sup>. Au delà d'une contribution apportée à la

---

<sup>31</sup> En effet, cette période de la fin des années 1970 est particulièrement riche en organisation de colloques scientifiques. Elle favorise l'émergence d'équipes de recherche spécialisées sur ces questions de l'architecture solaire, dans les écoles d'architecture (à Toulouse et à Marseille, notamment), et un intérêt auprès des professionnels qui réalisent les premiers projets du genre, en France. On voit aussi naître de grands projets alternatifs de captage et utilisation de l'énergie solaire, comme celui de la centrale d'Odeillo, dans les Pyrénées. D'un point de vue anecdotique il est intéressant de relever que c'est le français Michel Trombe qui a inventé le système du mur capteur accumulateur (vitrage avec masse thermique de maçonnerie lourde avec corps noir) auquel il a donné son nom, le « mur Trombe » et que c'est principalement aux Etats-Unis que le procédé a été développé avec la première génération des « *solaradobes* ». Le principe Trombe a été ensuite décliné sous différentes variantes associant le gain solaire direct (virages et serre) et indirect (inertie, stockage et restitution de l'énergie par déphasage) qui ont considérablement optimisé le procédé initial.

<sup>32</sup> L'identité de l'habitat – et de l'habitant – est caractérisée par son appartenance au lieu. Le génie du lieu est la capacité d'intégration identitaire au lieu, mais aussi respectueuse du lieu : « faire habitat » avec le lieu et non « contre » le lieu, faire avec « l'esprit » du lieu pour reprendre la conception romaine du *genius loci* où, « d'après une antique croyance chaque être indépendant a son génie, son gardien. Cet esprit donne vie à des peuples et à des lieux, il les accompagne de la naissance à la mort en déterminant leur caractère ou leur essence. » (in **Norberg-Schulz 1981** : NORBERG-SCHULZ, Christian – *Genius Loci*, éditions Mardaga, Bruxelles, 1981.

<sup>33</sup> Notre génération d'étudiants en architecture, intéressée par ces approches anthropologiques, se référait notamment aux travaux de **Amos Rapoport**, *Pour une anthropologie de la maison*, éditions Dunod, Paris, 1972, de **Pierre Defontaines**, *L'Homme et sa maison*, éditions NRF Gallimard, Paris, 1972, ou encore au travail de **Hervé Filipetti et Jeannine Trotereau**, *Symboles et pratiques rituelles dans la maison paysanne traditionnelle*, éditions Berger Levrault, Paris, 1978.

connaissance des architectures de terre crue, ce travail de fin d'études se donnait aussi l'ambition d'établir une passerelle vers une réutilisation actualisée du matériau terre pour la réalisation d'une architecture contemporaine d'habitat valorisant les propriétés et qualités physiques, énergétiques, économiques et les potentialités esthétiques du matériau terre, sur le contexte français. Il fallait pour cela faire le point sur les préjugés dévalorisants comme sur les arguments favorables. Il fallait aussi fonder cette perspective d'une réactualisation possible sur une connaissance préalable des cultures constructives du territoire, des pratiques de construction traditionnelles autant que de leurs évolutions récentes (nouveaux bétons de pisé de terre stabilisé, blocs de terre comprimée) permettant d'envisager leur faisabilité et viabilité technique et économique dans le système de production du logement. Ce travail devait prendre aussi la mesure des possibilités techniques d'exploitation des ressources en sols du territoire et proposer une autre lecture, géotechnique, complétant les approches géologiques (pour les exploitations minières des minerais et gisements pierreux), et pédologiques (pour l'exploitation agricole). Enfin, ce travail visait à prédéfinir un ensemble de spécifications techniques pour les concepteurs de projets architecturaux et pour les bâtisseurs, une sorte de cahier de règles de l'art invitant à un nouvel avenir possible du « concevoir et bâtir en terre crue ». C'était donc là un objectif de travail qui intégrait déjà tout un ensemble d'approches, de questionnements, d'hypothèses de travail s'ouvrant sur des axes de recherche dont on allait se saisir par la suite et qui contribueront, par leur développement individuel et collectif, à un apport aux connaissances et à l'évolution des pratiques dans le domaine de la construction et des architectures de terre crue.

Sur ces bases, bien que trop largement et improprement intitulé *Histoire et actualité de la construction en terre crue*, ce travail de fin d'études poursuivait en effet un objectif centré sur l'identification des cultures constructives et des architectures de terre sur l'espace du territoire français. Malgré le périmètre physique et culturel que l'on entendait privilégier, il semblait indiqué de l'appréhender sans trop se démarquer d'une géographie plus large, de façon à demeurer relié aux multiples expressions très valorisantes d'une large diversité culturelle des genres et des types constructifs et architecturaux fondés sur l'emploi du matériau terre. Ayant préalablement fondé mon attraction pour cet objet d'études en des territoires lointains témoignant d'une excellence des cultures constructives et architecturales de la terre crue, je percevais l'importance qu'il fallait accorder à la saisie de cet objet sur une échelle globale, planétaire et régionale, et locale, de façon à mieux cerner et restituer les dimensions du périmètre « universel » des architectures de terre et tenter, en cela, de contribuer à une meilleure reconnaissance de leur signification et valeur culturelles. Passionné d'histoire de l'architecture, je me donnais aussi l'objectif de commencer à instruire les premières bases d'écriture d'un récit historique des architectures de terre fondé sur l'identification et l'analyse d'un premier corpus de références patrimoniales valorisant les cultures et les civilisations antiques comme les traditions vernaculaires communes ou d'exception inscrites dans l'évolution. Toutefois, mon propos serait dans un premier temps orienté sur une approche généraliste des techniques de construction en terre, première dimension plus aisément appréhendable et contribuant à donner un caractère propre au regard posé sur l'objet d'étude. L'archéologie et l'histoire, l'anthropologie, la géographie et l'architecture seraient les disciplines privilégiées permettant d'appréhender quelques unes de ces références historiques essentielles pouvant nourrir la modeste écriture d'un premier récit généraliste offrant une vision panoramique<sup>34</sup>. En cela, je fondais, bien qu'encore

---

<sup>34</sup> Cette première tentative d'écriture d'une histoire panoramique des architectures de terre exploitait notamment le corpus encyclopédique des atlas d'archéologie, d'histoire, de géographie et d'architecture publiés par le groupe *Universalis* qui

inconsciemment, les futures orientations que j'allais donner à mes recherches tendues vers une contribution à l'histoire des architectures de terre<sup>35</sup>. J'envisageais aussi d'identifier des trajectoires (jeux d'influences mutuelles) entre les cultures constructives et architecturales, tentant de mieux cerner l'existence et l'impact de caractères techniques et typologiques, de leurs permanences, récurrences et transformations adaptatives - structurelles, spatiales, formelles et fonctionnelles - aux contextes géographiques et culturels, et au cours de l'histoire. Au-delà d'une première approche historique et géographique généraliste des techniques de construction en terre dans l'espace méditerranéen et européen, qui constituait une première partie de ce travail de fin d'études, je me centrais effectivement sur le territoire français. Je tentais alors, me référant à une récente édition de l'Histoire de la France rurale<sup>36</sup> poursuivant les travaux fondateurs des grands chercheurs en géographie humaine<sup>37</sup> et ceux de Marc Bloch<sup>38</sup>, et à partir d'un corpus d'ouvrages constitué dans les années 1970<sup>39</sup> valorisant les patrimoines d'architectures rurales régionales, de faire ressortir les grandes lignes d'une évolution des architectures d'habitat vernaculaire en terre crue et les grands traits des typologies constructives et architecturales, sur l'espace hexagonal<sup>40</sup>. Cette approche

---

restitue des contributions d'excellence de la recherche dans ces disciplines. D'autres références historiques étaient puisées dans le corpus d'articles scientifiques publiés dans la revue *Archéologia*. Le récit mettait en valeur l'existence des architectures de terre dans l'espace méditerranéen, avec une première approche de la diversité régionale des modes de mise en œuvre du matériau terre et des techniques : architectures de brique crue au Proche-Orient et sur les territoires du Levant, d'Anatolie, de Grèce et des Balkans, d'Égypte ; architectures de briques crues et de pisé sur les territoires d'Afrique du nord (fonds culturel carthaginois puis romain), de la péninsule ibérique (fonds culturel maure), en Italie (fonds levantin, anatolien puis gréco-romain) et dans les territoires d'Europe continentale et septentrionale : architectures de bois et de torchis, de bauge, sur fonds culturel antique remontant aux époques danubiennes, puis des vikings, dans les territoires nordiques et de culture anglo-saxonne.

<sup>35</sup> Ces orientations seront en effet confirmées par la suite avec un travail de recherche approfondie sur les cultures constructives du pisé et avec un travail présenté en 1997 à l'École d'Architecture de Grenoble pour l'obtention du post-diplôme de Certificat d'Études Approfondies en Architectures de terre : **Guillaud 1997** : GUILLAUD, Hubert – *Pour une histoire des architectures de terre*, mémoire de CEAA-Terre, Grenoble, 1997, 518 p.

<sup>36</sup> Cette approche était basée notamment sur l'exploitation des ouvrages publiés sous la direction de Georges Duby, Armand Wallon, Emmanuel Le Roy Ladurie, Étienne Juillard et Georges Agulhon, *Histoire de la France Rurale*, Tomes 1, 2, 3 et 4, Seuil, Paris, 1975 (première édition).

<sup>37</sup> On relève ici les travaux de **Pierre Vidal de La Blache** dans *Principes de la Géographie Humaine* (Armand Colin, 1922), ceux de **Max Sorre** dans *Fondements Biologiques de la Géographie Humaine* (Armand Colin, 1943) ou encore ceux de **Albert Demangeon** dans *l'Habitation Rurale en France* (Armand Colin 1920) et *Types de peuplement rural* (Armand Colin 1938).

<sup>38</sup> **Bloch 1962 (réédition)** : BLOCH, Marc - *Les caractères originaux de l'histoire rurale française*, éditions Armand Colin, Paris, 1962.

<sup>39</sup> Voici quelques unes des références de ce corpus des architectures rurales françaises qui ont été exploitées dans notre travail de fin d'études : **Doyon et Hubrecht 1979** : DOYON, Georges, HUBRECHT, Robert – *L'Architecture Rurale et Bourgeoise en France*, éditions Vincent et Fréal, Paris, 1979. **Fontaine 1977** : FONTAINE, René – *La Maison de Pays*, éditions Seghers, Paris, 1977. **Fréal 1977** : FRÉAL, Jacques – *L'Architecture Paysanne en France*, éditions Serg, Paris, 1977. **Cayla 1977** : CAYLA, A. – *Maisons paysannes de Guyenne Gascogne*, éditions Serg, Paris, 1977. **Daunay 1977** : DAUNAY, Jean – *Patrimoines culturels locaux ; typologie de l'habitat rural dans l'Aube*, journée départementale d'étude, 16 nov. 1977. **Schweitzer 1977** : SCHWEITZER, Joël – *L'Habitat rural en Alsace*, in *Saisons d'Alsace* n°64, éditions ISTRAS, 1977. **Fréal 1978** : FRÉAL, Jacques – *Habitat et vie paysanne en Bresse*, publication J. Fréal, Editions Garnier Frères, 1978. **Chapelot et Fossier 1980** : CHAPELOT, Jean, FOSSIER, Robert – *Le village et la maison au Moyen Âge*, éditions Hachette Littérature, Paris, 1980.

<sup>40</sup> Le récit historique fondé sur les références à l'espace méditerranéen et d'Europe continentale, tout en précisant les limites théoriques et le caractère généraliste de cette approche, proposait une représentation des principales « directions d'influences culturelles » convergeant vers le territoire français et ayant contribué à l'introduction puis au développement de techniques plus caractéristiques aux contextes régionaux et locaux: influences helléniques puis vraisemblablement influences carthaginoises sur le sud et le sud-ouest de la France ayant introduit la brique de terre crue ; influences romaines ayant contribué à une introduction du pisé dans les territoires du Sud-est et hypothétiquement relayés par la suite, au-delà de la chute de l'empire et au cours du Moyen Âge par des influences maures venues d'Espagne (attestées par les recherches jusqu'en Auvergne) ; influences des cultures septentrionales et continentales sur la tradition du bois et torchis dans la partie nord de la France. Au-delà d'une évocation sommaire des formes d'habitat du fonds celto gaulois, vraisemblablement érigé en bauge, bois et torchis, qui évolueront avec les apports extérieurs de la romanisation (*villae* romaines puis gallo romaines, *vici*), des recherches menées en Alsace (Schweitzer, 1977) permettaient de restituer les formes d'habitat du Haut Moyen Âge correspondant aux maisons-fosses des époques mérovingiennes (VI<sup>ème</sup> – VII<sup>ème</sup> siècles) et ceux des époques carolingiennes en

permettait de distinguer un fonds culturel dominant d'architectures en bois et terre, colombage et torchis, bauge, dans la moitié nord de la France (au nord de la Loire), et un fonds culturel dominant d'architectures en briques crues et en pisé, au sud de la Loire. Cela n'excluant pas la pénétration territoriale de certains caractères techniques et typologiques de part et d'autre de cette démarcation fluviale, le pisé remontant assez haut le long du Val de Saône, depuis le couloir rhodanien ; le colombage et le torchis étant aussi présent dans les Landes et jusqu'en Albigeois où l'on peut aussi observer un colombage hourdé de briques crues. Les explications historiques, sociales et économiques de ces pénétrations culturelles, ne sont pas encore complètement élucidées bien que faisant l'objet d'hypothèses basées sur la mobilité des savoir-faire au gré des échanges sociaux et économiques, et des « marchés » de la construction<sup>41</sup>, notamment pour des chenaux privilégiés (l'axe Rhône-Saône par exemple). D'autres hypothèses questionnant des influences culturelles associées à une présence extérieure de nature colonisatrice (présence britannique dans le Sud-ouest, ou remontées d'influences ibériques, depuis la Castille et le León, et l'Aragon, au-delà des Pyrénées) pourraient apporter aussi d'autres niveaux de compréhension.

La deuxième partie de ce travail de fin d'études restituait des enquêtes de terrain qui avait été menées durant près de deux années sur l'ensemble du territoire français. Ces enquêtes visaient à prendre la mesure de l'existence des architectures de terre, de leur diversité au plan des cultures constructives, de leurs expressions typologiques génériques déclinées en variantes, régionales et locales. Ce travail d'identification a été élaboré en application d'une approche méthodique du territoire fondée sur un maillage d'information associant plusieurs paramètres inter reliés : types de groupement de l'habitat (éparpillement, hameaux, villages), typologie architecturale<sup>42</sup>, cultures constructives en terre crue, paysages ruraux (pays d'openfield et pays d'enclos), usage agricole du sol (labours, herbages et pâturages, forêts, landes, autres cultures spécialisées) ; géologie et pédologie (types de matériaux locaux disponibles) ; site (topographie et implantation), et climat (ensoleillement, vent et pluie). La confrontation des caractères plus spécifiques des architectures de terre crue

---

bois et torchis mais aussi en *blockbau* et *stabbau* (palissades de bois) d'influence germanique. Les influences nordiques du IX<sup>ème</sup> siècle puis anglo-normandes contribuaient aussi à l'introduction de la technique du gazon dans les territoires septentrionaux (cette technique est localisée jusqu'en Normandie comme en atteste encore la tapisserie de Bayeux). Venaient ensuite les progrès techniques du Bas Moyen Age qui perfectionnaient l'art de la charpenterie et les modes de construction en bois et torchis avec une plus large diffusion des solutions d'habitat à colombage à bois longs, puis à bois courts à partir de la Renaissance, dans la moitié septentrionale de la France. Les influences anglaises ont été aussi sensibles pour une ingérence de la culture du colombage et torchis dans le Sud-ouest (Landes, Guyenne et Gascogne). La moitié méridionale avait perpétué ses cultures constructives héritées du fonds historique gréco-romain, carthaginois puis maure en pratiquant la brique crue et le pisé (couloir rhodanien et territoires connexes). C'est au Bas Moyen Age que se préfigurent les grands types de l'architecture rurale avec les fermes à cours et les maisons longues à plusieurs nefs. La Renaissance et les trois siècles suivants les feront évoluer, avec la structuration du territoire autour des hameaux, villages, bourgs et cœurs de cités, vers la typologie rurale des maisons à cours fermées et ouvertes, des maisons blocs à terre en longueur et en hauteur qu'identifieront les recherches de la géographie humaine au début du XX<sup>ème</sup> siècle ; mais aussi les typologies des immeubles urbains. La fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle et le XIX<sup>ème</sup> siècle auront contribué à une « durcification » de l'habitat rural avec le développement des fermes et des domaines agricoles, et avec la possibilité de transmission d'un legs patrimonial. Beaucoup d'habitations vernaculaires de caractère précaire et exposées au risque d'incendie, principalement en bois et torchis, à la fin du Siècle des Lumières et au cours de la période suivant la Révolution française puis durant l'empire napoléonien, seront remplacées par des constructions, en briques crues ou en pisé, puis en pierres et briques cuites associées au matériau terre, pour laisser progressivement place aux matériaux industrialisés (béton et pisé, p.e.), à partir du début du XX<sup>ème</sup> siècle.

<sup>41</sup> Des recherches archéologiques récentes sur les sites du Comtat Venaissin (Claire-Anne de Chazelles et François Guyonnet, 2005) semblent valider l'hypothèse de la construction de quartiers entiers de lotissements médiévaux en pisé, à Carpentras aux XIII<sup>ème</sup> et XIV<sup>ème</sup> siècles (lot Archier), puis jusqu'aux époques modernes (XVII<sup>ème</sup> - XIX<sup>ème</sup> siècles), qui auraient pu requérir le savoir-faire d'artisans piseurs du Valentinois.

<sup>42</sup> On se référerait à la classification typologique établie par les géographes et notamment celle proposée par Albert Demangeon dans *Habitation rurale en France* (1920, op.cit.), soit, les maisons-blocs (à terre et en hauteur), et les maisons à cour (fermée et ouverte).

à la typologie de l'habitat rural proposée par les géographes confirmait l'hypothèse d'une pleine intégration à la classification proposée, sans aucune forme réductrice de cette typologie qui aurait pu être rapportable au matériau. Elle validait la relation essentielle entre habitat, paysages ruraux, usages agricoles du sol, modes de vie et fonctionnalités corollaires, et environnement physique (climat notamment). Les enquêtes validaient la prégnance des caractères de l'habitat rural français en terre crue, enracinés dans l'histoire - depuis le Bas Moyen Age puis avec la Renaissance - qui fondaient puis confirmaient la typologie des groupements, des cultures constructives et des architectures (comprises ici dans la relation entre matériau, structure, usage, espace et forme). Elle validaient aussi l'hypothèse de l'influence des cultures anglo-saxonnes et germaniques sur un habitat de terre crue en bauge, bois et torchis, au nord de la Loire et sur la façade ouest/Sud-ouest, où domine la typologie des maisons à cours, et de l'influence des cultures méditerranéennes, sur un habitat en briques de terre crue et en pisé, au sud de la Loire et le long du chenal Rhône-Saône, où domine la typologie des maisons bloc à terre et en hauteur. Les enquêtes de terrain, par la documentation collectée, analysée au plan des matériaux et des techniques de construction (torchis, bauge, adobe et pisé), des systèmes constructifs<sup>43</sup>, appréhendés dans leur large registre de variantes régionales et locales, constituaient véritablement un pré-inventaire des architectures de terre crue à l'échelle globale du territoire national, contribuaient à un apport des connaissances sur la géographie de l'habitat rural en France, donnaient une nouvelle mesure de l'importance quantitative et qualitative de ce patrimoine qui n'avait été que très peu pris en compte jusqu'alors<sup>44</sup>, lui conférant ainsi une identité propre. Enfin, cette deuxième partie du travail de fin d'études se concluait sur une introduction à une approche anthropologique de l'habitat rural français en terre crue. On souhaitait en effet que la proposition d'analyse identitaire de ces architectures de terre crue du territoire français se démarque du seul déterminisme physique et économique en relevant d'autres caractères culturels et sociaux référents (valeurs, croyances, mythes, coutumes, besoins, modes de vie, ...). Cette approche s'inspirait de modèles d'analyse anthropologique de l'habitat que l'on a précédemment évoqués<sup>45</sup>.

La troisième partie de notre travail de fin d'études proposait une projection pour une réactualisation de la construction en terre crue. Elle abordait l'étude du sol et du matériau terre dans sa dimension géotechnique en prenant en compte des contraintes de nature texturale (granulométrie) et minéralogique (types d'argiles), plastique (état hydrique), et tout un ensemble de propriétés physiques et mécaniques du matériau (cohésion, compressibilité, résistance au cisaillement, élasticité, capillarité, perméabilité, retrait). On faisait aussi le point sur les protocoles de tests et essais de terrain, et de laboratoire, permettant une identification puis une caractérisation de la terre au regard des modes de mise en œuvre et des techniques de construction. La synthèse présentée se fondait sur une analyse et exploitation de la littérature scientifique et technique accessible dans ce domaine<sup>46</sup>. Puis on proposait une lecture topo

---

<sup>43</sup> On proposait, pour chacune des quatre cultures constructives (torchis, bauge, adobe et pisé), une lecture des systèmes fondations-soubassement, soubassement-mur, mur-plancher, mur-toiture, et une approche des détails constructifs types tels que chaînes d'angles, tableaux de baies.

<sup>44</sup> On peut en effet se reporter au Corpus de l'architecture rurale française établi sur la direction de Henri Georges Rivière puis de Jean Cuisenier qui, pour l'ensemble du territoire, ne fait que très peu cas de cette dimension spécifique de l'habitat en terre crue. Le volume consacré au Dauphiné où domine, en Bas-Dauphiné, la culture constructive du pisé est éloquent à cet égard.

<sup>45</sup> Travaux de Amos Rapoport et de Hervé Filipetti, op. cit.

<sup>46</sup> Parmi les sources exploitées, citons : des circulaires de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics (ITBTP), un cahier *Béton de Terre* (1950) du Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), un document des Nations Unies, *Habitations en béton de terre stabilisé* (1958), un *Manuel de la construction en béton de terre stabilisé*, des Nations Unies (1958), l'ouvrage de Hassan Fathy, *Construire avec le Peuple* (1970), le *Bâtir en terre* de L.A. Wolfskill, W. Dunlap et B.



géologique (localisation des sols évolués à partir d'un substrat de roche mère) et pédologique (horizons de surface) des sols utiles à la construction en terre crue sur le territoire français. Cela afin de poser les bases d'une classification originale mettant en relation ces deux sciences avec la géotechnique et la construction. Cette approche donnait une nouvelle lecture en reliant l'analyse « classique » (minière et agronomique) des ressources en matériau du sol avec les modes de mise en œuvre et les techniques de construction en terre crue. Pour cela nous confrontons l'étude des principales familles topo-géologiques et des associations pédologiques, des profils des sols, avec les différentes cultures constructives du territoire. En se référant aux données de l'Atlas écologique de Philippe Duchaufour<sup>47</sup> (morphologie, granulométrie, structure et porosité) que l'on confrontait aux informations de la cartographie pédologique et au pré-inventaire des cultures constructives en terre crue du territoire français, nous proposons une nouvelle cartographie (11 cartes) associant les critères de lecture de la pédologie à ceux de la construction en terre crue précisant quels types de sols<sup>48</sup> étaient favorables à un usage constructif et pour quelles types de techniques (torchis, bauge, adobe ou pisé). La partie finale de notre travail de fin d'études présentait une information sur l'actualité de la construction en terre crue. Elle relevait les pratiques traditionnelles toujours vivantes en diverses régions du monde, la mise en application de nouvelles technologies de compression et de stabilisation sur des projets récents d'habitat social en blocs de terre comprimée et pisé stabilisés au ciment (pays en développement), et les architectures bioclimatiques en adobe que l'on avait pu observer lors de notre précédent voyage d'études aux Etats-Unis (1976). Enfin, de façon à répondre à une préoccupation concrète de réactualisation des pratiques de construction en terre crue<sup>49</sup>, on préfigurait la rédaction d'un cahier des spécifications techniques à l'usage des architectes et des entreprises, complètement inédit jusqu'alors.

En synthèse de l'évocation de ce travail de fin d'études qui peut être considéré comme une première activité fondatrice d'un investissement personnel de recherche dans le champ des architectures de terre, on relèvera les apports suivants :

1. Une première approche de mise en situation de l'objet d'étude dans une dimension historique et universelle du patrimoine mondial des architectures de terre.
2. Une approche historique de l'évolution des architectures de terre rurale sur le territoire français. Cette approche constitue l'ébauche d'un premier récit associant l'histoire de la France rurale et de l'architecture d'habitat rural en terre nationale.
3. La réalisation d'un pré-inventaire des cultures constructives en terre et de la typologie des architectures vernaculaires en terre crue sur le territoire français assortie d'une première étude spécifique et originale des matériaux, des techniques, des systèmes constructifs et des détails architecturaux.

---

Galloway (CRET, 1973), le bulletin d'information n° 76 du Secrétariat des Missions en Urbanisme et Habitat (SMUH), *Information Terre Stabilisée* (1974), et le livre du CRA Terre, *Construire en Terre* (Doat et al. 1979), tout récemment édité .

<sup>47</sup> **Duchaufour 1976** : DUCHAUFOUR, Philippe – *Atlas écologique des sols du monde*, éditions Masson, Paris, 1976. Du même auteur voir aussi *Précis de pédologie*, éditions Masson, 1970.

<sup>48</sup> Les associations de sols considérées correspondaient aux régions patrimoniales de l'architecture de terre sur le territoire français, aux principales techniques localisées (torchis, bauge, adobe et carreau de terre, pisé). Elles étaient les suivantes : sols d'alluvions fluviales ; sols lessivés ; sols lessivés podzoliques ; sols bruns calcaires ; sols bruns calciques ; sols bruns eutropes ; sols bruns lessivés ; sols de rendzines typiques et brunifiées ; sols rouges méditerranéens, podzols.

<sup>49</sup> De retour du voyage réalisé aux Etats-Unis en 1976-77, j'ai créé avec mes deux compagnons de voyage, futurs fondateurs des éditions Parenthèses en 1978, une association dénommée « à-venir ». Au cours des années 1978-79 je suis à l'origine du premier projet d'architecture solaire passive en blocs de terre comprimée réalisé sur le territoire national, le « Centre des énergies solaires du Castelet » (Var), conçu en collaboration avec un architecte patenté (Régis Pierrot, Vitrolles) et le cabinet d'ingénierie thermique de Thierry Cabirol à Aix-en-Provence (voir par après).

---

4. Une cartographie pédologique et géotechnique originale mettant en relation les sols avec les matériaux et les techniques de construction en terre. Cette relation qui éclaire une logique de rapport physique au sol, à ses ressources en matériau terre plus ou moins adaptées à un mode de mise en œuvre demeure pourtant plus largement déterminée par d'autres critères culturels « immatériels » tels que le savoir-faire.
5. Une première synthèse de l'état des savoirs et des pratiques dans le domaine de la construction en terre constituant une base scientifique et technique pour les constructeurs : tests et essais d'identification, de caractérisation et de performance du matériau terre pour la construction, première tentative d'établissement d'une classification géotechnique spécifique.
6. Une proposition originale de cahier des spécifications techniques pour la construction en terre à destination des opérateurs potentiels, architectes, artisans, entrepreneurs, pour le territoire français.

### *L'intégration à l'équipe CRATerre et le périmètre des problématiques*

Ce travail personnel de fin d'études d'architecte me permettait de rejoindre l'équipe du CRATerre de l'Ecole d'architecture de Grenoble<sup>50</sup> où une sensibilité particulière sur la relation entre matériau, construction et architecture qui retenait mon intérêt amenait cette équipe dirigée par Patrice Doat à s'interroger sur l'enseignement de la construction. Cette interrogation pédagogique donnait lieu au développement d'une recherche pluriannuelle, en contrat avec la Direction de l'Architecture à laquelle j'ai été aussitôt associé : « Le cours de construction<sup>51</sup> ». Par cette recherche associant plusieurs enseignants de « l'Unité Pédagogique d'Architecture de Grenoble » (UPAG), nous remettons en question les didactiques de l'enseignement de la construction et du projet d'architecture, et valorisons, le rapport au « faire » dans le processus de conception du projet d'architecture<sup>52</sup>. Nous identifions un lieu spécifique où s'exercent les capacités de l'architecte, c'est-à-dire le construit. Nous nous référons alors à l'architecte italien Renzo Piano pour qui « *un projet n'est véritablement créatif, complet, qui si vous avez les moyens de confondre les différents moments de la conception, de la réalisation, de l'utilisation*<sup>53</sup> ». Nous nous inspirons des thèses de Jean-Pierre Epron<sup>54</sup> qui soutient que le rapport entre architecture et construction, que la relation entre art et technique, ne sont pas basés sur des rapports de causalité directe ; que l'architecture et la construction ne sont pas deux pratiques indépendantes, en tant qu'activités inscrites dans un territoire et une époque ; qu'elles sont indissociables sans que l'une soit directement soumise à l'autre. Il s'agit de dépasser la césure qui s'est installée entre l'architecte et l'ingénieur. Nous élaborons alors le concept de « **culture constructive** » à partir des notions « d'imagination » constructive, « d'idée » et « d'intelligence constructive », nous référant à d'autres maîtres tels qu'Antonio Gaudí ou Jean Prouvé. Un concept qui rapproche la construction et la culture et qui envisage l'acte de construire comme un fait « culturel »,

---

<sup>50</sup> Le jury comptait sur la présence de Patrice Doat, l'un des fondateurs du CRATerre.

<sup>51</sup> Inaugurée en 1982, cette recherche pluriannuelle était poursuivie jusqu'en 1987, en contrat avec la Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme et son Secrétariat de la Recherche Architecturale (DAU/SRA). On reviendra plus en détail sur cette recherche dans un chapitre ultérieur.

<sup>52</sup> « *L'architecture, en tant que discipline scientifique d'une part, et discipline humaine d'autre part, doit trouver ses fondements entre le penser et le faire, entre la conception et la réalisation (...) la construction, objet de nos préoccupations, n'est plus coupée de la conception, elle n'est pas un savoir objectif indépendant, mais également le lieu d'une recherche, d'une réflexion intellectuelle sur « l'état » de notre société, de sa capacité de production et d'invention. Elle devient une pratique sociale dont l'architecte est un miroir.* » In **Arnod et al. 1985** – *Cours de construction. Techniques et architectures situées*, éditions AGRA-EAG, Grenoble, avril 1985, 127 p., pp. 2-3.

<sup>53</sup> In **Renzo Piano** – Catalogue CCI 1983, *Architecture et industrie ; pensée et avenir d'un mariage de raison*, p. 12.

<sup>54</sup> **Epron 1981** : EPRON, Jean-Pierre – *L'architecture et la règle*, Architecture + Recherche, éditions Pierre Mardaga, 1981.

---

comme une pratique sociale située dans le contexte historique de sa production. Comment le fait architectural, le « faire » architecture, est-il relié au savoir technique ? N'y a-t-il pas matière à s'interroger sur la place de l'expérience - et même plus encore de l'expérimentation - dans un processus de conception/création conduisant au fait architectural ? Et quelle serait alors la place de l'empirisme dans l'établissement d'un savoir conduisant à ce fait architectural ? L'intervention de l'architecte ne se situe-t-elle pas à la rencontre du culturel, du social, du technique ? Autant de questions qui, dès ce milieu des années 1980, nous projetaient déjà vers ce qui deviendrait presque quinze ans plus tard les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau où l'enseignement de la construction et du projet est fondé sur une didactique redonnant toute sa place à l'empirisme de l'expérimentation comme processus élaborant le fait architectural par l'expérience du « construire ». Toutefois, c'est au cours de ces années, en réalisant plusieurs événements et en préfigurant ces Grands Ateliers sur la ville nouvelle de l'Isle d'Abeau par ce qui était dénommé « Les Journées d'Automne<sup>55</sup> », mais aussi en mettant en pratique cette démarche d'expérimentation constructive sur plusieurs projets d'architecture successivement réalisés<sup>56</sup> que ce nouveau concept de culture constructive affirmant la convergence du fait culturel, du fait social et du fait technique sur des logiques de conception/réalisation (chantier intellectuel du « penser » et chantier pratique du « faire »), et utilisation (fonction, usage), en situation historique et spatiale (temps et lieu), pouvait être validé.

Au-delà de cette diversion parabolique contribuant aussi à éclairer la trajectoire du parcours d'enseignement et de recherche dans le champ des Sciences et Techniques pour l'Architecture, revenons au contexte qui permettait de préciser un positionnement personnel relatif à l'architecture de terre. Au cours des années 1970, dans les « Unités Pédagogiques d'Architecture »<sup>57</sup>, des étudiants emboîtent le pas aux enseignants et chercheurs en sciences humaines et sociales (sociologie, anthropologie notamment) qui ont influencé considérablement l'évolution de leur cheminement intellectuel durant leurs années d'études, ont contribué à la construction d'une capacité d'analyse distanciée de la production de l'architecture longtemps considérée comme objet d'art. Au-delà d'une première période de

---

<sup>55</sup> Une exposition intitulée « Cultures constructives » était réalisée dans le Grand Hall de l'UNESCO en septembre 1993 qui valorisait la nouvelle approche didactique d'enseignement de la construction à l'Ecole Architecture de Grenoble et particulièrement les enseignements du laboratoire CRA Terre-EAG et de l'équipe Design. Cette exposition posait les premiers éléments pour la promotion d'un projet de « pôle d'enseignement de la construction ». Les années suivantes concrétisaient le développement de ce nouveau modèle d'enseignement et son impact sur d'autres établissements d'enseignement de l'architecture en région Rhône-Alpes (Lyon, Saint Etienne, Clermont-Ferrand) amenant la prédéfinition, en avril 1995, du projet des Grands Ateliers que préfiguraient en octobre 1995, les « 1<sup>ères</sup> Journées d'Automne » sur la ville nouvelle de l'Isle d'Abeau (semaines intensives du « cours de construction » associées à la réalisation de structures innovantes, sorte de Grands Ateliers en modèle réduit). Cet événement pédagogique inter-écoles a été renouvelé 3 fois permettant de donner la consistance nécessaire au projet des Grands Ateliers qui étaient inaugurés par la Ministre de la Culture, Mme Catherine Tasca, en décembre 2000.

<sup>56</sup> On pense ici au projet d'habitat social en terre qui a été réalisé sur l'île française de Mayotte, dans les Comores, qui mobilisait CRA Terre dès l'année 1980-81, avec des étudiants de l'UPAG. A partir d'une opération expérimentale de huit logements, ce sont des milliers de logements qui ont été réalisés reprenant puis développant les modèles initiaux puis leur échappant et amenant la naissance d'un patrimoine d'architecture de terre proprement mahorais. On pense aussi au projet du « Domaine de la Terre » de Villefontaine, 65 logements HLM réalisé entre 1983 et 1985 dont on assurait personnellement l'entièreté de l'encadrement technique sur le chantier expérimental ; et encore aux projets d'habitat social de Hay al Massira et Ait Ourir, à Marrakech, Maroc entre 1983 et 1987, que l'on aura aussi personnellement piloté dans le cadre d'une mission confiée à CRA Terre. D'autres opérations expérimentales contribuant à l'élaboration du savoir « faire architecture de terre » méritent aussi d'être citées comme celle de *La Maison en 24 heures* construite en 1987 sur le campus de Saint-Martin-d'Hères, la *Maison du Futur* construite au Musée de La Villette, en 1989. Les années suivantes perpétuent cette démarche qui a effectivement abouti à la création des Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau et qui s'ouvre sur la perspective de développement d'un parc de prototypes d'habitat.

<sup>57</sup> Cette nouvelle appellation d'Unité Pédagogique traduit une émancipation de l'Ecole des Beaux Arts qui s'accompagne assez significativement d'un changement de tutelle entre le Ministère de la Culture et le Ministère de l'Équipement.

détachement du modèle initiatique et artistique de l'École des Beaux Arts et de leurs « patrons » d'ateliers, modèle secoué et mis en question par ces années post-68<sup>58</sup>, la refondation du statut de la culture architecturale sur un nouveau modèle de pensée théorique, est fondamentalement posée dans les écoles bien qu'encore très peu dans la profession d'architecte que les étudiants de cette génération vont bientôt embrasser. En arrière-plan, dans ce contexte de critique et de contestation, de recherche et d'expérimentation, l'évolution de la société - sur la base de plusieurs constats - soulève des questionnements de fond dont beaucoup d'étudiants de cette époque puis jeunes architectes diplômés - et parmi eux ceux qui ont fondé le CRATerre que j'ai rejoint après l'obtention de mon diplôme d'architecte - se sont saisis. Des constats et questionnements que je partageais, que l'on a précédemment situés et que l'on peut à nouveau brièvement résumer de façon à éclairer les problématiques et la définition de la posture de chercheur que l'on adoptera :

- la dilapidation alarmante des énergies et des ressources non renouvelables (1<sup>ère</sup> crise du pétrole de 1973). La recherche d'alternatives à des pratiques de construction et à une architecture « énergétivore » (grande consommatrice d'énergies non renouvelables). Le positionnement dans un mouvement émergent des « technologies appropriées » (T.A.) fondé par l'économiste anglais Ernst Friedrich Schumacher après la publication de son fameux *Small is beautiful* (1973, 1978, op. cit.), notamment relayé aux Etats-Unis par le mouvement de la Contre-culture et des leaders de la pensée alternative en architecture tel Stewart Brand, fondateur du *Whole Earth Catalog*<sup>59</sup> ou des architectes tels que Steve Baer, David Wright, Antoine Predock, Edward Mazria<sup>60</sup>, parmi les premiers promoteurs d'une architecture bioclimatique en briques de terre crue. Ou encore un Joe Tibbets, fondateur d'une revue alternative intitulée *Adobe Today*<sup>61</sup> (L'adobe aujourd'hui).

---

<sup>58</sup> M'inscrivant dans cette mouvance contestataire du modèle de l'École des Beaux-arts, au cours de mes études, en 3<sup>ème</sup> année, je fonde avec deux amis étudiants une association dénommée « *no reproduction* » qui propose des manifestes de contre-projets lors d'expositions collectives des projets d'architecture réalisés dans les ateliers de l'Unité Pédagogique d'Architecture de Marseille Luminy. Nous nous complaisions alors dans cette attitude contestataire et volontairement provocatrice à l'égard de nos « patrons » de l'enseignement du projet. Sur un constat d'incompréhension et de frilosité de notre milieu d'étude à intégrer dans l'élaboration du projet les questions du temps (architecture alternative, architecture des éléments naturels peu consommatrice d'énergie, habitat social, innovation constructive), nous décidons de réaliser le voyage aux Etats-Unis à la rencontre de la Contre-culture nord-américaine.

<sup>59</sup> Le *Whole Earth Catalogue* a été édité entre 1968 et 1985 et se présente comme un catalogue régulièrement mis à jour de réponses alternatives aux questions de société de l'époque, principalement de nature environnementale. Il a reçu le prix du livre de l'année aux Etats-Unis, en 1972. A partir de 1974 et jusqu'en 1985, Stewart Brand a aussi édité le non moins fameux *Co-Evolution Quarterly*, revue trimestrielle constituant une tribune de la Contre-culture américaine et témoignant aussi de réponses alternatives aux problèmes soulevés par l'époque, après la crise de l'énergie de 1973. Simultanément, Brand organisait la première « Conférence de Hackers » qui est devenu un événement annuel, nationalement télévisé. Il est aussi le fondateur du WELL (*Whole Earth 'Lectronic Link*), une téléconférence électronique basée à San Francisco qui compte désormais plus de 11000 utilisateurs actifs. Depuis 1989, Brand est membre du Bureau du *Santa Fe Institute*, un centre interdisciplinaire étudiant les sciences de la complexité. En 1996, Brand fonde la *Long Now Foundation* qui se pose en contrepoint à un esprit « *faster/cheaper* » (plus vite/meilleur marché) régi par une « courte vue » (la durée d'un mandat politique, par exemple), en lui opposant le mode de pensée « *slower/better* » (plus lentement/mieux) dans l'espoir de promouvoir une nouvelle forme de responsabilité créative à long terme (entendons ici ayant un impact sur plusieurs siècles).

<sup>60</sup> David Wright et Edward Mazria sont les auteurs de deux livres essentiels constituant des guides pour la conception des architectures bioclimatiques dont les versions françaises ont été publiées par les fondateurs des éditions Parenthèses dans les années qui ont suivi le voyage d'études aux Etats-Unis que l'on avait réalisé ensemble. Il s'agit pour David Wright de *Soleil, nature architecture* et pour Edward Mazria du *Guide de l'énergie solaire*.

<sup>61</sup> Ce magazine entièrement dévolu à la valorisation et promotion de l'architecture de terre crue aux Etats-Unis a été considéré comme la référence du genre depuis sa fondation. Il est actuellement diffusé sous le nouveau titre de *Adobe builder* et a élargi son intérêt à l'ensemble des techniques de construction en terre utilisées aux Etats-Unis, soit la brique crue (*adobe*), le pisé (*rammed earth*) et le bloc de terre comprimée (*compressed earth block*). Joe Tibbets a été particulièrement actif dans les années 1980 pour soutenir la publication de *Uniform Building Codes* sur la construction en terre (normes). Nous avons écrit un article pour la revue *Adobe Today's* (n° 39 de mars-avril 1983) intitulé *Earth architecture in France : history, localization and prospects*.

- L'écart économique qui se creuse dramatiquement entre une planète du « nord » et une planète du « sud », celle des « pvd » (pays en voie de développement), avec l'évidence d'un cortège de maux graves : exodes ruraux et immigration massive vers des périphéries urbaines en croissance exponentielle de plus en plus ingérables, perte d'accessibilité au logement pour des populations de moins en moins « solvables » et « bidonvilisation », misère et précarisation accrues, exclusion sociale et violences potentiellement endémiques. Recherche d'alternatives par la valorisation d'un secteur « informel » (vs/ « formel ») de la production de l'habitat en auto-production (matériaux) et auto-construction s'appuyant sur la facilitation de l'emploi des ressources locales pour un développement « endogène » et « aut centré ».
- La tendance à une globalisation de la réponse constructive, architecturale et urbaine, à l'échelle planétaire, de continents à continents, conséquente à un transfert de concepts, de modèles et de technologies, qui risque d'induire une réduction de la techno-diversité culturelle par éradication des cultures constructives, architecturales et urbaines, aux échelles continentales, régionales et locales. La menace exercée sur l'héritage des cultures vernaculaires qui mobilise de plus en plus nombreux chercheurs de par le monde engageant un vaste travail d'étude et d'inventaire. L'inspiration dynamique de ces cultures vernaculaires qui apparaissent de nouveau actualisables, adaptables aux exigences modernes et appropriables pour apporter d'autres réponses à l'habitat - à la fois quantitatives et qualitatives - mieux situées dans un large éventail de contextes culturels, économiques et sociaux.

Le positionnement sur les problématiques est clair. La posture de recherche suscitée par l'ampleur des constats et des défis à relever se veut humble mais active. CRATerre décide de travailler sur l'emploi des matériaux locaux accessibles, les systèmes de construction simples, économiques, peu consommateurs d'énergie et facilement appropriables par les usagers (CRATerre, Doat et al. 1979)<sup>62</sup>. La découverte, dans la région Rhône-Alpes, d'une culture constructive vernaculaire exploitant la terre locale sous forme de béton maigre, le « pisé », délimite le champ de recherche de l'équipe. La sensibilité des membres de CRATerre va permettre de définir une posture de recherche qui associera :

- la recherche architecturale sur l'objet « architecture de terre » et sur les cultures constructives exploitant le matériau terre en des modes divers, de l'échelle locale à l'échelle planétaire. Se saisir de cet objet de connaissance, le cerner et le définir comme tel et viser la production d'un corpus de savoirs sur les cultures et les patrimoines architecturaux. Contribuer à une meilleure reconnaissance de la valeur architecturale des architectures de terre au prisme de la recherche historique (trajectoire et apports des cultures et civilisations) mais aussi de l'analyse de leur « intelligence » constructive et architecturale, de leur grande capacité de réponse à une large diversité d'environnements physiques, économiques et culturels.
- La recherche fondamentale sur le matériau terre en visant l'établissement des savoirs scientifiques sur les propriétés et les performances du matériau, appréhendé en soi et dans

---

<sup>62</sup> Citons pour mémoire : « Pour nous, bâtir en terre signifie : procurer aux populations défavorisées les moyens d'améliorer leur habitat, et aussi permettre que par le biais de ce matériau de construction très particulier, s'établissent des rapports différents, donnant à l'usager le contrôle de son cadre de vie. », in **Doat et al. 1979** : DOAT, Patrice, HAYS, Alain, HOUBEN, Hugo, MATUK, Sylvia, VITOUX, François – *Construire en Terre*, éd. alternatives, collection AnArchitecture, Paris, France, 1979, 288 p., p.8.

son emploi en construction. L'objectif vise une contribution à l'établissement d'une science du matériau terre dont le périmètre n'est pas alors défini ou appréhendé de façon très fragmentaire.

- La recherche technologique sur les modes de production des matériaux, les techniques de mise en œuvre et les modes de construction, en visant la réactivation ou l'installation des filières terre locales, dans une approche technique, sociale et économique, en visant la constitution d'un corpus de savoirs à même d'établir une base de référence pour des pratiques constructives traditionnelles à préserver, conserver, valoriser, améliorer, actualiser, et pour d'autres pratiques architecturales innovantes, notamment en matière d'habitat et d'équipement des populations défavorisées. Une posture se situant à l'interface de la culture (patrimoine) et du développement.

#### **1.4. : 1980-1981 : les premières expérimentations et activités consolidant le positionnement**

##### ***Projet de Centre de documentation et d'application d'énergies solaires du Castellet (Var) : premier bâtiment solaire en terre réalisé en France.***

Au cours de l'année 1979, alors que je prépare mon diplôme d'architecte sur l'histoire et l'actualité de la construction en terre, membre d'une association dénommée « à-venir » qui m'associe aux camarades de promotion avec lesquels j'ai réalisé le voyage d'études aux États-Unis en 1976 et qui viennent de créer tout récemment en 1978 les éditions Parenthèses, je suis sollicité par « l'Association pour la Protection des Sites de la Région de Bandol<sup>63</sup> » pour concevoir un projet de « Centre de documentation et d'application d'énergies solaires » que ce maître d'ouvrage prévoit de réaliser sur la commune du Castellet, dans le Var.

A l'origine de ce projet prévaut l'idée de la réalisation d'un bâtiment qui soit démonstratif des diverses formes d'utilisation de l'énergie solaire, des matériaux et des techniques concourant à la promotion et à la diffusion d'un habitat à bas profil énergétique. Selon l'intention du maître d'ouvrage, ce projet devra contribuer à retenir l'intérêt des professionnels de l'industrie et du bâtiment, et celui de futurs bâtisseurs, pour l'utilisation de l'énergie solaire. Il fonctionnera comme un centre de documentation, de travail et de rencontre entre professionnels et le public.

Loin d'entretenir une dichotomie entre une approche passive et une approche active de l'énergie solaire appliquée à l'habitat, je conçois ce bâtiment de manière à ce qu'il puisse être démonstratif d'une solution de fonctionnement solaire mixte où la conception bioclimatique et la conception technologique (hélio-ingénierie) élaborent conjointement une réalisation performante, tant du point de vue de la gestion des échanges thermiques entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment, que du point de vue de l'adaptation à l'environnement local. Ainsi, l'architecture que je propose s'efforce d'intégrer un ensemble de contraintes inscrites sur une registre assez large : climat, site, environnement bâti, esthétique, gestion énergétique optimale, coût énergétique de l'opération, innovation technologique.

---

<sup>63</sup> Cette association a été fondée par un industriel retraité, M. André Gallibert.

Le terrain est plat, sa géométrie est linéaire selon un axe est-ouest, il est largement ouvert au bénéfice du rayonnement solaire plein sud. Aucun masque solaire environnant ne vient limiter cet apport d'énergie solaire. Le programme prévoit 155 m<sup>2</sup> habitables avec 75 m<sup>2</sup> affectés à un espace public de documentation, d'information, d'exposition et de rencontres-débats, et 80 m<sup>2</sup> affectés à divers espaces de travail, d'information (archives), de commodités sanitaires et un local technique recevant des équipements du fonctionnement thermique (eau chaude sanitaire, pompe à chaleur et pompe de circulation des fluides).

La conception du projet privilégie le gain énergétique solaire direct plein sud en s'efforçant de contrôler l'influence des vents violents et froids venant du nord (Mistral). Ainsi, le bâtiment adopte une forme générale trapèze, sa grande base étant normale et tournée au sud pour un captage énergétique optimal ; sa petite base est orientée au nord et décrit, en association aux petits côtés du trapèze une forme en éperon. Un talutage de la façade nord sera réalisé avec l'utilisation des terres de décaissement des fouilles en pleine masse et exploitera le dénivelé nord du terrain naturel pour réduire les surfaces d'échanges thermiques au nord. Ainsi, la volumétrie du bâtiment décrit un aérodynamisme des formes exposées au nord (aplatissement et encaissement dans le terrain), et une large ouverture au sud. Les formes rampantes des toitures adoptent l'esthétique locale de l'architecture méditerranéenne et sont aussi utilisées pour accélérer la thermocirculation naturelle des apports énergétiques solaires. Ce parti architectural met en évidence une esthétique solaire qui tient compte du cahier des charges d'intégration des bâtiments construits sur la commune du Castellet, une affirmation de ce parti esthétique étant donné par une cheminée solaire se trouvant sur le volume haut afin de désigner clairement le fonctionnement thermique du bâtiment. Cette cheminée solaire est l'expression d'un compromis entre l'efficacité du captage et de l'accumulation énergétique (ouverture au sud et stratification de la chaleur), et l'aérodynamisme (forme arrondie au nord, canalisation des vents).

Le projet propose pour la première fois, en France, une architecture bioclimatique en blocs de terre comprimée (BTC), matériau qui associe de bonnes qualités thermiques et caractéristiques mécaniques. Le bâtiment exploite l'effet de serre selon diverses dispositions des éléments architecturaux mis en œuvre. Les apports énergétiques directs sont stockés dans la masse thermique réalisée par l'enveloppe des murs en BTC et par les sols en terre comprimée (pavés hyper comprimés), les apports différés étant restitués par une masse de captage modulaire en salle polyvalente (fûts d'eau et voiles massifs de terre comprimée), et par des murs Trombe en espaces de bureaux. La diversité des systèmes de captage est étudiée en fonction du type d'occupation et de fonctionnement des espaces : l'apport direct et l'apport déphasé rapide convenant aux espaces publics dont l'usage est essentiellement diurne, l'apport direct et l'apport déphasé lent convenant davantage aux espaces de travail pouvant être occupés de façon diurne et nocturne. Le déphasage lent de l'enveloppe générale du bâtiment assure une régulation des échanges thermiques et concourt à maintenir un équilibre thermique entre le jour et la nuit. Le traitement des espaces habitables en volumes rampants favorise une accélération de la thermocirculation naturelle des apports solaires, ceci afin de faciliter une stratification volontaire de la chaleur en partie haute qui sera redistribuée mécaniquement comme énergie d'appoint en hiver – par un groupe de ventilation mécanique contrôlée et de pompe à chaleur air air - ou bien évacuée par convection naturelle en été, voire en demi-saison, par la cheminée solaire et par des impostes hautes dans les vitrages. La climatisation estivale est basée sur une optimisation de la ventilation naturelle, un système d'allèges et d'impostes ouvrantes dans les vitrages sud assurant l'évacuation directe des surchauffes venant de la façade exposée, une ventilation transversale par apport d'air frais en

ventilation basse des façades ouest et nord (puits canadien nord-ouest et prise d'air nord-est) permettant une thermocirculation de l'air chaud et son évacuation accélérée en saison chaude par la cheminée solaire. Bien sûr, le contrôle de la climatisation tant hivernale qu'estivale fait intervenir la manipulation d'occultations extérieures isolantes, ouverture diurne et fermeture nocturne en saison froide, fermeture diurne et ouverture nocturne en saison chaude.

Au plan expérimental, le projet prévoit également de tester en option un système de plancher chauffant de base pour la salle polyvalente, alimenté par une installation de capteurs à eau fonctionnant en thermosiphon, installés sur le terrain extérieur. L'utilisation du système peut être contrôlée à souhait en chauffage de base ou d'appoint, par thermostat d'ambiance. L'eau chaude sanitaire est également produite par des capteurs plans. On prévoit aussi un système de contrôle électrique des occultations et des isolations extérieures à partir d'un système alimenté par photopiles.

N'étant pas encore architecte patenté, je partage la maîtrise d'œuvre de ce projet avec un architecte de Vitrolles, Régis Pierrot, et la mise au point du projet thermique est pensée avec le Centre d'études et de réalisations pour les énergies renouvelables (CERER), un bureau d'études d'Aix-en-Provence, dirigé par l'ingénieur Thierry Cabirol qui est alors l'un des promoteur des énergies alternatives, en France. La réalisation du chantier se fera au cours de l'année 1980 et la fabrication des blocs de terre comprimée bénéficiera d'une expertise apportée par Patrice Doat de CRA Terre. Le bilan thermique de ce projet bioclimatique, dans les années qui ont suivi, s'est avéré très bon avec l'apport d'une base thermique solaire variant entre 13 et 15° C (sans la base thermique en sol de la salle polyvalente).

On voit aussi que ce projet, qui est alors vraiment novateur dans le contexte français en associant le matériau terre à une conception architecturale et énergétique solaire, constitue une synthèse des enseignements tirés de mes observations portées sur l'architecture solaire en adobe du Nouveau Mexique. Il réalise une synthèse française à partir de références prises dans le corpus des architectures bioclimatiques nord américaines, dont celles des architectes David Wright, Edward Mazria ou Steve Baer, de l'ingénieur Douglas Balcomb, qui furent les grands pionniers du développement de ce mouvement de l'architecture bioclimatique, mouvement alternatif de la Contre-culture Américaine ayant soulevé de nouvelles questions de société et constituant alors un tropisme exemplaire pour la jeune génération d'architectes à laquelle j'appartenais. Avec quelques uns qui fondaient en cette fin des années 1970 et au début des années 1980 des maisons d'éditions ou des équipes de recherche valorisant l'architecture alternative<sup>64</sup>, nous avons alors 25 ans d'avance sur le déploiement d'une véritable mobilisation de société<sup>65</sup> qui semble se refaire jour face à d'autres alertes plus préoccupantes.

### ***Participation à l'exposition « Des architectures de terre » du CCI/Centre Georges Pompidou***

Au cours de l'année 1980, l'architecte et urbaniste Jean Dethier, qui est commissaire des expositions d'architecture au Centre de Création Industrielle (CCI) du Centre Georges

---

<sup>64</sup> On pense ici aux Editions Alternatives et Parallèles qui publiait notamment le *Construire en terre* de CRA Terre en 1979, aux éditions Parenthèses que l'on a déjà citées, au groupe de recherche Ambiances Bio Climatiques (ABC), de l'école nationale supérieure d'architecture de Marseille et à d'autres équipes de l'école d'architecture de Toulouse.

<sup>65</sup> Voir à cet égard **Hulot et al 2006** : HULOT, Nicolas et les membres du Comité de veille écologique – *Pour un pacte écologique*, éditions Calmann-lévy, Paris, 2006, 282 p.



Pompidou, Paris, prépare une grande exposition intitulée *Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire*. CRATerre est sollicité pour apporter ses conseils scientifiques. Cette exposition se situe pleinement dans le débat de société de l'époque. Elle est construite autour des enjeux suivants :

*« Attirer l'attention du public et des professionnels, mobiliser celle des décideurs et des acteurs qui interviennent dans la filière du bâtiment : les informer sur les atouts et les enjeux actuels de la construction en terre crue dans les pays nantis mais surtout dans ceux démunis. Ces données ont longtemps été méconnues ou occultées, falsifiées ou tronquées. En connaissance de cause il convient de réagir contre cette forme particulièrement vicieuse d'intolérance. Désormais il faut savoir aborder ce débat de société avec sérénité. La question centrale (...) est simple mais cruciale : Quelles technologies pour quelle société ? (...) Eclairer l'histoire, l'actualité et l'avenir. Une mise en perspective historique apparaît comme un indispensable préalable pour comprendre la nature et la portée de cet héritage. Il s'agit d'abord de saisir la leçon que nous révèle l'histoire ancienne de ces pratiques universelles. Leçon que les beaux esprits qui ont prôné la « modernité à tout prix » n'ont guère daigné prendre en compte. Mais la crise économique mondiale nous contraint tous désormais à plus de modestie et de réalisme pour affronter quelques fléaux majeurs de la fin du 20<sup>ème</sup> siècle, en occident et principalement dans le Tiers-Monde. Dans ces derniers pays la crise de l'habitat a atteint des proportions tellement vertigineuses qu'elle constitue un réel défi pour toute l'humanité. Il est désormais reconnu qu'il ne pourra être gagné qu'en déployant des stratégies alternatives visant à faire le meilleur usage des ressources locales.<sup>66</sup> »*

Cette remarquable exposition s'est déployée sur un programme qui aura duré une dizaine d'années, avec une première période de gestion du Centre Georges Pompidou, puis du CRATerre, sous contrat avec le CCI. Au départ, le concepteur de l'exposition entendait déployer une stratégie culturelle de caractère expérimental qui était associée à une nouvelle étape importante de développement des activités et de l'éthique du Centre Georges Pompidou. Comme le souligne Jean Dethier, *« le thème du projet lui-même était choisi et ciblé au carrefour de multiples disciplines conformément à la volonté du Centre : architecture et technologie étaient resituées ici par rapport à leurs enjeux politiques, économiques et socioculturels, aussi bien dans les pays industrialisés que dans ceux en voie de développement<sup>67</sup>. »* Le Centre Pompidou, en traitant la question de l'exposition de façon équilibrée entre les régions du nord et celles du sud, manifestait son ouverture vers les cultures extra occidentales et plus spécifiquement vers celles des pays en voie de développement. L'exposition voulait contribuer à la recherche de réponses alternatives pour la crise de l'habitat économique dans ces régions et valorisait clairement le potentiel de la construction moderne en terre crue, à cet égard. Elle abordait un grand débat d'actualité, se confrontait à des problèmes réels de société et entendait apporter des éléments de réponse précis. La force de cette exposition aura été d'associer la séduction d'un panorama mondial des diverses expressions culturelles des architectures de terre avec leur modernisation. Cette exposition véritablement militante *« cherchait à convaincre de la nécessité de prolonger et rationaliser une tradition<sup>68</sup> »*. Elle « réhabilitait » les architectures de terre, leur valeur historique et culturelle. Conçue dès le départ pour une itinérance internationale, accompagnée d'un *porta folio* de 80 planches photographiques au format A3 (21,7cm x 42 cm) constituant

---

<sup>66</sup> In catalogue de l'exposition, *Architectures de terre ; ou l'avenir d'une tradition millénaire ; Europe, Tiers monde, Etats-Unis*, sous la direction de Jean Dethier, éditions du Centre Georges Pompidou, Paris, 1981, réédition de 1986, p. 13.

<sup>67</sup> Op.cit., p. 63.

<sup>68</sup> Ibid, p. 64.

une mini exposition d'emploi plus flexible, elle aura pérégriné dans les plus grandes capitales du monde : en Allemagne, à Francfort, en Italie, à Palerme et à Rome pour l'année 1982, à Alger et à Marrakech, en 1983, à Rio de Janeiro, Sao Paulo et Recife, au Brésil, en 1984, à Caracas et à Mexico, en 1985. En deuxième phase, à la fin des années 1980, sous la gestion de CRA Terre, elle sera présentée à Lisbonne au Portugal, puis à Ryadh en Arabie Saoudite, à Delhi et Ahmedabad, en Inde, puis à Rotterdam aux Pays-Bas, pour revenir en France sur la ville nouvelle de l'Isle d'Abeau (Isère) puis aux Salines d'Arc-et-Senans. Le livre catalogue de cette exposition a été traduit en anglais, en espagnol, en portugais avec des versions réduites en d'autres langues. Il demeure encore à ce jour le *best seller* des éditions du Centre Georges Pompidou avec plusieurs milliers d'exemplaires vendus dans le monde. C'est une véritable épopée culturelle à laquelle il faut ajouter l'itinérance de la mini exposition qui, à chacune des étapes de présentation (on en compte plus d'une centaine), aura contribué à générer un débat local et national, à susciter par la suite le développement d'événements culturels (autres expositions) et scientifiques nationaux (colloques, conférences), à favoriser l'investissement en enseignement et en recherche dans les universités. Mais plus encore à devenir un véritable « manifeste culturel vivant » en suscitant la réalisation de projets pilotes comme ce fut le cas avec les 65 logements du *Domaine de la Terre* de Villefontaine<sup>69</sup>, ou encore les logements pilotes en blocs de terre et en pisé réalisés à Marrakech au Maroc, au cours des années 1983-87.

En prenant aujourd'hui, plus de vingt années après le début de ce programme culturel, la mesure de ce qu'a instruit cette exposition dans sa trajectoire, force est-on de constater, avec le foisonnement actuel des initiatives en faveur du renouveau des architectures de terre dans les pays européens et plus largement dans le monde industrialisés comme dans les régions en développement, qu'une stratégie culturelle peut effectivement être un fantastique outil au service du développement associé à une véritable relance d'activités d'ampleur sociale, culturelle, économique et scientifique. Ayant eu le privilège d'accompagner la présentation de cette exposition, et de sa mini exposition dérivée, durant toutes les années du programme, proposant conférences et animant des débats, on voulait dire ici combien elle aura contribué, personnellement – mais aussi pour le laboratoire CRA Terre - à consolider l'investissement en recherche scientifique et architecturale, en recherche appliquée sur de multiples projets situés, en enseignement supérieur et en formation professionnelle, autant d'activités qui sont à créditer à notre parcours que l'on synthétise dans ce document. Mais elle aura surtout pleinement répondu à son objectif initial « *d'attirer l'attention du public et des professionnels, de mobiliser celle des décideurs et des acteurs qui interviennent dans la filière du bâtiment (...) sur les atouts et les enjeux actuels de la construction en terre crue dans les pays nantis mais surtout dans ceux démunis.* »<sup>70</sup>

---

<sup>69</sup> Cette réalisation allait être portée au rang d'opération exemplaire dans le cadre de l'Année Internationale du Logement et des Sans-abri, qui s'est déroulée en 1987 sous l'égide des Nations Unies.

<sup>70</sup> Op. cit., p. 13.

## 2 – 1982 : Les voies de la recherche terre (Plan Construction & Habitat)

En 1982, le Plan Construction, organisme ministériel français de soutien à la recherche dans les domaines de la construction, l'architecture et l'urbanisme, confiait au CRA Terre une recherche exploratoire visant à dresser l'état de l'art de construire en terre et à définir les voies de la recherche à développer pour les prochaines années. Cette recherche bénéficiait d'un contexte favorable qu'avaient largement contribué à promouvoir l'exposition « Des architectures de terre », présentée à partir de janvier 1981, et l'engagement de l'opération des 65 logements de type HLM du *Domaine de la Terre* sur la commune de Villefontaine dans la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau, également appuyée par le Plan Construction<sup>71</sup>.

Ces *Voies de la Recherche Terre*<sup>72</sup>, en collaborant avec un réseau de recherche connu du CRA Terre, ont exploré l'état de l'art de construire en terre à la dimension internationale<sup>73</sup> en collectant, dépouillant et analysant un important fonds documentaire. Ainsi, plus de 1000 documents ont été passés en revue et chaque information relevant d'un sujet particulier a été consignée séparément. Ces informations classées par sujets distincts ou relevant de centres d'intérêt similaires ont été résumées dans des fiches d'identification de l'état de construire en terre. 440 fiches ont été rédigées qui ont été classées en 9 chapitres et leurs sous-titres. Ce sont les chapitres suivants :

- Chap. 1 : L'utilisation de la terre.
- Chap. 2 : La terre pour construire.
- Chap. 3 : Le matériau de construction en terre.
- Chap. 4 : La production.
- Chap. 5 : La stabilisation.
- Chap. 6 : La protection de surface.
- Chap. 7 : Les éléments de construction.
- Chap. 8 : L'architecture de terre.
- Chap. 9 : La formation.

A partir des fiches d'identification de l'état de construire en terre, le rapport développait conjointement, pour les 9 chapitres distincts, l'état actualisé de la construction en terre, d'une part, et les voies de la recherche pressenties, d'autres part. Tel qu'il a été conçu, ce fichier à double entrée permet une veille et une mise à jour permanente de l'information sur l'évolution de la construction en terre et sur les développements des recherches.

Cette recherche constitue encore, à ce jour, la seule tentative d'approche globale et la plus exhaustive possible du champ de recherche appréhendé et a permis de dégager 70 sujets

---

<sup>71</sup> Le cahier des spécifications techniques du projet du Domaine de la Terre intitulé *Recommandations pour la conception du Village Terre de l'Isle d'Abeau*, sous contrat avec le Plan Construction, a été élaboré par le CRA Terre et j'ai moi-même assuré le suivi technique de la réalisation du chantier de ce projet entre 1983 et 1985, mission d'assistance à la maîtrise d'ouvrage (OPAC 38) et aux maîtres d'œuvre confiée au CRA Terre par le Plan Construction.

<sup>72</sup> **Houben Guillaud et al. 1983** : HOUBEN, Hugo, GUILLAUD, Hubert, DAYRE, Michel, DOAT, Patrice, AGRA-CRA Terre, - *Recherche Terre, Recherche Exploratoire sur le Matériau Terre, Volume 1, Les Voies de la Recherche*, 198 p., Volume 2, *L'Etat de l'Art de Construire*, 453 p., Plan Construction, Janvier 1983.

<sup>73</sup> Dans le cadre des développements de cette recherche, une mission d'étude de la filière terre nord-américaine m'a été confiée par le CRA Terre. J'ai donc réalisé un deuxième voyage aux Etats-Unis en 1982 allant visiter dans l'ensemble des Etats du Grand Sud-ouest (Nouveau Mexique, Arizona, Colorado, Californie) les unités de production des matériaux de construction en terre, les nombreux projets d'architecture contemporaine en adobe participant de la tendance du bioclimatisme, rencontrant également de nombreux architectes et entrepreneurs portés par ce mouvement des *solaradobes*.

---

de recherche à développer<sup>74</sup> - avec des priorités diverses (absolue, très forte, forte, moyenne et faible) - qui sont rassemblés dans trois grands thèmes couvrant trois groupes d'actions de recherche assez classiquement programmés :

- **connaître** : la recherche fondamentale, avec huit sujets ;
- **appliquer** : la recherche opérationnelle, recherche expérimentation et recherche action, avec vingt-deux sujets ;
- **divulguer** : la recherche didactique et pédagogique, avec quarante sujets.

La conclusion générale qui se dégagait de cette recherche exploratoire était donc que le développement des recherches opérationnelles et pédagogiques devait primer sur la recherche fondamentale. Pour préciser un peu plus avant ce que les « Voies de la Recherche Terre » posaient comme des priorités absolue, très forte et forte, considérons brièvement, pour chacun des chapitres concernés, les thèmes suivants :

## **2.1. – Rappel des voies de la recherche terre considérées comme des priorités**

### **Voies de recherche terre en priorité absolue :**

#### **Chap. 1 – L'utilisation de la terre :**

- La création d'un Centre international de la construction en terre<sup>75</sup>.

#### **Chap. 6 – La protection de surface :**

- Perméance et perméabilité<sup>76</sup>.

#### **Chap. 7 – Les éléments de construction :**

- Toitures en terre.
- Arcs, voûtes et dômes.
- Toitures plates et inclinées<sup>77</sup>.

#### **Chap. 9 – La formation :**

- Matériel didactique<sup>78</sup>.

---

<sup>74</sup> Op. cit., Volume 1 de 2, pp. 3-5. A l'époque, ces 70 thèmes de recherche prioritaires correspondaient à un coût d'investissement situé à hauteur de 23 400 000 FF. 25 ans après cela représenterait environ 46 000 000 de FF ou un peu plus de 7 millions d'euro.

<sup>75</sup> Ibid, p. 21. Ce centre n'aurait par pour but de monopoliser la recherche ni les connaissances, mais serait au contraire un carrefour connu des échanges, jouerait certainement le rôle de locomotive de la promotion de l'emploi de la terre comme matériau de construction.

<sup>76</sup> Ibid, p. 65. Il s'agissait de mieux connaître les mécanismes de migration de vapeur ainsi que la perméabilité des enduits à la vapeur alors considérés comme peu étudiés et d'une importance capitale pour l'adhérence et la durabilité des enduits.

<sup>77</sup> Ibid, p. 72. Les toitures des maisons en terre sont indispensables à leur durabilité dans le temps. Elles sont les fameux « bons chapeaux » qui préviennent de dégradations irréversibles. Les cultures constructives du monde ont élaboré des solutions de toitures en terre qui travaillent bien en compression – ce sont les systèmes en arcs, voûtes et coupoles – dont les savoir-faire sont alors encore peu connus et mal consignés. Il n'existe par ailleurs pas de modèle de calcul mathématique pour ces types de structures (seulement des modèles graphiques). Par ailleurs, des recherches qui viseraient à améliorer les systèmes de toitures plates, en évoluant vers des solutions à poutrelles, hourdis et/ou voûtains d'éléments en terre stabilisée, paraissaient indiquées.

<sup>78</sup> Ibid, p. 83. Il apparaissait nécessaire d'accélérer et d'amplifier le processus de divulgation des connaissances et de formation des compétences professionnelles, à la fois dans l'enseignement supérieur (écoles d'architecture et d'ingénieurs) et dans la formation professionnelle (centres techniques). Pour cela, des didactiques et un matériel pédagogique spécifiques devaient être élaborés, et en plusieurs langues.

## Voies de la recherche terre en priorité très forte

### **Chap. 1 – L'utilisation de la terre :**

- Critères de choix<sup>79</sup>.

### **Chap. 2 – La terre pour construire :**

- Convenance<sup>80</sup>.

### **Chap. 3 – Le matériau de construction en terre :**

- Caractéristiques ;
- Normes et recommandations<sup>81</sup>.

### **Chap. 4 – La production :**

- Presses et unités de production.
- Optimisation du séchage.
- Etudes de faisabilité.
- Manuels de production<sup>82</sup>.

### **Chap. 5 – La stabilisation :**

- Synthèses sur la stabilisation.
- Vérification des stabilisants connus.
- Exploration des stabilisants moins connus<sup>83</sup>.

### **Chap. 6 – La protection de surface :**

- Enduits naturels.
- Badigeons et peintures.
- Accrochage et application des enduits<sup>84</sup>.

### **Chap. 7 : Les éléments de construction :**

- Manuels pratiques de construction<sup>85</sup>.

---

<sup>79</sup> Ibid, p. 19. On entendait ici la proposition d'une trame de réflexion et d'analyse, d'aide à la décision, préalable à toute nouvelle opération ; un système d'évaluation tant technique que socioéconomique méthodiquement intégré aux processus d'études de faisabilité pour la mise en place de filières terre.

<sup>80</sup> Ibid, p. 27. Il s'agissait de définir des critères de convenance, par des procédures d'analyses, de tests et d'essais, pour l'identification et la caractérisation du matériau terre en vue de son emploi en construction. L'établissement de correspondances et étalonnages entre les procédures de laboratoire et de terrain était jugé comme essentiel.

<sup>81</sup> Ibid, pp. 43-44. Cela concernait particulièrement les caractéristiques thermiques et acoustiques du matériau de façon à optimiser le confort des habitats. La préparation de normes, plutôt considérées alors comme des critères de performance « matériau » et « habitat », adaptables à des contextes différents, sans être trop rigides au point de freiner le développement d'une nouvelle architecture de terre était une forte priorité.

<sup>82</sup> Ibid, pp. 48-54 et p. 57. Ces thèmes de recherche, de nature très technique, étaient directement liés à la mise en place d'unités de production des matériaux, et notamment pour la filière blocs de terre comprimée qui avait la faveur des développeurs de projets d'habitat, mais aussi pour la technique du pisé qui était à nouveau développée, aux Etats-Unis, en Australie, pouvant servir d'exemple au contexte français. Aux aspects techniques s'ajoutaient des aspects pédagogiques liés à la formation des compétences de briquetiers

<sup>83</sup> Ibid, pp. 58-61. La stabilisation des terres pour la construction pose des problèmes très différents de ceux des travaux publics. Une recherche d'adaptation des connaissances en la matière, à partir de références dans les domaines de la mécanique des sols et du Génie Civil, apparaissait nécessaire à court terme. Il convenait aussi de développer une connaissance plus approfondie des mécanismes de réaction des principaux stabilisants que sont le ciment et la chaux. Le point devait être fait également sur l'emploi de nouveaux produits de synthèse chimique tels que polymères, résines ou acides. Mais encore sur une tradition très méconnue de l'emploi de stabilisants d'origine naturelle, par exemple de nature végétale tels que tanins, latex, cendres, huiles, fibres ou déchets agricoles tels que pailles, balles de riz, etc.

<sup>84</sup> Ibid, pp. 64-65. Les enduits artificiels aux liants classiques sont encore très souvent inaccessibles aux pays en développement. Une recherche sur les solutions d'enduits naturels à base de terre et de stabilisants locaux présentait un intérêt prioritaire à la fois pour des critères économiques mais également culturels. La tradition des badigeons et peintures « pelliculaires » (en couches minces) présente aussi un grand intérêt car d'entretien facile et peu coûteux. Enfin, l'accrochage et les techniques d'application, notamment par rapport aux questions de la perméabilité aux migrations de vapeur devraient faire l'objet d'observations scientifiques poussées.

<sup>85</sup> Ibid, pp. 66-67. Il n'existe pas de règles de l'art, ni de cahier des charges ou des spécifications techniques à l'usage des concepteurs de projets et des constructeurs en terre. Des documents techniques de référence doivent être élaborés dans une approche spécifique à la technologie terre. Ces documents doivent prendre en compte la dimension des systèmes constructifs, des partis structurels et architecturaux. Ils seraient également utiles pour des activités de formation.

**Chap. 8 – L’architecture de terre :**

- Rénovation<sup>86</sup>.

**Voies de la recherche terre en forte priorité**

**Chap. 1 – L’utilisation de la terre :**

- Patrimoine français.
- Acceptabilité.
- Annuaire des projets.
- Cadre administratif et juridique.
- Bibliographie sélective<sup>87</sup>.

**Chap. 2 – La terre pour construire :**

- Matériel d’analyse et d’essais<sup>88</sup>.

**Chap. 3 – Le matériau de construction en terre :**

- Blocs de terre comprimée<sup>89</sup>.

---

<sup>86</sup> Ibid, pp. 79-80. Les recherches sur les pathologies de l’architecture de terre, sur la connaissance approfondie des mécanismes de dégradation dus à l’humidité et des problèmes de structures, le développement des méthodes de diagnostic et d’analyse des causes des problèmes rencontrés, sont fondamentaux pour les pratiques de restauration, réhabilitation et rénovation.

<sup>87</sup> Ibid, pp. 15-22. Le patrimoine architectural en terre français, tant rural qu’urbain, est alors considéré comme l’un des plus variés, intéressants et abondants, et des mieux sauvegardés des pays européens. Il correspond à environ 15% du patrimoine bâti du territoire ; il est effectivement d’une grande variété typologique, rassemblant habitat rural, immeubles urbains, châteaux et manoirs, églises et chapelles, bâtiments industriels, et d’une grande richesse technique car réalisé en colombages et torchis, bauge, brique de terre crue et pisé, avec de nombreuses variantes locales. Son état général est bon car il est encore en grande majorité habité ou utilisé, conditions essentielles de la sauvegarde. Mais, au-delà des approches fragmentaires et des tentatives généralistes qui ont été faites, il apparaît nécessaire d’approfondir l’analyse de cet objet d’étude.

La question de l’acceptabilité du matériau terre, et pour cela de l’analyse fouillée des préjugés défavorables, des blocages de divers ordres, des arguments positifs restitués par la littérature ou par la vulgate populaire, est majeure. La relation de l’homme à la terre, à son habitat en terre, est-elle plus forte que celle établie avec d’autres matériaux et relève de la dimension patrimoniale à la fois matérielle et immatérielle. Analyser cette relation complexe c’est agir pour un renouveau raisonné au plan humain, social, économique, des architectures de terre.

La réalisation de projets d’architecture de terre fait intervenir de nombreux facteurs rapportables au contexte géographique, socioéconomique, culturel, technique, voire politique qui sont déterminants et conditionnent l’échec ou le succès de chaque projet. Il y a énormément à apprendre de l’analyse des projets qui ont été réalisés dans divers contextes au cours des dernières années. Pour cela une grille d’évaluation doit être préalablement établie prenant en compte la diversité des facteurs déterminants.

Les cadres administratifs et juridiques qui régissent la production du secteur bâtiment font obstacle à l’acceptabilité de la construction en terre et conditionnent des attitudes de méfiance des administrations et services d’urbanisme, des sociétés d’assurance, des banques, des agences immobilières et de promotion, mais également des architectes et des entreprises. La vision désuète de l’architecture de terre, l’idée de « prise de risque » souvent associée à la réalisation d’un projet, s’opposent à sa modernité qui doit offrir les garanties de faisabilité technique et économique. Des textes administratifs et juridiques spécifiques à la construction en terre doivent être élaborés au même titre que ceux qui existent pour d’autres matériaux et modes de construction. La France doit emboîter le pas à d’autres pays qui ouvrent une voie dans ce sens.

La littérature qui a été repérée couvrant le domaine de la construction et de la technologie du matériau terre représente alors au moins 3500 titres. Le patrimoine littéraire des pays industrialisés n’est pas totalement connu (pays d’Europe centrale et scandinave, Russie). Des aspects techniques spécifiques ont sans doute donné lieu à des productions qui ne sont pas repérées (construction en gazon p.e.). Les bibliographies qui existent sont rares et très fragmentaires (il en existe 2 récemment publiées aux Etats-Unis dont une avec le concours de Hugo Houben, chercheur au CRATerre). Un corpus des grandes références, thématisé et annoté, doit être établi pour le bénéfice des chercheurs comme des professionnels.

<sup>88</sup> Ibid, pp. 23-28. Les procédures d’analyse du matériau et d’essais de caractérisation sont valables mais manquent d’adaptation spécifique, sont souvent fastidieuses et lentes, parfois coûteuses. On considère alors que l’ensemble du sujet doit être revu, au plan scientifique comme des procédures techniques mais aussi pour mettre au point des méthodes d’analyse et des essais simplifiés facilitant les modes opératoires de terrain et plus accessibles aux opérateurs. Simultanément, il apparaît nécessaire de mettre au point un matériel spécifiquement adapté, pratique, fiable et si possible peu coûteux.

<sup>89</sup> Ibid, pp. 32-33. Les blocs de terre comprimée sont parmi les matériaux de construction en terre les plus répandus et utilisés dans le monde. Bien que leur apparition puisse être située à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle (avec l’invention de la créceuse, première presse à blocs de terre imaginée par François Cointeraux, 1740-1830), ce n’est qu’après la Seconde Guerre Mondiale que leur emploi a été relancé, mondialement, à partir de la Colombie (invention de la presse CINVARAM en 1956, par l’ingénieur Raúl Ramirez). Depuis, la technologie du BTC (Bloc de terre comprimée) n’a cessé de se développer, d’évoluer et se trouve

**Chap. 4 – La production :**

- Pulvérisateurs et cribleurs.
- Coffrages et dames.
- Malaxeurs.
- Etireuses.
- Fabrication de l'adobe<sup>90</sup>.

**Chap. 7 – La protection de surface :**

- Etude générale sur les enduits.
- Enduits modernes.
- Scénario de recherche<sup>91</sup>.

**Chap. 8 – Les éléments de construction :**

- Fondations et soubassements.
- Murs.
- Equipements et réseaux.
- Normes et cahiers des charges types<sup>92</sup>.

---

à l'origine d'un large catalogue de machines et équipements de production, produits (blocs en tous genres). Un catalogue complet mérite d'être établi pour cette technologie en précisant l'ensemble des caractéristiques des équipements et produits.

<sup>90</sup> Ibid, p. 45 et pp. 45-57. Du fait de l'universalité de la construction en terre et de la multiplicité des modes de production, il conviendrait que l'on procède à une étude approfondie et détaillée des outils de production du matériau terre, pour toutes les filières et à tous les stades de la chaîne de production. Cela depuis l'extraction du matériau brut jusqu'à sa mise en œuvre. Une telle étude aujourd'hui nécessaire pour dresser un état complet des connaissances pourrait avoir une grande influence sur l'optimisation des procédés de production et de mise en œuvre du matériau terre. Quel que soient les modes de production, en option manuelle ou en option mécanisée, le déroulement des modes opératoires passe plus ou moins par les mêmes stades. C'est notamment vrai pour les étapes d'extraction, de transport, de séchage préliminaire de stockage du matériau brut, pour le criblage, le dosage, le séchage et le stockage du produit final. Néanmoins, certains de ces stades de production, et plus particulièrement le malaxage et la mise en forme, demandent un matériel et des manipulations assez spécifiques. Nous poserons une distinction, pour ces deux stades intermédiaires, entre les différents états du matériau qui correspondent à divers procédés de production et techniques de mise en œuvre : la terre sèche, la terre humide, la terre plastique, la terre liquide.

<sup>91</sup> Ibid, pp. 62-65. L'inventaire du savoir-faire et une codification systématique des pratiques d'enduits sur les ouvrages en terre, tant traditionnelles qu'actuelles, alors limités à la culture du pisé et à la région du Dauphiné (autre contrat de recherche en cours avec le Plan construction intitulé *La protection du matériau terre*), doit être étendu. Il existe une mémoire culturelle des enduits sur ouvrages en terre qui risque de s'amenuiser alors qu'elle décrit des pratiques communes à de nombreuses régions du globe mais aussi une infinité de recettes d'une ingéniosité et d'une efficacité qui ne peuvent être ignorées. Les enduits modernes aux liants classiques, ciments et chaux, plâtre, avec ou sans adjuvants, sont connus mais engendrent souvent de nombreux déboires (fissurations, manque d'adhérence, cloquages). La plupart des enduits industriels sont conçus pour être appliqués sur des supports autres que les murs en terre. Leur compatibilité avec le matériau terre doit être étudiée plus systématiquement. Ainsi, le scénario de recherche qui est alors proposé consisterait à développer un programme d'essais sur les enduits traditionnels et actuels, sur des murets en terre. Un protocole de l'ensemble des paramètres à considérer (conditions physiques, économiques, conditions techniques de préparation, d'exécution, modes d'évaluation, essais spécifiques de résistance, d'adhérence, d'érosion, ...) doit être défini et appliqué par différents opérateurs de recherche en différents contextes géographiques.

<sup>92</sup> Ibid, pp. 68-69 et p. 74. Bien que les systèmes de fondations et soubassements classiques puissent être employés pour les constructions en terre, il conviendrait d'éditer des règles de conception adaptées et des codes pratiques de mise en œuvre car les murs de terre sont lourds et transmettent une descente de charge importante sur les fondations. De plus le matériau ne travaillant pas bien en traction, en flexion et au cisaillement, les fondations peuvent être sollicitées selon un mode de travail parfois complexe. Les soubassements, qui représentent « les bonnes bottes » des ouvrages en terre, sont associés à des solutions pratiques de protection des bas de murs et de drainage imaginées par les bâtisseurs avec ingéniosité, à la fois techniques, économiques et culturelles. Cette richesse des solutions du système fondations – soubassement – mur, dans le vaste monde, devrait être étudiée et mise en relation avec l'observation et l'analyse des pathologies classiques de structure et d'humidité.

Le catalogue des solutions de murs en terre propose une infinité de solutions et de modes de construction : murs simples, composites avec vides d'air, isolation. La description de ces systèmes est plus d'ordre esthétique que physico-mécanique. Quels sont les types de matériaux employés, les épaisseurs des voiles, la typologie des appareils de briques crues, quels sont les rapports courants d'élancement (rapport épaisseur/hauteur), y a-t-il des systèmes de raidissage (chaînages, contreforts) ? Autant de questions à mieux étudier. Il conviendrait aussi d'élaborer des règles de calcul des structures en terre.

L'installation d'équipements adaptés aux constructions en terre tels que tuyauteries, réseaux électriques ne pose pas de gros problèmes. Par contre l'aménagement de pièces humides (salles de bains, toilettes, cuisines, buanderies) demande une attention particulière. Il conviendrait de mieux connaître et consigner les solutions qui ont été imaginées par les bâtisseurs et établir des codes de bonne pratique.

---

**Chap. 9 – L’architecture de terre :**

- Terre et Soleil<sup>93</sup>.

**Chap. 10 – La formation :**

- Informatisation<sup>94</sup>.

**Voies de la recherche terre en priorités moyenne et faible**

On ne présente pas ici de façon aussi détaillée les thèmes de recherche retenus pour les priorités moyenne et faible, tel qu’on l’a fait pour les priorités absolue, très forte et fortes (cf. notes de bas de pages précédentes). Il nous a semblé suffisant de relever quelques axes qui ont été évalués comme relativement importants pour faire partie du corpus des 70 thèmes de recherche retenus par ces *Voies de la Recherche Terre* mais surtout nécessaire de poser un regard analytique sur la hiérarchisation des priorités de recherche qui était établie par cette recherche exploratoire.

On aura noté que les plus fortes priorités de recherche précédemment énoncées relèvent pour l’essentiel de considérations d’ordre technologique. En ce début des années 1980, il apparaissait en effet d’une importance majeure d’engager des recherches devant contribuer à l’élaboration d’un savoir pour l’établissement de bases scientifiques et techniques de référence utiles aux opérateurs d’un renouveau potentiellement engagé de la construction et des architectures en terre. Le défi à relever pour faciliter une insertion puis intégration de la perspective terre dans le système de production de l’architecture de l’époque était davantage envisagé en terme de faisabilité et viabilité technique. Aussi a-t-on pu sous estimer un autre enjeu de nature intellectuelle et culturelle, celui de la nécessaire validation d’un positionnement des architectures de terre dans la pensée théorique et dans le plus large champ disciplinaire de l’architecture ; celui de la constitution d’une science de la construction en terre pouvant légitimement revendiquer son inscription dans un périmètre disciplinaire propre. En ce sens les priorités de recherche énoncées par les *Voies de la Recherche Terre* ne semblent avoir répondu qu’à un seul aspect du défi et de l’enjeu qui étaient posés en donnant la priorité au technologique au détriment d’une recherche à déployer dans le champ culturel dont l’indispensabilité n’apparaissait pas encore clairement. Le recul d’analyse pris sur l’événement culturel que fut l’exposition *Des architectures de terre*, présentée à Paris en 1981 et commençant à peine sa longue itinérance internationale de dix années, le large impact

---

Un des handicaps majeurs qui pèsent sur la construction en terre est l’absence d’un cadre normatif, juridique et technique. Cet obstacle pourrait être levé par la publication de cahiers des charges, de spécifications techniques. Notons aussi que simultanément à la réalisation de cette recherche exploratoire sur les Voies de la Recherche Terre, le CRATerre élabore un cahier des *Recommandations pour la conception du Village Terre de L’Isle d’Abeau*. Ce document est le premier du genre en France après le retrait des textes basiques qui avaient été publiés au R.E.E.F (répertoire français des éléments de construction). avec les expérimentations sur les bétons de terre stabilisée réalisées par le Ministère de la Reconstruction et de l’Urbanisme, après la Seconde Guerre Mondiale. Aujourd’hui encore, en France, ces recommandations pour le Village Terre (1982) et le *Traité de Construction en Terre* (Houben et Guillaud, 1989), tous deux produits par CRATerre, demeurent les seules références dans le domaine pour les professionnels.

<sup>93</sup> Ibid, pp. 76-77. Au cours de la fin des années 1970 précédant cette recherche exploratoire, l’association du soleil à la terre a été le fer de lance du renouveau des architectures de terre, dans les pays industrialisés. L’expérience nord-américaine dans le domaine des architectures solaires passives mériterait d’être mieux connue en Europe. Les propriétés thermiques et les caractéristiques hygrothermiques du matériau (flux, échanges, coefficients de différente nature), le fonctionnement thermique de ces architectures et les modes de calcul d’ingénierie thermique devraient être mieux étudiés et consignés. L’approche économique de cette relation entre énergie solaire et architecture de terre n’est aussi étudiée que très sommairement.

<sup>94</sup> Ibid, p. 84. Le traitement informatique de l’ensemble des données relatives à la technologie de construction en terre offrirait une grande facilité d’accès à l’information grâce à une meilleure gestion des entrées thématiques. Ce traitement informatique faciliterait aussi un accès public à l’information. L’intérêt didactique de l’audiovisuel ne doit pas non plus être négligé. Il est plus que souhaitable que les nouvelles techniques de l’information et de la communication soient mises au service de la formation sur la construction en terre.

---



sociétal qu'aurait cette exposition et les activités dérivées qu'elle susciterait, ne pouvait en effet pas être encore mesuré. Pourtant, et peut-être encore inconsciemment, la force d'impact du fait culturel et social sur le fait scientifique et technique, l'engagement précédemment évoqué des recherches sur le Cours de Construction à l'UPAG, le cheminement qui s'opérait déjà vers la reconnaissance du concept de culture constructive, entamaient leur œuvre. C'est ainsi que dans les priorités moyennes et faibles, les *Voies de la Recherche Terre*, tout en énonçant des directions scientifiques et techniques complétant celles présentées en amont, légitiment une place aux priorités de recherche et d'action de dimension théorique, culturelle et sociale<sup>95</sup>. On relèvera particulièrement ici :

***Préparer un atlas mondial des architectures de terre :***

- A partir des données d'inventaire des patrimoines architecturaux en terre existant sur le terrain mondial, bien qu'elles doivent être encore largement complétées pour beaucoup de régions non ou insuffisamment couvertes, il est possible d'engager un travail de rassemblement de la documentation et de l'information, écrite et iconographique. Cela permettrait de produire un premier atlas mondial des architectures de terre qui donnerait une plus juste mesure universelle, quantitative et qualitative, du champ et des objets étudiés. Une telle entreprise pourrait être confiée à un corpus international de chercheurs et devrait rester ouverte de façon à accueillir les résultats de recherches en pleine évolution<sup>96</sup>.

***La nécessité de faire le point sur qui est qui et qui fait quoi ? :***

- On constate qu'il existe dans le monde entier une foule de groupes de recherches, d'associations, d'institutions ou même de chercheurs isolés, voire anonymes, qui oeuvrent soit officiellement, soit dans l'ombre, dans le domaine de la construction et des architectures en terre. Un réseau de relations commence à prendre forme entre ces diverses entités et personnes par le biais de colloques et conférences internationales, régionales et nationales, et sous l'impulsion de l'exposition *Des architectures de terre*. Ce réseau d'échanges ponctuels reste encore informel. Pour le formaliser et le rendre plus efficace, il conviendrait de réaliser un inventaire plus précis de qui est qui et qui fait quoi ? Cela pour gagner du temps, réduire les duplications d'efforts de recherche, faciliter l'accès à l'information et mieux la distribuer.

***L'importance à accorder au déploiement d'actions grand public :***

- Il conviendrait de diversifier les formes de traitement didactique de l'information (bandes dessinées, expositions, vidéos et films, festivals et journées portes ouvertes, colloques,...) sur la technologie du matériau terre et sur les architectures de terre traditionnelles et actuelles, notamment en direction du grand public et sous divers horizons culturels. Des actions doivent être aussi dirigées vers les milieux scolaires pour préparer les générations futures à l'acquisition d'un socle de connaissances scientifiques, techniques et culturelles, et garantir une claire compréhension des défis et enjeux déployés autour du renouveau des architectures de terre, enjeux de développement local, de préservation de la diversité culturelle, de réponse alternative au besoin d'habitat accessible au plus grand nombre. C'est en effet au sein de cette population cible que sont déjà situés les futurs techniciens

---

<sup>95</sup> L'investissement dans les directions culturelles et sociales s'est opéré en décalage et la constitution nécessaire du socle scientifique et technique a certainement contribué à un recentrage des problématiques, des questionnements et des hypothèses de recherche sur le fait culturel et social, autorisant plus favorablement leur engagement et développement à partir du milieu des années 1990.

<sup>96</sup> Ibid, p. 14.

de la construction, les futurs maîtres d'ouvrages et décideurs, financeurs, assureurs qui, en connaissance de cause, pourront accorder l'intérêt qu'il se doit au potentiel d'utilisation des ressources en matériau terre pour l'habitat et les établissements humains, et à la question de la préservation des patrimoines architecturaux, deux problématiques centrales dans le champ des architectures de terre<sup>97</sup>.

***L'écriture d'un récit historique autour des architectures de terre :***

- En ce début des années 1980, l'histoire de la construction et des architectures en terre est encore assez mal connue car inexistante en tant que récit spécifique intégré au domaine de l'histoire de l'architecture qui ne lui a accordé que peu d'intérêt jusqu'alors<sup>98</sup>, à l'exception des recherches archéologiques auxquelles elle est sans cesse confrontée dans les multiples évidences physiques des sites fouillés. Quelques rares historiens se sont intéressés à l'histoire de l'habitat humain, pour les époques médiévales, et fournissent des témoignages de grande qualité sur l'histoire du bâti en terre crue. D'autres recherches anthropologiques fournissent aussi des éléments de lecture pouvant être utiles pour l'écriture d'un récit historique prenant en compte la dimension spécifique des cultures constructives et architecturales en terre du monde. Il paraît nécessaire d'opérer une première tentative de rassemblement d'une information de caractère historique accompagnée d'une vaste documentation iconographique (photographies, rapports de fouilles archéologiques, études diverses des patrimoines bâtis vernaculaires), afin de réduire la fragmentation et l'essaimage des données utiles à une première écriture d'un récit historique des architectures de terre. Un tel projet peut paraître démesurée mais doit être engagé, quitte à être généraliste et à se contraindre dans les limites d'une vulgarisation, afin de redonner toute la place qu'elle mérite au matériau terre et aux architectures de terre dans l'histoire de l'habitat et des établissements humains.

***L'édition d'un vocabulaire et d'un glossaire des architectures de terre :***

- Les ressources documentaires particulièrement intéressantes dans la littérature spécialisée accessible sur l'art de bâtir en terre sont pour la grande majorité d'entre elles publiées en langues autres que le français, soit l'anglo-américain, l'espagnol et l'allemand. Une traduction systématique des documents les plus intéressants, nécessaire pour l'acquisition d'un savoir en langue française, peut être envisagée mais supposerait d'énormes investissements pour l'édition et la diffusion. Par ailleurs, une terminologie propre à la construction et à l'architecture en terre, multilingue, qui permettrait d'adopter un langage

---

<sup>97</sup> Ibid, p. 125. Notons que le développement significatif des actions d'information et de communication vers le grand public et les milieux scolaires, bien qu'engagé avec l'exposition *Des architectures de terre* du Centre Georges Pompidou, en 1981, s'est affirmé avec les années 1990. En Amérique latine une initiative similaire à celle prise par la France a été déployée à partir de 1994 avec une exposition en langue espagnole intitulée *Habiterra ; Arquitecturas de tierra en Iberoamérica*, conçue sous la coordination du *Centro del Barro* (Centre de la terre, Graciela Viñuales et al.) de Buenos Aires, Argentine. Ce programme culturel sud américain suscitera l'émergence du réseau continental PROTierra à l'origine du déploiement de nombreuses activités scientifiques, pédagogiques et culturelles. Pour ce qui est plus précisément des activités de sensibilisation dirigées vers les milieux scolaires, notons que le Festival « Grains d'Isère » organisé depuis l'année 2001 par CRATerre aux Grands Ateliers de Villefontaine constitue un modèle stratégique d'action de communication qui a été récemment repris par d'autres institutions, en Amérique latine (en Colombie, au Mexique, en Argentine, notamment).

<sup>98</sup> Ibid, pp. 13-14. En effet, la lecture des documents traitant de l'histoire de l'architecture ne restitue que très peu d'information sur la place et l'importance du matériau terre dans l'élaboration de l'habitat et des établissements humains au cours de l'histoire. Beaucoup de confusion terminologique sur la désignation des matériaux et des techniques de construction en terre a longtemps perduré dans l'écriture historique désignant souvent par le terme « pisé » tout ce qui relève de la construction en terre, sans distinction de genres. Le matériau terre mis au jour par les fouilles restituées des évidences physiques complexes à analyser et interpréter dans toutes les dimensions de l'architecture (matériau, structure, espace et forme), cela ayant amené les historiens de l'architecture à privilégier les réalisations en pierres, briques ou bois dont les traces plus élaborées et mieux restituées offrent une meilleure lecture et analyse de leurs valeurs et signification culturelles.

commun pour désigner un ensemble de matériaux, de modes de mise en œuvre et de techniques, d'outils, de systèmes constructifs, de détails architecturaux, serait très utile afin d'aider les lecteurs désireux de parcourir un plus vaste ensemble documentaire dans la littérature internationale. Dans un premier temps, sans envisager la réalisation d'un dictionnaire qui répond à des codifications sémantiques complexes, la production d'un glossaire alphabétique des principaux termes de la construction et de l'architecture de terre paraît indiquée. Une illustration serait aussi la bienvenue<sup>99</sup>.

***La réédition de grands classiques :***

- Parmi les ouvrages écrits traitant de la construction en terre, aujourd'hui épuisés, difficiles à consulter, les plus remarquables mériteraient d'être réédités et éventuellement traduits en d'autres langues. La réédition de grands classiques difficilement trouvables, en *fac-simile*, à partir d'originaux ou de microfilms disponibles en diverses bibliothèques et archives a commencé de se mettre en pratique dans quelques pays (Etats-Unis, Allemagne) et semble remporter un succès non négligeable. Elle peut être envisagée pour d'autres ouvrages et en d'autres pays et langues<sup>100</sup>.

***2.2. - Sujets de recherche pressentis en 1982 par Les Voies de la Recherche Terre qui ont constitué mes centres d'intérêt au cours des années suivantes et jusqu'à ce jour.***

Considérant à nouveau les 9 chapitres qui structurent les *Voies de la Recherche Terre*, je précise ci après les sujets de recherche pressentis comme prioritaires que j'ai plus particulièrement investis au sein du programme collectif d'activités de recherche développé par le CRA Terre. Ce sont ces sujets qui ont mobilisé mes efforts de chercheur, personnels ou partagés par le laboratoire, au cours de ces vingt-cinq dernières années. C'est à partir des résultats de ces recherches, publiées et aussi valorisées par des recherches action - notamment à la dimension internationale en coopération avec des partenariats scientifiques et dans le cadre de nombreux projets situés successifs - comme par des retombées directes sur l'enseignement, que je construis cette synthèse de mon projet scientifique d'Habilitation à Diriger les Recherches en évaluant mes apports aux connaissances dans le champ de la construction et des architectures en terre. C'est aussi à partir de l'analyse de ce parcours recherche que je propose les grandes directions d'une projection pour les prochaines années. Reprenons ces neuf chapitres des *Voies de la Recherche Terre* et les thèmes qui ont plus précisément retenu mon attention.

---

<sup>99</sup> Cette initiative a été prise par le Projet GAIA (1989-1996) de préservation des patrimoines architecturaux en terre qui est piloté par le CRA Terre et l'ICCROM. Une première version contenant la traduction de 500 termes en français, anglais, allemand, espagnol italien et russe a été finalisée et coordonnée en final par l'Université allemandes de Weimar qui le diffuse à partir du site du réseau allemand *Dachverband Lehm*. Une nouvelle initiative vient d'être lancée par le Portugal à l'initiative du *Centro da terra* et de l'*Escola Superior Gallaecia de Arquitectura de Vila Nova de Cerveira*, qui ambitionne la publication, par un éditeur patenté, Argumentum (Lisbonne), d'un glossaire illustré de 1500 termes. Nous participons à l'élaboration du glossaire français.

<sup>100</sup> Finalement ces initiatives sont demeurées assez rares. On peut notamment regretter que les fameux Cahiers d'Ecole d'Architecture Rurale de François Cointeraux, édité par l'auteur en 1790 et 1791, qui constituent une référence de littérature historique majeure (ayant été traduits en plusieurs langues du vivant de l'auteur), n'ait pas été réalisée, en français et dans les langues de traduction. On repère une initiative italienne avec la réédition critique du 4<sup>ème</sup> Cahier de Cointeraux adapté par Giuseppe Del Rosso en 1793 sous l'intitulé de *Dell'economica costruzione delle case di terra*; voir **Bertagnin 1992** : BERTAGNIN, Mauro – *Il Pisé e la Regola Manualistica settecentesca per l'architettura in terra*, edilstampa, Rome, 1992, 107 p. Une adaptation allemande du même ouvrage de Cointeraux, qui avait été commise par **Christian Ludwig Seebass** à Leipzig en 1803, a été également rééditée en 1989, sous la direction de Wolfgang Dehmel et sous l'intitulé de *François Cointeraux. Die Pisé-Baukunst*, dans une collection de réédition des classiques de la construction en terre, en allemand.

## **Chap. 1 - L'utilisation de la terre :**

### *Engager un récit de l'histoire de la construction et des architectures en terre :*

- Antiquité, histoire, cultures et civilisations, modernité et contemporanéité : tenter de poser les bases d'un récit historique des architectures de terre pratiquement absent de l'histoire de l'architecture, ou pour le mieux évoqué de façon fragmentaire, épisodique, voire superficielle et essentiellement bâti sur des références qui relèguent cette architecture au rang de construction antique, voire « primitive ». Restituer l'évidence du *continuum* historique des cultures constructives et architecturales en évolution. Aider, par le récit historique et par la mise en valeur du génie des bâtisseurs en terre, sans cesse renouvelé au cours de l'histoire humaine, à une meilleure reconnaissance de l'excellence de cet héritage culturel pour l'humanité.
- Personnalités ou « héros » associés à l'histoire des architectures de terre, étude de leur littérature et de leurs réalisations. Plusieurs auteurs se sont saisis de la biographie et d'une analyse architecturale critique du héros moderne des architectures de terre que fut l'architecte égyptien Hassan Fathy<sup>101</sup> alors que d'autres personnalités ont rempli un rôle décisif pour la valorisation des architectures de terre au cours de l'histoire, soit par leurs écrits ou leurs réalisations. Mais pour nous, au-delà d'un hommage à rendre à ces personnalités, cette démarche de recherche répond davantage à une volonté de mettre en lumière l'existence d'un corpus de textes de nombreux auteurs qui jalonnent l'histoire et contribuent, en relais, à une veille permanente d'intérêt accordé à l'architecture de terre autant qu'à une reconnaissance de ses qualités. On tentera donc d'établir une première structuration chronologique et une approche critique de ce corpus de littérature spécialisée. A court terme, une recherche initiale portera sur la biographie critique de François Cointeraux (1740-1830), constructeur et architecte lyonnais, et sur l'impact international de ses écrits qui ont été traduits et adaptés de son vivant en plusieurs langues (anglais, allemand, italien, danois, finnois).

### *L'universalité :*

- Atlas mondial des architectures de terre : mieux établir une cartographie géographique, historique, culturelle, technique à partir de l'analyse d'un corpus de recherches et d'études internationales mais aussi à partir d'observations de terrain.
- Patrimoine français : compléter le travail de repérage et de pré-inventaire plus spécifique qui a été inauguré avec le travail personnel de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'architecte, par régions, par techniques régionales et par densité des constructions en terre sur le territoire national. Préciser la cartographie sur le territoire. Contribuer simultanément au rassemblement du corpus de textes historiques, de recherches et d'études afin de bien identifier la base des connaissances. Préciser l'analyse typologique constructive et architecturale en déclinant des variantes régionales et locales.

### *Projets d'architecture en terre :*

- Inventaire des projets : restauration, réhabilitation et projets récents, études de cas, analyse et évaluation technique, socio-économique. Constituer un ensemble de références architecturales permettant de fonder un corpus des valeurs des architectures

---

<sup>101</sup> Parmi les meilleurs ouvrages sur Hassan Fathy, citons :

**Richards et al 1986** : RICHARDS, J.M., SERAGELDIN, L., RASTORFER, Darl – *Hassan Fathy*, éd. Aperture, New York, Etats-Unis, 1986, 192 p.

**Steele 1988** : STEELE, James – *Hassan Fathy*, Academy Editions, Londres, U.K., 1988, 128 p.

**Steele 1997** : STEELE, James – *An Architecture for People: the Complete Works of Hassan Fathy*, Whitney Library of Design Publisher, New York, Etats-Unis, 1997, 208 p.

---

de terre : valeur historique, valeur architecturale/esthétique, valeur sociétale, valeur scientifique (recherche), autres valeurs intangibles (symbolique, ...), etc.

*Centres d'intérêt :*

- Qui est qui et qui fait quoi ? Inventaire et annuaire commenté de tous les organismes et personnes impliqués dans l'acte de construire en terre. Mise en évidence d'un réseau de recherche et des pratiques avec une exploration internationale puis nationale.

*La littérature :*

- Bibliographie sélective à entrées multiples : auteurs et biographies sommaires, références, thèmes et sujets spécifiques d'intérêt historique, culturel, technique et architectural.

### ***Chap. 3 – Le matériau de construction en terre***

*Les matériaux et techniques traditionnels :*

- Définition terminologique précise des matériaux et des techniques, repères d'histoire, géographie physique des cultures constructives et architecturales, inventaire des formes techniques et de leurs variantes.
- Porter plus particulièrement l'attention sur les techniques de l'adobe (brique de terre crue), du pisé (terre compactée en coffrage), du bloc de terre comprimée (briques crues produites avec des presses), sur les techniques stationnaires telles que le torchis (terre en garnissage d'ossature en bois), la bauge (terre empilée en maçonnerie monolithique), les blocs de terre ou de gazon découpés. Essayer de remettre ces recherches sur les matériaux et techniques traditionnelles en perspective historique pour tenter un récit de l'histoire des techniques.

### ***Chap. 4 – La production***

*Matériaux, techniques et outils de la construction en terre :*

- Inventaire complet, pour tous les matériaux et toutes les techniques de construction en terre, des outils traditionnels, de leurs évolutions, des innovations technologiques et des modes de construction qui leurs sont associés.

*Les techniques nouvelles et les techniques émergentes :*

- Historique des évolutions et innovations technologiques modernes et récentes dans la trajectoire des traditions renouvelées ou réinventées, améliorées, sur la base d'un corpus de recherches scientifiques et techniques modernes et récentes ; inventaire, description des techniques et des modes d'utilisation, étude des avantages (énergétique, écologique, économique), fiabilité technique, applications constructives et architecturales, potentialités d'avenir.

*Manuels de production :*

- Particulièrement pour la construction en adobe, blocs de terre comprimée et pour le pisé.

### ***Chap. 7 – Les éléments de construction***

*La pathologie des constructions en terre et le diagnostic*

- Réaliser une recherche visant à définir une méthodologie d'analyse-diagnostic des pathologies d'humidité et de structure des architectures de terre afin de bien connaître les causes et origines de causes des problèmes les plus couramment rencontrés. Préparer sur cette base une méthodologie de conception du projet intégrant des

dispositions constructives préventives. Envisager également l'adaptation de la méthodologie d'analyse-diagnostic des pathologies classiques pour guider les interventions de conservation, restauration et réhabilitation des patrimoines bâtis en terre.

*Les dispositions constructives du projet d'architecture de terre :*

- Inventaire et analyse de tous les systèmes et solutions, dispositions constructives du projet architectural en terre, traditionnels et actuels ; contribution à l'élaboration de spécifications techniques pour la bonne conception et réalisation des projets d'architecture en terre contemporains.

### **Chap. 8 – L'architecture de terre**

*Vocabulaire et glossaire des architectures de terre :*

- Contribution à l'établissement d'un lexique du vocabulaire spécifique au matériau terre, à la construction et à l'architecture en terre. Viser, en association avec d'autres chercheurs étrangers, dans une approche pluridisciplinaire, l'établissement d'un glossaire multilingue des architectures de terre : pouvoir utiliser un langage commun de référence entre scientifiques (chercheurs) et professionnels (constructeurs, architectes, conservateurs, p.e.).

### **Chap. 9 – La formation**

*Matériels didactiques :*

- Préparation de matériels didactiques pour la réalisation de cours nationaux et internationaux, mise au point de modalités de transfert et d'adaptation pour des contextes divers et pour leur appropriation (formation de formateurs). Utilisation d'un large éventail de médias audiovisuels et des nouvelles technologies de l'informatique et de la communication (NTIC).

*Programmes pédagogiques :*

- Définition de programmes d'enseignement sur la construction et l'architecture de terre pour un large éventail de publics cibles : architectes, entreprises et techniciens du bâtiment, maîtres d'ouvrages. Adaptation linguistique de ces programmes aux situations internationales de coopération académique : pays d'Afrique anglophone, pays hispanophones d'Amérique latine.

*Vulgarisation :*

- Elaboration d'une documentation pour des actions de sensibilisation et de promotion publique : articles de vulgarisation, expositions, vidéos, films, ...

### **2.3. - Autres sujets de recherche non repérés par « Les Voies de la Recherche Terre » qui ont retenu mon intérêt de chercheur et que j'ai contribué à développer**

Si j'ai en effet investi plusieurs des sujets qui étaient pressentis en 1982 comme prioritaires par le rapport finalisé sur *Les Voies de la Recherche Terre* et qui constituaient des centres d'intérêt personnels ou collectifs privilégiés au sein du laboratoire CRATerre, j'ai aussi été amené à répondre à l'ouverture d'autres problématiques de recherche qui ont été

repérées par la suite comme de nouvelles priorités sur le cheminement de travail du laboratoire, ou que les positionnements théoriques du laboratoire ont fait émerger.

Ces ouvertures sur d'autres problématiques de recherche ont été notamment suscitées par l'importance que le laboratoire CRA Terre a accordé, à partir de la fin des années 1980, à la question de la conservation des patrimoines architecturaux en terre, archéologiques et historiques, dès lors que l'UNESCO sollicitait son expertise pour divers projets de conservation de sites archéologiques et d'ensembles architecturaux bâtis en terre et classés sur la Liste du Patrimoine Mondial ou sur la Liste du Patrimoine Mondial en Péril. Ce nouvel engagement amenait le laboratoire à définir en 1989 un premier projet cadre, le « Projet GAIA » de conservation des patrimoines architecturaux en terre, en partenariat avec l'ICCROM (Italie), puis en 1996 un deuxième projet cadre, le « Projet TERRA », étendant le partenariat initial au *Getty Conservation Institute* (Etats-Unis). Si le premier projet a essentiellement mis l'accent sur le développement d'activités pédagogiques d'ampleur internationale<sup>102</sup>, le deuxième projet a défini un programme spécifique de recherche sur la conservation et la mise en valeur des patrimoines archéologiques et architecturaux en terre auquel j'ai activement participé. De même, sollicité régulièrement dans les programmes d'enseignement des projets GAIA et TERRA, j'ai directement contribué au développement d'une histoire et théorie de la conservation et de la gestion des patrimoines architecturaux en terre. Au-delà de la référence commune aux grands théoriciens de la conservation architecturale (Viollet-le-Duc, John Ruskin, Camilo Boito, Alois Riegl, Cesare Brandi, Paul Philippot) cette approche a notamment engagé une nouvelle lecture des chartes internationales pour mieux jauger de leur pertinence théorique et de leur applicabilité pratique à la conservation et gestion des patrimoines architecturaux en terre<sup>103</sup>.

A l'interface des problématiques patrimoniales et de celles des établissements humains j'ai été plus récemment amené, à partir des années 2000 à développer une réflexion sur l'évolution du concept d'habitat d'intérêt social et économique vers celui d'habitat d'intérêt culturel. Ce concept entend revaloriser la place des cultures constructives et du patrimoine immatériel des savoir-faire artisanaux dans la conception de projets d'habitat de façon à ce qu'ils soient plus pleinement intégrés à leurs contextes culturels, sociaux et économiques. Il entend également préciser la faisabilité plus concrète des concepts de développement durable et de développement local dans les effets culturels, sociaux et économiques de la réponse à l'habitat et aux établissements humains contemporains réalisés en terre. Ce concept émergent d'habitat d'intérêt culturel intègre également les réponses qui sont apportées dans les situations de reconstruction suivant des catastrophes naturelles comme les séismes, cyclones et tsunamis sur lesquelles notre laboratoire a été sollicité pour apporter son expertise durant ces toutes dernières années<sup>104</sup>.

---

<sup>102</sup> ICCROM : Centre International d'Etude pour la Conservation et la Restauration des Biens Culturels, Rome, Italie. Ces cours internationaux sur la conservation des patrimoines architecturaux en terre ont été réalisés en 1989, 1990, 1992 et 1994, à l'Ecole d'Architecture de Grenoble, puis ont été développés avec les cours régionaux panaméricains réalisés dans le cadre du « Projet TERRA », sur le site archéologique péruvien de Chan Chan, en 1996 et 1999.

<sup>103</sup> **Guillaud 1997** : GUILLAUD, Hubert – *La conservation du patrimoine architectural en terre : histoire et théorie de la conservation*, éditions CRA Terre, Grenoble, 1997, 60 p.

<sup>104</sup> Depuis la fin de l'année 2003, je participe aux réflexions, recherches et expérimentations qui accompagnent la coopération du laboratoire à la reconstruction de la ville de Bam, en Iran, détruite par le séisme du 26 décembre 2003. En 2004-2005, j'ai apporté mon expertise à la définition et au lancement d'un projet international visant à établir des recommandations parasismiques pour la reconstruction des habitats en terre et autres matériaux locaux (systèmes constructifs mixtes) dans les zones rurales du Maroc après le séisme de février 2004 à Al Hoceima (nord du Maroc). Je pilote ce programme de recherche avec un autre collègue du CRA Terre, Philippe Garnier, qui nous associe à la Direction des Equipements du Maroc, à l'Université de Californie à Berkeley (San Francisco), au *Getty Conservation Institute* (Los Angeles) et à l'Universidad

### **3 - Mes contributions de chercheur dans le programme de recherche du laboratoire CRATerre-ENSAG**

Au sein du programme collectif de recherche développé par le laboratoire CRATerre-ENSAG, mes contributions de chercheur sont situées sur plusieurs axes d'investigation qui prennent place dans un ensemble de quatre grandes trajectoires thématiques développées par étapes successives et enrichies sur plusieurs années :

1. contribution à l'histoire des cultures constructives et des architectures de terre ;
2. connaissance du matériau et des techniques, construction en terre ;
3. état du savoir en conservation des patrimoines architecturaux en terre, méthodologie de diagnostic et d'intervention ;
4. recherches didactiques et leurs déclinaisons pédagogiques.

On propose une synthèse des apports aux connaissances pour chacune des thématiques que l'on assorti d'une brève présentation des principales contributions scientifiques dans chacune d'entre elles.

#### ***3.1. – Contribution à l'histoire des cultures constructives et des architectures en terre : étapes de développement des recherches et apports***

J'ai principalement contribué à des recherches historiques visant à poser les repères d'un atlas mondial et à engager l'écriture d'un récit historique des architectures de terre. Au fil des ans, cette recherche ambitieuse a progressivement affiné sa méthode, trouvé sa cohérence, sa structuration et son épaisseur en constituant un large corpus de connaissances pluridisciplinaires que j'ai rassemblées, ordonnées, analysées, synthétisées, de façon à mieux établir la reconnaissance de la valeur historique, culturelle, technique, architecturale et sociétale des architectures de terre. J'ai ainsi contribué, au sein de la communauté internationale des chercheurs en archéologie, histoire et architecture, à réduire une lacune dans le champ de l'histoire de la construction et de l'architecture où l'architecture de terre n'occupait pas la place légitime qui lui revient<sup>105</sup>. Cet axe de recherche demeure toujours activé par une veille permanente de collecte de nouvelles données publiées de par le monde. Bien que cet axe d'investigation ait déjà été jalonné de plusieurs publications proposant des synthèses globales et thématiques successives (Guillaud 1985, 1994, 1997, 2001, 2003, 2005), il reste encore de larges espaces de connaissances à explorer pour enrichir le récit historique toujours en cours d'écriture. Voici les étapes successives du développement de mes recherches sur l'histoire de la construction et des architectures en terre que jalonnent un ensemble de contributions constituant notamment un corpus sur la culture constructive du pisé.

---

Católica de Lima au Pérou. Je participe également aux réflexions de l'équipe CRATerre mobilisée sur la reconstruction des habitats en matériaux locaux dans la région du Cachemire Pakistanais, à la suite du séisme d'octobre 2005.

<sup>105</sup> Il convient en effet de relever particulièrement toute la valeur des nombreux apports de l'archéologie confrontée en permanence à l'évidence physique et historique des constructions et architectures de terre sur les sites fouillés et documentés. Ces recherches léguent un corpus de savoir de qualité exceptionnelle sur les usages antiques et historiques du matériau terre – jusqu'aux époques médiévales - alors que l'intérêt pour les traditions vernaculaires du monde a été révélé au prisme de recherches beaucoup plus récentes en anthropologie de l'habitat et par la géographie humaine à partir de la fin du 19<sup>ème</sup> siècle.

---



---

***1983 - 1997 - François Cointeraux 1740-1830, pionnier de la construction moderne en pisé***

Dans un premier temps, en 1983, nous avons participé à une recherche pluridisciplinaire collective (historiens, ethnologues, architectes), sous contrat avec le Secrétariat de la Recherche Architecturale, intitulée *Architecture de terre. François Cointeraux 1740-1830*. Le rapport final de cette recherche regroupait quatre contributions d'équipes associées<sup>106</sup>. La première contribution de deux chercheurs de l'Ecole d'Architecture de Lyon, Louis Cellauro et Gilbert Richaud, intitulée *L'Opus Formarium et sa diffusion sous la Révolution et l'Empire*, consistait en une investigation d'archives qui rassemblait des textes d'auteurs variés, antérieurs et postérieurs à François Cointeraux. Ce corpus de textes choisis révélait la permanence de la diffusion, au cours de l'histoire, de modèles de la construction en terre, de nature technique, idéologique, philosophique ou politique, et l'adaptation de la construction en terre à l'évolution de la pensée constructive et architecturale en discutant le cas de *L'Opus Formarium* (l'ouvrage en forme). Ainsi, la recherche s'articulait autour de la contradiction entre le rejet d'un matériau non reconnu (le pisé) par la société de l'époque et l'idéal social qu'il représente par ses qualités économiques et universelles. Les auteurs concluaient que cette approche devrait permettre l'analyse d'une pensée et d'une pratique architecturale nouvelles. La deuxième contribution de deux chercheurs de l'Institut d'Histoire de l'Art de l'Université Lyon 2, Anne-Sophie Cléménçon et Dominique Bertin, intitulée *L'Architecture en terre, un mode de construction urbain ?*, proposait une lecture historique de textes d'archives évoquant la présence urbaine, à Lyon, de la construction en pisé. On pouvait ainsi mieux apprécier, sur la production d'un pisé urbain, le rôle des théories de Cointeraux et d'architectes lyonnais contemporains, et les rapports entre l'architecture et la politique<sup>107</sup>. Cette investigation d'archives était prolongée par des observations de terrain avec des enquêtes réalisées sur certains quartiers restituant des témoignages de bâtiments en pisé, soit Croix-Rousse, Caluire et Cuire, Rive Gauche, Fourvière, Vaise et Tassin la demi-Lune. Un inventaire du bâti urbain en pisé, préliminaire à une étude typologique, était proposé. Les deux autres contributions proposées par l'équipe de l'Unité Pédagogique d'Architecture de Grenoble (Patrice Doat et Florence de Loitière), et par l'association marseillaise à-venir (Hubert Guillaud), évoluait vers une problématique commune et permettait de dresser un état de la diffusion des modèles architecturaux et techniques de François Cointeraux sur le bâti en pisé de la région dauphinoise, ainsi qu'un procès de la circulation des références aux XVIII<sup>ème</sup> et XIX<sup>ème</sup> siècles. La contribution grenobloise, intitulée *Ecole d'Architecture Rurale, Cointeraux – 1740-1830*, consistait en un dépouillement de l'œuvre écrite de Cointeraux et d'autres auteurs contemporains<sup>108</sup> traitant du pisé, à vérifier les sources, à déterminer les innovations apportées par chacun et la nouvelle vision du matériau terre qui en résulte. La recherche valorisait un important travail théorique sur l'architecture rurale auquel participaient les sociétés d'agriculture, les agrariens et quelques personnalités – dont Cointeraux –, à la fin du XVIII<sup>ème</sup> et au début du XIX<sup>ème</sup> siècle. Elle relevait la forte

---

<sup>106</sup> **AGRA-UPAG, CRATerre, Doat et al. 1983** : AGRA-UPAG : DOAT, Patrice (dir.), DU BOISBERRANGER, Françoise, DE LOITIERE, Florence ; (Association à-venir) : GUILLAUD, Hubert ; UPAL : CELLAURO, Louis, RICHAUD, Gilbert ; CNRS, Institut d'Histoire de l'Art Université Lyon 2 : CLEMENÇON, Anne-Sophie, BERTIN, Dominique – *Architecture de terre. François Cointeraux 1740-1830*, éditions AGRA-UPAG, Grenoble, 1983, 620 p.

<sup>107</sup> Le préfet Vaisse a fait promulguer un décret (le 19 juin 1856) d'interdiction de la construction en pisé, à la suite d'une inondation des berges de la Saône et du Rhône, en 1856, qui avait emporté plusieurs maisons bâties en pisé. D'autres réglementations ont suivi qui ont pondéré cette interdiction en édictant la nécessité de recourir à des dispositions constructives mieux adaptées (surélévation des soubassements).

<sup>108</sup> Il s'agit notamment de **Georges-Claude Goiffon** avec *l'Art du Maçon Piseur* de (Librairie Le Jai, Paris, 1772), et de l'Abbé Rozier avec son *Cours complet d'agriculture* (Paris, 1781-1796), intégrant un mémoire sur le pisé de l'architecte lyonnais François Boulard.

mobilisation de cet homme, durant quarante-cinq ans<sup>109</sup>, pour améliorer et divulguer la pratique du pisé, ses apports théoriques et les conseils pratiques qu'il tentait de diffuser par différents moyens tels qu'essais, conférences, création d'écoles, invention de modèles. Elle montrait aussi que le caractère social de l'oeuvre de Cointeraux dépassait largement des préoccupations d'ordre technique. La quatrième contribution proposée par l'association *à-venir* (Hubert Guillaud), issue de l'Unité Pédagogique d'Architecture de Marseille, intitulée *Transmission d'un savoir-bâtir « savant » et modalités d'insertion dans le milieu*, permettait de dégager une typologie de tout ce qui est relatif au pisé au XVIII<sup>ème</sup> siècle, et de la comparer à des réalisations concrètes pour voir en quoi elles sont conformes ou différentes. La recherche prenait appui sur des textes importants valorisant le pisé mais antérieurs aux écrits de François Cointeraux<sup>110</sup>, sur l'étude d'un village en pisé construit en Provence, en 1741, par un aristocrate dénommé César de Cadenet, le village de Charleval, puis sur une sélection des écrits de François Cointeraux utiles à la définition de modèles techniques et architecturaux proposés par l'auteur en forme illustrée (maisons rurales et de l'ouvrier). On étudiait ensuite l'évidence de ces modèles sur un patrimoine bâti rural postérieur à François Cointeraux, sur le territoire du Dauphiné. Enfin la recherche se concluait sur la possibilité de poursuivre l'influence de Cointeraux à l'étranger<sup>111</sup>, posant en cela l'hypothèse d'une phase ultérieure de la recherche qui sera développée en décalage, soit dix années après.

L'article écrit en 1997<sup>112</sup> propose une monographie sur l'un des grands « héros » français de l'architecture de terre, François Cointeraux (1740-1830). Une biographie synthétique fournit les principaux repères des apports de Cointeraux à l'avènement d'une véritable modernité de la construction en terre et à la constitution d'une base de savoir de nature encyclopédique. Les idées et découvertes, inventions de Cointeraux, sont situées dans le contexte historique de l'époque des Lumières et post-révolutionnaire (Directoire, sociétés savantes, physiocrates et premiers agrariens). Pour autant, Cointeraux s'impose aussi comme celui qui se saisit de contributions d'essayistes de son époque l'ayant précédé et qui les fait fructifier. Notons à cet égard l'ouvrage de Charles Estienne et Jean Liébault<sup>113</sup> qui a été écrit au XVI<sup>ème</sup> siècle et qui valorise déjà l'intérêt économique de construire en terre, pisé, bauge ou briques crues, les murs des domaines agricoles et de leurs bâtiments annexes. Cet ouvrage qui fut le livre de chevet de beaucoup de propriétaires terriens, aristocrates ou bourgeois, fut plusieurs fois réédité jusqu'à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle. Notons aussi un mémoire de l'architecte G.M. Delorme valorisant le pisé et qu'il lut le 17 mars 1745 à l'Académie des Sciences belles lettres et arts de Lyon<sup>114</sup>, texte que reprit l'Abbé Rozier<sup>115</sup> dans son

<sup>109</sup> François Cointeraux a engagé son travail d'écriture au-delà de sa cinquantaine et l'a poursuivi pratiquement jusqu'à la fin de sa vie, décédant à l'âge de 90 ans.

<sup>110</sup> Goiffon, Rozier, Boulard, op. cit.

<sup>111</sup> L'exposition *Des Architectures de Terre* du Centre Georges Pompidou avait relevé les influences possibles de Cointeraux, de son vivant, en Allemagne et au Danemark. Elle référençait notamment un immeuble et une vaste manufacture en pisé, qui avait été édifiés par Jacob Wimpf, un industriel allemand fervent prosélyte de la construction en pisé, et une traduction danoise du 4<sup>ème</sup> Cahier d'Ecole d'Architecture rurale de François Cointeraux.

<sup>112</sup> **Guillaud 1994** : GUILLAUD, Hubert – *Les grandes figures du patrimoine régional Rhône-Alpes : François Cointeraux (1740-1830), pionnier de la construction moderne en pisé*, éditions CRATerre, Grenoble, mars 1994, 103 p.

<sup>113</sup> L'ouvrage original de Charles Estienne et Jean Liébault a été publié en 1564, en latin sous l'intitulé de *Praedium Rusticum* (648 p.) reprenant la référence au modèle romain de villa agricole de Caton l'Ancien. On référence ici la huitième édition de 1763 : **Estienne et Liébault 1763**: ESTIENNE, Charles, LIEBAULT, Jean – *La maison rustique ou l'économie générale de tous les biens de la campagne, la manière de les entretenir ou de les multiplier*, tome 1, 664 p., tome 2, 677 p. Dans son ouvrage *La Maison rustique : logique sociale et composition architecturale*, Jean Cuisenier (éditions puf ethnologies, Paris, 1991), qui a été le directeur du Corpus de l'architecture rurale française, observe (p. 33) que les préceptes qui fondent le modèle de la maison rustique, énoncé par Charles Estienne en 1564 demeurent inchangés ou presque jusqu'en 1792, à travers plus de cent éditions, traductions et adaptations de son livre.

<sup>114</sup> **Delorme 1745** : DELORME, G.M. – *Mémoire pour la construction des murs en terre*, 8 p.

*Dictionnaire d'Agriculture* de 1786. Mais encore, l'ouvrage de Georges-Claude Goiffon, membre des académies des Belles Lettres et Arts de Lyon et Metz, *L'Art du Maçon Piseur*, édité en 1772 par la Librairie Le Jai à Paris. L'Abbé Rozier reprendra également ce texte dans son *Journal de Physique* publié cette même année 1772, puis dans son *Cours Complet d'Agriculture Théorique et Pratique* de 1796 en confiant une autre mise en forme du texte de Goiffon à l'architecte lyonnais François Boulard décrivant très précisément les méthodes de construction en pisé. On voit donc lorsque Cointeraux écrit ses quatre *Cahiers d'Ecole d'Architecture Rurale*, en 1790 et 1791, qu'il est pleinement nourri des ces apports antérieurs et que dans une certaine mesure il se les approprie. Mais ce sera pour mieux les développer et surtout pour les diffuser plus largement.

En effet, poursuivant les pistes de recherche ouvertes par l'exposition *Des Architectures de Terre* (1981) du Centre Georges Pompidou, et d'autres plus récentes de chercheurs nord-américains<sup>116</sup> qui avaient relevé l'existence d'une traduction anglaise<sup>117</sup> du *Quatrième Cahier d'Ecole d'Architecture Rurale* de Cointeraux, qui serait parvenue aux Etats-Unis à partir de l'Angleterre, il nous a paru essentiel d'élargir ces pistes à d'autres régions du monde. Notre recherche était fondée sur l'hypothèse d'un plus grand rayonnement de cet écrit qui aurait pu être plus largement diffusé et adapté par le chenal des sociétés savantes, arts et belles lettres de l'époque des Lumières. C'est ainsi que l'on a pu confirmer, avec l'aide de collègues chercheurs étrangers<sup>118</sup> l'impact de la traduction anglaise du quatrième cahier jusqu'en Australie alors que d'autres adaptations étaient produites en Italien, en Allemand, en Danois et même en Finnois<sup>119</sup>. Plus tardivement, Cointeraux aura aussi un impact en Suisse. En effet, le jeune architecte Alfred Zschokke a reconstruit en pisé, entre 1848 et 1850, des parties du bourg de Filzbach, dans le canton d'Argovie, qui avait été détruit par un incendie ravageur. Il retenait en cela les arguments d'économie et d'incombustibilité du pisé que valorisait Cointeraux. Cet intérêt de la Suisse pour le pisé était par suite confirmé par la publication d'un opuscule de Louis Raymond, en 1857, réalisée aux frais de la

<sup>115</sup> L'Abbé Rozier est l'un des théoriciens les plus fameux de cette époque accompagnant les développements naissants de l'agronomie. Il sera l'un des grands rivaux de François Cointeraux dès lors que Antoine-Jean Terray, Intendant de Justice, Police et Finances de la Ville et Généralité de Lyon le nomme comme directeur de la nouvelle Pépinière Royale installée à l'emplacement d'une fabrique d'engrais qu'avait développé François Cointeraux.

<sup>116</sup> Il s'agit d'une recherche réalisée par **Jeffrey William Cody** pour un Master of Arts de l'Université Cornwell, intitulée *Earthen Wall Construction in the Eastern United States* (1993), et d'une autre recherche de **Lee Dassler**, intitulée *Nineteenth Century New York State Earthen Homes*, qui a été présentée lors de la conférence internationale sur la préservation des architectures de terre, Adobe 90.

<sup>117</sup> Cette traduction anglaise a été réalisée par l'architecte néoclassique anglais Henry Holland qui aurait reçu le *Quatrième Cahier d'Ecole d'Architecture Rurale* des mains mêmes de François Cointeraux alors qu'il lui rendait visite dans l'atelier qu'il avait installé Rue du Colisée, à Paris. Holland avait eu aussi connaissance, en amont, du *Cours Complet d'Agriculture Théorique et Pratique* de l'Abbé Rozier valorisant les textes de G.C. Goiffon. Lorsqu'il présentera la traduction anglaise du quatrième cahier de Cointeraux sous forme d'une Communication au *Board of Agriculture* (1797) il ne se doutait sans doute pas de l'immense répercussion de l'œuvre qu'il provoquerait au niveau international.

<sup>118</sup> Il s'agit du professeur Mauro Bertagnin, chercheur à la Faculté de l'Université de Udine en Italie ; du Professeur Gernot Minke du GHK de Kassel et du Professeur Jochen Georg Guntzel de l'Université de Weimar, et de Mikaël Weistermarck, chercheur à Helsinki.

<sup>119</sup> Voici les traductions et adaptations en autres langues qui ont été repérées. En Allemagne : **Gilly 1797** : GILLY, David – *Handbuch der Land : Bau : Kunst, vorzüglich in Rücksicht auf die Construc der Wohn : und Wirthschafts : Gebäude für angehende Cameral : Baumeister*, Friedrich Vieweg dem älteren, Berlin, 1797. David Gilly a été le fondateur de la *Bauakademie* de Berlin. En Italie : **Del Rosso 1793** : DEL ROSSO, Giuseppe – *Dell'economica costruzione delle case di terra*, Presso J.A. Bouchard, Florence, 1793, 75 p. et 4 planches tirées de Cointeraux. Au Danemark : **Seidelin 1796** : SEIDELIN, K.H. – *Vejledning til at bygge bequemme og uforbraendelige Huse auf Jord. Uddraget at Cointeraux Beskrivelse og i abskilligt forandret*, Kopenhagen, 1796. La traduction finnoise de Seidelin est intitulée *Stamphus* et a été produite par Anders Jahan Retzius, en 1798.

Direction de l'Industrie et de l'Agriculture de l'Institut National Genevois<sup>120</sup>. Il demeure encore étonnant de constater que l'impact de Cointeraux n'a pas franchi les hauteurs des Pyrénées. En effet, l'Espagne et le Portugal n'ont pas produit d'adaptation espagnole et lusophone du quatrième cahier<sup>121</sup>. Mais, bien au-delà de la seule répercussion encyclopédique jusqu'en des contrées lointaines, Cointeraux apparaît finalement comme étant le premier auteur d'un véritable traité de construction en « nouveau pisé », digne de cette appellation, associé à une invention constructive dans un très large registre d'applications à l'architecture rurale et bourgeoise<sup>122</sup>. Cointeraux est aussi l'un des premiers humanistes modernes à s'intéresser aux conditions de logement du monde rural et ouvrier, à rechercher et proposer des réponses constructives et architecturales économiques et accessibles, tout en cherchant à garantir une qualité et une dignité. Ses projets de maison de l'ouvrier et de maison en pisé décoré, son souci de se voir reconnu comme « professeur d'architecture rurale », en manifestent l'évidence. Un nouveau pisé qui sera valorisé par de grands pairs de son époque comme Jean-Baptiste Rondelet (1743-1829) dans son célèbre *Traité de l'Art de Bâtir* (élaboré entre 1802 et 1817) qui reconnaît en Cointeraux la référence incontestée dans ce domaine du pisé. Il est aussi l'un des premiers promoteurs visionnaires d'une formation spécialisée, ayant successivement développé en France (à Grenoble, puis à Vaise et à Paris) quatre écoles d'architecture rurale valorisant son « nouveau pisé ». Cet avant-gardisme a trouvé depuis lors des répercussions patentes avec le déploiement international de l'enseignement sur la construction et l'architecture en terre.

Ces deux recherches que l'on a développées ont confirmé toute l'importance du rayonnement mondial de l'œuvre et des théories de François Cointeraux, « héros » du nouveau pisé, et son rôle joué dans une modélisation technique et architecturale de la production du bâti urbain et rural en pisé, particulièrement en Europe mais aussi avec des répercussions plus lointaines,

### **1985 : Réseau Terre : qui est qui et qui fait quoi ?**

Au cours de l'année 1985, j'ai contribué à une recherche d'identification des organismes et des acteurs de la construction en terre, dans le monde et sur le territoire national, qui a été également abordée dans une perspective historique et a permis de suivre l'évolution des activités développées dans les domaines de la recherche scientifique, expérimentale, des pratiques constructives et architecturales, et de la formation académique et

---

<sup>120</sup> **Raymond 1857** : RAYMOND, Louis – *Mémoire sur la bâtisse en terre*, Imprimerie d'Elie Carey, Genève, 1857, 44 p. et 2 planches dessinées. Dans une présentation aux membres de l'Institut genevois, Louis Raymond présente le pisé comme un « genre de construction très économique et à la portée de presque tout le monde ».

<sup>121</sup> On a repéré l'existence d'un traité de maçonnerie, édité en 1827, de Juan de Villanueva, dont une partie est consacrée à la construction en terre et décrit la technique du pisé. On y voit clairement que le procédé de mise en œuvre et la forme du pisé qui en découlent sont typiquement d'origine mauresque, le pisé venant en remplissage de harpages en maçonnerie de briques cuites ou même de pierres bâties à la chaux. **De Villanueva 1827** : DE VILLANUEVA, Juan – *El Arte de la Albañilería*, édition en *fac-simile*, Madrid, 1827. Plus récemment, l'historienne de l'Art Juana Font a fait le point sur la littérature d'origine arabe concernant la construction en terre et met en évidence un important corpus de textes produits au cours du Moyen Age. Voir **Font Arellano 2005** : FONT ARRELLANO, Juana – *La Tapia dans les textes hispaniques*, communication aux II<sup>èmes</sup> Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau, 28-29 mai 2005, 16 p. (en cours d'édition).

<sup>122</sup> Dans l'ensemble de ses essais – on n'en compte pas moins de 69 - qu'il écrit au-delà de sa cinquantaine, Cointeraux n'a eu cesse de proposer des modèles de systèmes constructifs et de bâtiments innovants : systèmes en piliers, voûtes en terre pour des toitures incombustibles, maison de l'ouvrier, maison en pisé décoré, fermes et domaines agricole, manufactures de tissage, bergeries, faisanderies, ruchers, vendangeoirs, modèles de maisons bioclimatique avant l'heure dont le plan est conçu sur la base d'un « orienteur » solaire.

professionnelle, pour les époques modernes et récentes<sup>123</sup>. Une trajectoire précise a été établie pour les quarante années (de 1944 à 1985) suivant la Seconde Guerre Mondiale confirmant un mouvement de renaissance de l'architecture de terre en lien avec plusieurs problématiques : habitat social économique, habitat à qualité environnementale, architecture de prestige, conservation des patrimoines. Cette recherche a constitué le socle d'une remise à jour de l'information, et donc d'une veille, tout en contribuant à l'écriture du récit historique de la construction et des architectures en terre pour ces époques. Par ailleurs, on pouvait confirmer l'existence d'un réseau terre international informel, en pleine croissance, mobilisé sur la perspective d'application de la technologie de construction en terre à l'habitat économique dans les pays en voie de développement, mais peu actif en matière d'échanges et de coopération, de coordination mutuelle des activités, entre les acteurs. Néanmoins, on pouvait dégager plusieurs étapes historiques des mobilisations en faveur du renouveau de la construction et de l'architecture en terre, dans ces contextes que l'on synthétise brièvement :

- Les années 1940, dites « pionnières », avec les réalisations de l'architecte Hassan Fathy, en Egypte, partagées entre villas de belle allure pour une clientèle bourgeoise cairote, bâtiments publics tels qu'écoles, marchés couverts (1942-45), et projet d'habitat social tel celui du village de *New Gourn* à Louxor (1946-50). D'autres projets comme celui de l'architecte belge Luycks qui réalise l'hôpital d'Adrar en briques de terre, en Algérie (1942). En France, le Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme élabore une série de trois documents techniques sur la construction en terre<sup>124</sup>.
- Les années 1950 qui confirment l'engagement d'une politique de coopération des pays européens, avec les pays en développement. Ces coopérations favorisent le développement d'études et de recherches sur les matériaux de construction en terre, notamment au Sénégal, au Maroc et en Inde<sup>125</sup>. Les recherches sur la stabilisation des terres sont approfondies et l'O.N.U. publie ses premiers manuels de construction en béton de terre stabilisée<sup>126</sup>. En France, le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (C.S.T.B.), publie un cahier technique qui rend compte d'expérimentations de construction en pisé réalisées en Picardie (fermes du Bosquel)<sup>127</sup>.
- Les années 1960 voient la multiplication des publications techniques sur la construction en terre, dans le monde, résultant de nombreux efforts de recherche et d'expérimentation. La France développe sa coopération avec le Maroc et le Centre d'Etudes Recherches et Formation (C.E.R.F.), engage un vaste programme d'édition technique en coopération

---

<sup>123</sup> Cette recherche a été réalisée pour le compte du Ministère de la Recherche et de la Technologie (M.R.T.), en partenariat avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (C.S.T.B.) : **CSTB-CRATerre, Guillaud et al. 1985** : GUILLAUD, Hubert (rédacteur), HOUBEN, Hugo, DAYRE, Michel, DOAT, Patrice – *Réseau terre. Les actions futures du réseau terre français, volume 1*, éditions CRATerre-EAG, Grenoble, 1985, 144 p. **CSTB-CRATerre, Guillaud et al. 1985** : GUILLAUD, Hubert (rédacteur), HOUBEN, Hugo, DAYRE, Michel, DOAT, Patrice – *Réseau terre. Les actions futures du réseau terre français, volume 2*, éditions CRATerre-EAG, Grenoble, 1985, 120 p.

<sup>124</sup> Il s'agit des Documents Technique de Construction, ou D.T.C. 2001, *Béton de terre et Béton de terre stabilisée*, D.T.C. 2101, « Construction en béton de terre » et du D.T.C. 2102, *Béton de terre stabilisé aux liants hydrauliques*. Ces documents sont introduits au R.E.E.F, répertoire français des éléments de construction.

<sup>125</sup> Il s'agit du Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics (L.B.T.P.) de Dakar, du Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes de Casablanca et du *Central Building Research Institute* à Roorkee, Inde. Beaucoup d'autres pays africains mettent aussi en place des centres nationaux qui mobilisent des efforts de recherche et d'expérimentation sur les matériaux de construction en terre stabilisée : au Cameroun (C.R.E.T.P.), en Haute Volta (L.N.B.T.P.), au Ghana (B.R.R.I.C.). En Colombie, à Bogota, le Centre CINVA sera à l'origine de la fabrication de la première presse manuelle produisant des blocs de terre comprimée, la fameuse presse CINVA-RAM (conçue en 1956 par l'ingénieur Raúl Ramirez).

<sup>126</sup> Il s'agit d'un ouvrage de R. Fitzmaurice.

<sup>127</sup> Ces fermes du Bosquel sont réalisées par les architectes Paul Dufournet et Jean Bossu. Le cahier technique n°81 du C.S.T.B., intitulé « *Le béton de terre ; techniques anciennes et techniques modernes d'utilisation du béton de terre* », est publié au deuxième trimestre de l'année 1950.

- avec le Ministère de l'Intérieur du pays, réalise des opérations pilotes de logements en blocs de terre stabilisée<sup>128</sup>.
- Les années 1970 sont marquées par le premier choc pétrolier, par la crise de l'énergie et une allure de plus en plus dramatique de la question du logement économique dans les pays en développement. Plusieurs pays lancent des opérations mobilisant les ressources du matériau terre pour l'habitat. C'est le cas de l'Algérie qui engage son vaste programme des 1000 villages ruraux dans les wilayas du sud<sup>129</sup> mais qui n'atteindra pas ses objectifs. Au Pérou, l'*Instituto Nacional de la Vivienda*, en lien avec l'Université de Lima, engage des recherches sur l'habitat parasismique en briques de terre crue. Cette décennie voit aussi la multiplication des grands colloques internationaux<sup>130</sup> alors que plusieurs autres grands projets sont lancés dans les pays africains<sup>131</sup>. La fin des années 1970 active la production de recommandations techniques pour la construction en terre dans plusieurs pays. En France, en 1979, l'association grenobloise CRATerre publie *Construire en terre*<sup>132</sup>.
  - Le début des années 1980 donne le jour à des publications scientifiques et techniques sur la construction en terre réalisées dans les pays en développement avec le soutien des grandes organisations internationales des Nations Unies (CNUEH-Habitat, PNUD, UNESCO) et de la Banque Mondiale. De plus en plus d'O.N.G.(s) réalisent des projets qui franchissent un seuil de qualité. L'exposition du Centre Georges Pompidou, *Des architectures de terre* est présentée à Paris en 1981 et aura un énorme impact international en mobilisant de plus en plus d'institutions et de personnes en faveur d'un renouveau des architectures de terre. Elle sera aussi à l'origine de la réalisation, en France, du premier projet contemporain d'habitat en terre d'envergure significative, celui du *Domaine de la terre*, sur la commune de Villefontaine, en Isère (1983-85). Au début des années 1980, la France engage son programme d'habitat social sur l'île de Mayotte (Comores) qui va instruire le développement local d'une filière terre à l'origine de milliers de réalisations de logements et d'édifices publics au cours des deux décennies suivantes. En décembre 1984, le CNUEH-Habitat réalise un grand colloque international, à Bruxelles, *Earth construction technologies for developing countries*. Ce colloque sera à l'origine du *Earth Construction Primer* préfigurant le *Traité de Construction en Terre* (Houben et Guillaud, 1989<sup>133</sup>). Cette année 1984 est aussi celle qui inaugure la première formation universitaire de troisième cycle spécialisée en architecture de terre, et la seule au monde, à l'École

---

<sup>128</sup> Il s'agit du projet Daoudiat à Marrakech, en 1962 (700 logements), renouvelé en 1967 à Ouarzazate par l'opération B.T.S. 67 (Béton de terre stabilisée) sur des logements en pisé et voûtes coffrées en béton de terre stabilisé, construits par l'ingénieur Alain Masson et l'architecte Jean Hensens, membres de l'équipe du C.E.R.F. Une autre opération de 400 logements en B.T.C. (Blocs de terre comprimée) sera réalisée en 1968 à Berkane Zeggel, puis un projet de rénovation de l'habitat de la vallée du Draa à partir de l'année 1969.

<sup>129</sup> Le projet de Mostefa Ben Brahim comptera la réalisation de 33 logements en pisé stabilisé. D'autres projets ont été réalisés dans les wilayas de Bechar-Abadla et d'Alger-Zeralda.

<sup>130</sup> *Low-cost housing*, New Delhi, 1971 ; *Human Settlements*, Vancouver, 1976 ; séminaire international à Dakar, Sénégal, en 1977 puis à Lomé, Bénin, en 1979.

<sup>131</sup> Projet Cissin, à Ouagadougou, Haute-Volta, 1973 ; Projet de Rosso, en Mauritanie piloté par l'Association pour le Développement d'une Architecture et d'un Urbanisme Africains (A.D.A.U.A.) ; Projet de Niamey-Issa Beri, au Niger, en 1979 ; Projet de Tabas, en Iran, 1979.

<sup>132</sup> **Doat et al. 1979** : op.cit. Ce livre sera plusieurs fois réédité puis traduit en espagnol (éditeur en Colombie) et en anglais (éditeur en Inde).

<sup>133</sup> **Houben et Guillaud 1989** : HOUBEN, Hugo, GUILLAUD, Hubert – *Traité de Construction en terre*, éditions Parenthèses, Marseille, 1989. Plusieurs fois réédité, cet ouvrage a été traduit en anglais par le groupe d'éditions de *Intermediate Technology Development Group* (fondé par Ernst Friedrich Schumacher, auteur du fameux *Small is Beautiful*, op. cit), en 1994, sous l'intitulé de *Earth Construction, a comprehensive guide*. Il a été récemment traduit en russe par l'Université de Samarkand en fin d'année 2005 alors qu'une version en espagnol est en cours de réalisation, en Colombie.

d'Architecture de Grenoble, le CEAA-Terre, piloté par CRATerre et soutenu par la Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme<sup>134</sup>.

Cette recherche sur le réseau terre que l'on effectuait en 1985, bien que faisant le constat de dynamiques qui se déployaient des années 1940 à la moitié des années 1980, relevait aussi les limites d'engagement des pays en voies de développement sur la réponse « terre », et plus largement des matériaux locaux, à l'habitat social. L'analyse montrait que ces limites étaient alors rapportables à plusieurs blocages majeurs :

- la pression du transfert des modèles techniques occidentaux en faveur de l'emploi de matériaux et composants de construction le plus souvent inadaptés pour apporter des réponses locales fiables au plan économique, social et culturel dans le domaine de l'habitat : ciment, blocs de béton, préfabrication lourde, couvertures métalliques, etc. ; ce transfert de technologies, du nord vers le sud était doublé d'un effet pervers au plan économique en contribuant à grever la dette extérieure ;
- en conséquence de l'alourdissement de la dette, un manque dramatique de ressources et de moyens financiers qui accusent les dépendances extérieures et inhibent le développement local, qui s'opposent à la planification à long terme et entravent les initiatives locales par ailleurs peu encouragées par des systèmes de décision et de production centralisés et manquant d'efficacité : lourdeurs administratives et absence de délégation des pouvoirs de décision et d'action ;
- l'ampleur croissante du problème du logement des plus démunis, notamment en milieu urbain du fait d'un exode exponentiel des populations rurales en errance qui se fixent en couronnes périurbaines de bidonvilles de plus en plus incontrôlables par les décideurs politiques et de la maîtrise d'ouvrage ;
- malgré cette situation dramatique, une difficulté de la part des pays en voie de développement à formuler clairement leurs besoins en matière d'habitat, ceux-ci étant souvent secondaires par rapport à d'autres besoins fondamentaux en matière d'alimentation, de santé et d'hygiène, d'éducation, qui absorbent la plus grande part de l'effort d'investissement ;
- la carence en capacité décisionnelle et professionnelle aux différents niveaux des chaînes de production de l'habitat ; cette carence résulte d'une absence quasi-totale d'actions de formation des cadres et des techniciens nécessaire pour soutenir la construction de cette capacité ;
- l'absence dramatique de cadres juridiques et normatifs, de documents techniques valorisant les possibilités d'emploi des matériaux locaux, dont les ressources du matériau terre, pour l'habitat social ;
- un blocage mental vis-à-vis du réemploi des matériaux locaux connotés d'un archaïsme technologique et assimilés à une image de pauvreté ; l'habitat en terre est plus pensé en termes de solution provisoire que durable ;
- la réalisation de projets expérimentaux ou pilotes qui s'érigent en contre-démonstrations du fait de leur manque de pertinence constructive et architecturale consécutive à une absence de qualification ou à des propositions trop sophistiquées au plan de l'ingénierie, également peu convaincantes au plan économique, voire complètement décalées au plan social et culturel.

---

<sup>134</sup> Nous sommes à l'origine de la définition du programme des enseignements de ce CEAA-Terre, avec Patrice Doat et Hugo Houben.

Focalisée en deuxième partie sur l'étude des possibilités de valorisation des ressources en expertise d'un réseau terre français, la recherche relevait plusieurs atouts :

- un investissement ancien dont témoigne une diversité de cultures constructives ayant exploité le matériau terre pour la production d'un remarquable héritage architectural ; le territoire français, en Europe, est sans doute l'un des plus riches en déclinaison de formes d'expressions culturelles de cette tradition d'habitat rural et urbain en terre crue ; ces cultures ont été perpétuées jusqu'à une époque récente, soit au-delà de la Seconde Guerre Mondiale ;
- ce patrimoine aussi riche d'élaboration que de diversité d'expressions constitue un exemple pour la revalorisation des architectures de terre aux yeux des pays étrangers en témoignant de sa qualité constructive et architecturale associée à une large typologie d'édifices sans limitation de genre ou de classe sociale, en attestant de sa durabilité ; il constitue également un laboratoire d'étude et de recherche permettant un approfondissement des savoirs et savoir-faire sur les matériaux, techniques, dispositions constructives ; l'histoire française est d'ailleurs marquée par un très ancien investissement de recherche, depuis l'époque des Lumières ;
- un soutien politique renouvelé et important, depuis l'après Seconde Guerre Mondiale, augmenté à partir de la fin des années 1970, pour le développement d'une recherche terre nationale ; celle-ci se déployait tout d'abord sur des terrains variés de coopération nationale avec les pays du Maghreb et d'Afrique puis connaissait une amplification notoire à partir du début des années 1980 en bénéficiant du soutien de plusieurs institutions nationales<sup>135</sup> ; le montant total des ressources allouées à la relance de la filière terre en ce début des années 1980 était estimé, après un inventaire exhaustif des projets réalisés, à plus de douze millions de francs sur quatre années<sup>136</sup> ; néanmoins, il apparaît d'une importance capitale d'accentuer le soutien au développement d'une filière terre nationale en développant notamment la formation universitaire et professionnelle, autant vers un public cible national qu'international ; cela pour construire la capacité professionnelle à tous les niveaux de la filière et pour faciliter le développement d'une capacité locale d'appropriation des compétences pour la réalisation de projets de qualité.

*In fine*, sur la base d'une analyse et d'une évaluation de la situation en 1985, la recherche sur le réseau terre français permettait aussi d'identifier l'offre nationale dans un ensemble de vingt-trois domaines de compétences<sup>137</sup> jugés porteurs, par structures<sup>138</sup> et

---

<sup>135</sup> Citons ici différents ministères comme le Ministère de l'Urbanisme du Logement et des Transports (M.U.L.T.), sa Direction de la Construction et son Plan-Construction et Habitat, sa Direction de l'Architecture et son Secrétariat de la Recherche architecturale (S.R.A.). Citons le Ministère de la Recherche et de la Technologie (M.R.T) et sa Mission Scientifique et Technique. Ou encore le Ministère des Relations Extérieures (M.R.E.), le Ministère de la Coopération et du Développement (M.C.D.), sa Direction des politiques du développement et sa Direction des affaires économiques internationales (D.A.E.I.). Mais également le programme interministériel de Recherches Expérimentales en Coopération (REXCOOP). D'autres organismes ont également soutenu la recherche terre et l'expérimentation, tels l'Agence Nationale pour la Valorisation de la Recherche (ANVAR), l'Agence Française pour la Maîtrise de l'Energie (A.F.M.E.), l'Agence pour la Coopération Technique Industrielle et Economique (A.C.T.I.M.), l'Agence Coopération et Aménagement (A.C.A.) et le Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques (G.R.E.T.).

<sup>136</sup> Cet investissement, quoique relativement important, ne saurait être comparable au soutien apporté au cours des mêmes dernières années à d'autres filières matériaux et composants de construction ou énergies renouvelables telles que l'énergie solaire. Dans l'investissement « terre », la part de la recherche scientifique et technique reste importante (environ 42%), ainsi que la part absorbée par l'application opérationnelle des recherches (environ 51%) alors que la formation et l'information qui sont des axes de développement à privilégier au cours des prochaines années ne comptent que pour 7%. La hauteur de cet investissement « national » n'inclut pas le secteur privé, ni le secteur public régional ou local.

<sup>137</sup> en matière de décision ; en financement ; dans les administrations ; en matière d'aménagement ; en maîtrise d'ouvrage ; en maîtrise d'œuvre et architecture ; en ingénierie ; dans le domaine de la vérification et du contrôle technique ; dans le domaine de la direction des travaux et de la coordination des chantiers ; dans le secteur des entreprises et artisans du bâtiment ; en matière de restauration et réhabilitation ; sur les matériels et outillages des filières de production ; en recherche scientifique,



services<sup>139</sup>. On relevait aussi les priorités d'investissement qu'il conviendrait de soutenir dans les années suivantes en dégagant un plan d'action sur sept axes :

- valoriser le savoir-faire français : publication d'un catalogue des champs de compétence, structures professionnelles et services ; sa diffusion par les autorités nationales ;
- capitaliser le savoir-faire « terre » : produire une sorte de *curriculum vitae* des différents acteurs susceptibles d'être mobilisés dans la valorisation des compétences, de façon à favoriser les échanges et bien identifier l'offre sectorielle, transversale, pouvant être mutualisée ; mettre en place une banque de données ;
- organiser le milieu professionnel : faciliter la création de mini-réseaux (tables rondes, séminaires) au sein de chacun des vingt-trois domaines de compétences identifiés pour promouvoir une offre cohérente de services pouvant prendre place dans des programmes d'intervention concertée et coordonnée ;
- favoriser les échanges d'expériences : capitaliser, échanger les expériences au sein du réseau terre national et avec les partenaires des pays étrangers ; susciter les conventions d'échanges, des programmes de recherche pluriannuels liant les partenaires entre eux, des programmes coordonnant les offres sectorielles sur une problématique plus globale de développement des filières terre et chaîne de production de l'habitat ; susciter des actions pertinentes de coopération bilatérales et multilatérales ;
- élargir les champs d'intervention technique et géographique : promouvoir la diversité des compétences et de l'offre technique de service, favoriser un investissement pluridisciplinaire et une réflexion à plusieurs échelles (des matériaux à l'objet bâti, à l'établissement humain et au territoire, conserver et valoriser les patrimoines, problématiser la question du lien entre patrimoine et modernité) ; appréhender un large champ d'intervention géographique, non seulement pour assurer la viabilité d'un marché, mais aussi pour un élargissement des connaissances et des échanges d'expériences ;
- multiplier les réalisations exemplaires : sur la base du projet du *Domaine de la terre* de Villefontaine (Isère) et du projet d'*habitat social mahorais* qui bénéficient d'une reconnaissance internationale, dynamiser une politique de réalisations exemplaires notamment sur le territoire français, pour leur haute valeur d'exemplarité ;
- développer en priorité les programmes de formation : la promotion de l'offre de compétences nécessite de privilégier la formation technique pour garantir une plus large diffusion des savoirs et savoir-faire, des outils de décision, de production, de conception et de réalisation ; viser à la fois un renforcement de la capacité d'accueil des futurs professionnels étrangers dans les établissements d'enseignement supérieur et de formation professionnelle et la formation de formateurs pour faciliter une appropriation locale des savoirs et des savoir-faire ;
- soutenir le développement de la recherche scientifique, technologique et architecturale, afin de développer les connaissances, de faire évoluer les technologies, de promouvoir

---

technique et architecturale ; sur la recherche des gisements de matériaux ; dans le secteur des laboratoires d'analyses et d'essais ; en consultance internationale ; en construction en terre et risques naturels (séismes, inondation, cyclones) ; dans le domaine des études de faisabilité technique et économique ; en matière de normalisation de la construction en terre ; dans le secteur de la formation scientifique, technique et architecturale ; en matière de médiatisation culturelle ; sur les produits des filières terre ; dans le secteur des organisations non gouvernementales (ONGs).

<sup>138</sup> Entendons par là les ministères, les directions et missions ministérielles, les programmes interministériels, diverses administrations nationales, régionales ou locales, des offices publics d'aménagement, de construction, des universités et départements pouvant être concernés, des instituts d'urbanisme, des écoles d'architecture et d'ingénierie, des agences d'architecture et d'urbanisme, des centres de recherche, des experts techniques, des bureaux de contrôle, des entreprises de bâtiment, des artisans spécialisés, des industries et ateliers de fabrication de matériels de chantier ou de production, des sociétés de travaux publics et de génie civil, etc.

<sup>139</sup> L'offre d'expertise et de service relative à ces vingt-trois domaines de compétences du réseau terre français est tellement diverse que l'on ne peut la restituer ici. On se reportera au rapport de recherche édité en 1983.

---

l'innovation dans la modélisation constructive et architecturale pour la réalisation de projets d'habitat et d'établissements humains répondant aux exigences de modernité, d'accessibilité économique et de meilleure gestion énergétique.

La recherche se concluait sur un plaidoyer en faveur d'une réponse solidaire à apporter au défi international d'une croissance démographique exponentielle accusant une pénurie de logement pour le « plus grand nombre ». Elle pointait le constat dramatique du dépassement de la capacité de réponse politique, sociétale, économique et technique, face à une immense population de sans-abri et de mal-logés, au manque de ressources des pays du sud les plus directement concernés et au constat d'écart de développement de plus en plus marqués<sup>140</sup>. Elle rappelait les exhortations des organismes internationaux (Nations Unies, Banque Mondiale, Commission Economique pour l'Afrique) et les directions stratégiques qui étaient alors formulées :

- réduire le coût des constructions ;
- encourager et coordonner les recherches sur les matériaux, les techniques de construction, la conception architecturale et la planification urbaine ;
- diffuser une information pratique sur l'application des nouvelles technologies de construction ; développer des matériaux et techniques de remplacement des produits rares, faciliter l'innovation et l'adaptation aux environnements concernés ; faciliter le développement d'une production locale ;
- diffuser les résultats des recherches émanant des différents centres de recherche spécialisés dans le bâtiment ;
- dynamiser l'application des résultats de recherche en lien avec les services publics et l'industrie de la construction ;
- exploiter au mieux les ressources locales et nationales en matériaux, techniques, métiers et savoir-faire, énergies ; intensifier le meilleur emploi possible des matériaux locaux, améliorer les matériaux et les techniques de construction traditionnels ;
- réaliser des programmes de logements expérimentaux démonstratifs ;
- formuler des spécifications techniques facilitant la large diffusion de l'emploi des matériaux et procédés de production et de construction traditionnels, de remplacement ou nouveaux ;
- formuler les termes réalistes d'une coopération entre territoires et communautés humaines, en termes d'échanges multilatéraux d'expériences et de dynamisation des initiatives locales ; soutenir les pays demandeurs de technologies dans la formulation précise de leurs demandes et dans la définition de programmes de développement à long terme ;

---

<sup>140</sup> La mesure de la situation était notamment prise pour le continent africain, sur la base d'une étude réalisée en 1980 par le Centre d'Aménagement Concerté de l'Habitat et de l'Environnement (CACHE) ; in *La construction de l'habitat social dans les pays en développement*. Cette étude relevait que 37% de la population africaine, dans vingt-trois pays, avaient un P.N.B. inférieur à 1500 Francs par habitant et par an ; 27% de la population, dans seize pays, avaient un P.N.B. compris entre 1500 et 3000 Francs par habitant et par an., 25% de la population de sept pays avaient un P.N.B. entre 3000 et 6000 Francs par habitant et par an ; et seulement 11% de la même population africaine, dans seulement quatre pays avaient un P.N.B. supérieur à 6000 Francs par habitant et par an. L'estimation des besoins annuels en logements par rapport aux revenus des ménages (cinq personnes) pour le secteur urbain des pays africains était alors de 400 000 logements par an pour les ménages disposant d'un revenu annuel inférieur à 6000 Francs, 500 000 logements par an pour les ménages disposant d'un revenu annuel entre 6000 et 50 000 Francs par an, 100 000 logements pour les ménages disposant d'un revenu supérieur à 50 000 Francs par an. Ces statistiques montraient explicitement que les besoins des plus démunis (revenus inférieurs à 500 francs par habitant et par an) n'étaient même pas pris en compte alors que l'estimation globale du besoin en logements économiques des populations à bas revenus, sur le continent africain, pour l'horizon de l'année 2000, était évalué (en fait sous-évalué) à 13 500 000 unités.

- coordonner les actions aux échelles locales, nationales et internationales en établissant les bases de fonctionnement de véritables réseaux activant leurs dynamiques d'échanges ;
- former les compétences à tous les niveaux de décision et d'intervention ;
- diffuser très largement les moyens et les outils techniques et économiques avec une volonté de réduction des dépendances et de dynamisation des initiatives locales et nationales.

### **1991 - 2004 : Histoire de l'architecture de terre en Europe**

Notre contribution à l'histoire des architectures de terre dans l'espace européen a été apportée en deux temps. D'une part dans le cadre d'une recherche collective<sup>141</sup> effectuée pour le département des sciences de l'homme et de la société du Ministère de la Recherche et de la Technologie<sup>142</sup>, en 1991, et dans le cadre d'une réponse à un appel d'offres intitulé *Intelligence de l'Europe*, puis sous forme d'une nouvelle synthèse inédite proposée en 2004, dans le cadre du projet d'écriture d'un ouvrage intitulé *Habiter la terre* pour le fonds d'édition belge Mercator que l'on évoquera plus précisément par après.

Dans le cadre de la première contribution, il s'agissait de compléter un premier projet de recherche précédemment présenté au comité scientifique, qui avait été jugé prometteur, mais demandait un travail complémentaire pour recevoir un avis favorable. Cette recherche se donnait pour objectif de définir l'intelligence de l'Europe dans le domaine du développement de l'habitat économique en terre, des années 1920 au début des années 1990. Elle visait à analyser un corpus identifié d'interventions publiques<sup>143</sup> de quatre pays européens, l'Allemagne, la Belgique, la France et la Grande Bretagne, dans des programmes de construction en terre réalisés en Europe et en coopération Nord-Sud<sup>144</sup>. La problématique de cette recherche fondait le constat de l'explosion de la demande d'habitat économique au niveau mondial. Particulièrement pour les pays du Sud où le besoin de logement suivait une urbanisation croissante génératrice d'habitat précaire. Le manque de moyens des populations concernées confirmait l'intérêt d'un réemploi des matériaux locaux, dont la terre, accessible en de très nombreuses régions pour garantir une accessibilité économique au logement social décent et durable. On dressait par ailleurs le constat d'une constance des investissements européens, depuis les années 1920, dans de nombreuses recherches scientifiques et techniques, et des expérimentations de construction en terre prenant place dans des programmes d'habitat économique en terre. Le bilan de ces opérations montrait que la terre est en mesure de fournir des solutions alternatives performantes et appropriées aux besoins des usagers, mais également réalistes, dans des contextes où le besoin en logement est crucial et où l'économie est au cœur des préoccupations. Nous fondions l'hypothèse que « *l'analyse des stratégies adoptées par les pays européens lors du lancement de programmes, anciens ou actuels, des modalités pratiques de leur réalisation, de leurs dysfonctionnements et de la dynamique créée par leurs politiques dans le domaine de l'habitat économique en terre, devrait permettre, au-delà d'une connaissance fine de l'intelligence de l'Europe dans ce domaine, de mesurer les conséquences positives ou négatives de ces stratégies sur le*

---

<sup>141</sup> Nous avons participé à l'aide à la recherche documentaire, notamment pour la réunion d'un corpus de programmes et projets de construction en terre, recherches scientifiques et techniques et activités de formation.

<sup>142</sup> **CRATerre-EAG, Bardagot et al. 1991** : DOAT, Patrice (dir.), BARDAGOT, Anne-Monique (rédacteur), GUILLAUD, Hubert, HOUBEN, Hugo, ODUL, Pascal – *L'intelligence de l'Europe et le développement de l'habitat économique en terre des années 20 à nos jours*, recherche MRT, éditions CRATerre-EAG, Grenoble, mai 1989, 89 p.

<sup>143</sup> Ce corpus de programmes et de projets de construction en terre rassemblait une soixantaine d'opérations.

<sup>144</sup> Op. cit., in résumé.

*développement de la construction en terre, d'identifier les pratiques qui, dans certains cas précis, ont généré ce développement, et donc, de mieux comprendre pourquoi le matériau terre n'a jamais effectué une réelle percée<sup>145</sup>. »*

Le nouveau projet de recherche proposait de consacrer un premier temps à l'identification des politiques, des logiques et des pratiques de chacun des quatre états européens choisis, dans le domaine du développement de l'habitat économique en terre. Sur la période de 1920 à 1991, on pouvait ainsi repérer des continuités et des ruptures historiques, chronologiques, dans les manifestations concrètes des politiques et dans l'évolution des logiques d'intervention publiques de ces pays. L'analyse portait sur :

- les dynamiques institutionnelles, l'évolution de leurs politiques et de leurs objectifs au regard d'un ensemble de critères : rôle d'opérateurs variés ; pouvoir de décision ou pressions des partenaires ; développement des recherches scientifiques dans le domaine des matériaux en terre, de la construction et sur l'habitat économique ; développement des formations spécialisées en enseignement supérieur et en formation professionnelle ; développement d'actions culturelles et de diffusion de l'information ; aide financière publique et rôle des acteurs ayant influencé les décisions de financement d'un large éventail d'activités ;
- les programmes d'habitat en terre, analysés cas par cas, systématiquement et de façon approfondie en prenant en compte : la programmation, conception et réalisation ; le cadre institutionnel, les collaborations mises en place et les acteurs mobilisés ; les financements ; le contexte spécifique (géographique, historique, socio-économique et culturel), et les populations concernées avec le niveau de leur implication ; les habitats proposés et leur évaluation technique, économique et architecturale ; la gestion des compétences et des ressources locales ; les dysfonctionnements ; les facteurs de succès ou d'échec ; l'impact socioculturel des stratégies adoptées ; les répercussions des programmes réalisées sur les secteurs de production formel et informel.

Dans un deuxième temps, la recherche serait centrée sur l'analyse comparative des logiques et des pratiques, dans le développement de l'habitat économique en terre et dans les quatre pays européens choisis, de façon à mettre en évidence les caractéristiques fondamentales propres à chaque pays, les convergences et les divergences. La période la plus récente, de 1976 à nos jours, serait privilégiée. L'analyse comparative portait sur :

- la mise en perspective des programmes analysés ;
- l'analyse des stratégies de promotion du matériau terre et de mobilisation des acteurs ;
- l'analyse des modalités de circulation des idées et des experts, non seulement au sein de l'Europe mais aussi en relation avec les différents organismes des Nations Unies et avec la Banque Mondiale ;
- l'analyse de l'influence des grands débats d'idées, sur la construction économique au cours de la période ;
- l'évolution des modèles de coopération et la dynamique des changements au niveau des idées et des pratiques ;
- les nouvelles formes de coordination européenne dans des réseaux émergents.

Ce deuxième temps de la recherche donnerait l'occasion de réaliser des missions d'études dans les quatre pays afin d'enrichir la base de données, et activerait des collaborations

---

<sup>145</sup> Ibid, p. 2.

internationales avec des organismes publics, des centres de recherche et des universités déjà partenaires du laboratoire CRA Terre.

Au-delà de la reformulation d'un nouveau projet de recherche, le travail réalisé a permis d'identifier trois périodes clés, nettement différenciées, mais caractérisées toutes trois par une recherche de solutions économiques mieux axées sur les potentialités locales et les matériaux locaux, et par une concentration des programmes officiels d'habitat économique en terre. Ces trois périodes clés sont :

- La période 1920-1953 : en mettant à part l'Allemagne<sup>146</sup> qui a su remarquablement développer la construction en terre à grande échelle, le bilan concret des programmes de construction en terre dans les autres pays européens apparaît être, pour cette période, assez dérisoire et limité à quelques opérations expérimentales.
- La fin de la période coloniale : intervention des pays européens dans leurs colonies ou ex-colonies pour tenter de résoudre le problème de pénurie mondiale de logements relevé par les Nations Unies. La solution « terre » est alors considérée comme une des solutions possibles. Cette conviction est renforcée par les contraintes économiques et les prix prohibitifs des matériaux de construction importés. Mais il reste à convaincre les populations locales et les nombreux européens intervenant dans le secteur de l'habitat qui rejettent complètement le matériau terre au regard d'un habitat traditionnel considéré comme désuet et peu durable. La Belgique sera très active avec son Office des Cités Africaines (OCA)<sup>147</sup>. En France, le Bureau Central d'Etudes pour les Equipements d'Outre-mer (BCEOM) se voit confier une étude générale sur l'habitat tropical et édite en 1952 un ouvrage sur la construction en béton de terre dont il recommande vivement l'utilisation en zones rurales. Dans les années 1960, la France sera très active au Maroc pour promouvoir un habitat social en terre et contribuera à l'édition d'un important corpus d'ouvrages techniques en lien avec le Ministère de l'Intérieur du pays. En Grande Bretagne, le *War Department* suit avec intérêt le travail du *Overseas Food Corporation* sur la construction en blocs de terre stabilisée menés en Afrique de l'Est et de l'Ouest. Le *Building Research Station* réalise un bâtiment expérimental. Plusieurs projets seront réalisés en Inde après son indépendance en 1947, et dans le cadre d'une politique d'émancipation progressive des colonies d'Afrique occidentale, notamment dans la banlieue de Kumasi, au Ghana.
- Le tournant des années 1980 : la fin des années 1970 voit se développer un mouvement international en faveur des technologies appropriées (T.A.) et des matériaux locaux au sein duquel le matériau terre occupe une bonne position. Des conférences internationales organisées par les Nations Unies (Vancouver, 1976) ont un impact très important et l'année 1977 voit la création, à Nairobi, Kenya, du Centre des Nations Unies pour les Etablissements Humains-Habitat (CNUEH). En 1982, l'assemblée générale des Nations Unies décide de proclamer l'année 1987 *Année Internationale du Logement des Sans-abri*. Ces années 80 sont décisives sur une plus grande conscientisation mondiale du problème du logement du plus grand nombre et l'habitat apparaît de plus en plus comme une

---

<sup>146</sup> L'Allemagne, en effet, développait une filière terre organisée de manière globale et pragmatique. Etaient associées des activités coordonnées de recherche et d'expérimentation, de formation et de diffusion de documents techniques. Tout un réseau de conseil était mis en place. En Prusse et en Saxe, entre 1919 et 1921, près de 20 000 logements en terre étaient réalisés. Des centres de formation spécialisée sur la construction en terre sont créés à Soreau, dans les années 1920, puis à nouveau à Posen, en 1943, période de guerre durant laquelle un nombre important de bâtiments agricoles et d'habitations étaient construits en terre dans les territoires annexés par le 3<sup>ème</sup> Reich. Le gouvernement allemand réalisait aussi de nombreux équipements pour la *Reichbahn*, compagnie nationale des chemins de fer.

<sup>147</sup> La Belgique réalisera près de 24 000 logements et plusieurs centaines de commerces et ateliers en blocs de terre stabilisée, au Burundi, soit à Stanley-ville, Bujumbura et Elisabethville, à partir de 1953.

priorité pour le développement. Dès lors, on observe un grand tournant dans l'évolution des politiques de coopération des pays européens. La République Fédérale d'Allemagne intervient par le biais du GTZ (coopération allemande) qui créera le GATE, *German Appropriate Technology Exchange*. Ces organismes vont multiplier les réalisations d'habitat en terre dans les pays en développement ainsi que de puissantes Ong(s) caritatives allemandes comme *Misereor* (église catholique) et *Braut für die welt*, Pain pour le monde (église protestante). La coopération allemande sera aussi à l'origine de la mise en place, en 1989, du réseau BASIN, *Building Advisory Service and Information Network*, qui associera un partenaire français, CRA Terre, un partenaire britannique, ITDG, et un partenaire suisse, le SKAT. En France, le programme interministériel REXCOOP et le Plan Construction soutiennent de nombreuses activités de recherche et d'expérimentation sur des projets pilotes, facilitent la création de réseaux de solidarité entre chercheurs, professionnels et administrations dans le domaine de l'habitat économique. Le projet du *Domaine de la terre* de Villefontaine, en Isère, sera une réalisation phare de cette décennie, en Europe, ainsi que le programme d'habitat social en blocs de terre comprimée, sur l'île de Mayotte. La Belgique soutient de nombreuses ONG(s) pour la réalisation de projets d'établissements humains et d'habitat et des recherches menées par le *Post Graduate Centre Human Settlements* de l'Université catholique de Leuven (PGCHS-KULEuven). L'AGCD, organe de la coopération belge, participe à l'organisation de cycles de formation et attribue un grand nombre de bourses aux ressortissants étrangers des pays en développement. La Grande Bretagne apporte son soutien aux structures centrales des pays en développement. Le *British Research Establishment* et sa *Overseas Division* sont à l'origine de nombreuses actions menées par l'Etat britannique dans le domaine de la construction en terre.

La recherche sur *L'intelligence de l'Europe et le développement de l'habitat économique en terre, des années 20 à nos jours*, aura aussi identifié un premier corpus d'une soixantaine de programmes et projets de construction d'habitat ou d'équipement des communautés des pays en développement mobilisant les ressources du matériau terre. Cela dans les quatre pays choisis et dans les pays en développement où ces pays sont intervenus. Ce corpus d'opérations de construction en terre a été présenté sous forme de fiches précisant les objectifs de l'opération, le contexte, les populations concernées, les moyens mis en œuvre, la démarche de conception et réalisation, un bilan analytique de l'opération et les références documentaires.

La recherche montre que l'Europe, et plus particulièrement la France et l'Allemagne, ont œuvré avec des logiques parfois divergentes, pour une revalorisation et une amélioration des matériaux locaux et des techniques locales de construction. L'Allemagne, la Belgique, la France et la Grande Bretagne ont financé des programmes de construction en terre introduisant des améliorations et démontrant que l'emploi du matériau terre permet de réaliser des logements économiques de qualité équivalente à ceux construits en « dur » avec des matériaux conventionnels, très souvent importés et donc coûteux en devises. Il restait pourtant encore à étudier de manière approfondie les trois périodes considérées, à mesurer l'adéquation, l'apport et les limites des coopérations Nord-Sud des quatre pays considérés dans le développement de l'habitat économique, à évaluer les méthodes d'intervention et le rôle des différents partenaires, et à définir les logiques et les intérêts géopolitiques qui sous-tendent ces opérations d'habitat économique en terre. Ce deuxième temps d'analyse et d'évaluation n'a pas pu être réalisé car le nouveau projet de recherche n'a finalement pas retenu l'avis favorable du MRT. La recherche a néanmoins favorisé une avancée des

connaissances dans le périmètre d'étude défini et a apporté une contribution très importante à l'écriture de l'histoire des architectures de terre dans l'espace européen.

Les apports de la recherche sur l'intelligence de l'Europe seront repris et réorganisés dans une plus large perspective historique européenne avec un récent article que l'on a écrit en 2004, intitulé *Des architectures de terre en Europe ; histoire et patrimoine, modernité, actualité et prospective*.

Au cours de l'année 2004, mettant à profit un projet d'écriture d'un ouvrage intitulé *Habiter la terre* dont j'assure la coordination scientifique en partage avec l'architecte-urbaniste Jean Dethier<sup>148</sup> qui assure la coordination culturelle avec l'éditeur, je produis une série d'articles proposant à lire plusieurs nouvelles synthèses enrichies des apports récents de mes recherches et de celles du laboratoire CRATerre-ENSAG. Un des articles intitulé *Des architectures de terre en Europe*<sup>149</sup> permet de redéfinir une trajectoire historique plus complète depuis l'Antiquité jusqu'à nos jours et de mieux instruire un *continuum* de valorisation des cultures constructives des architectures de terre à l'échelle des territoires européens. Les apports de la recherche sur « l'intelligence de l'Europe », qui valorisait la dynamique européenne en matière de production d'un habitat économique utilisant les ressources du matériau terre, des années 1920 à 1990, sont replacés dans cette grande trajectoire qui remet en évidence l'existence d'un corpus de textes anciens et modernes<sup>150</sup> montrant ainsi la récurrence d'un intérêt porté à la construction en terre pour l'édification de l'habitat populaire au cours de l'histoire de l'Europe. L'analyse de ce corpus de textes restitue l'évidence de sauts successifs dans cet intérêt porté par une élite intellectuelle des différentes époques<sup>151</sup>. La période antique, gréco-romaine, semble être davantage attachée à deux axes d'intérêt que présente la terre crue. L'un pour l'édification d'ouvrages militaires de défense, tel que l'historien grec Hérodote<sup>152</sup> en donne des témoignages glanés lors de ses voyages en Afrique, Asie et Europe, ou encore Pline l'Ancien<sup>153</sup> évoquant les murailles de forme et les tours de guet édifiées par Hannibal au long de ses conquêtes des territoires ibériques ; ou encore César décrivant le *murus gallicus* dans *La Guerre des Gaules* ou les ouvrages militaires en bois et terre dans *La Guerre civile*<sup>154</sup>. L'autre pour l'édification des habitats ruraux et de leurs annexes agricoles, dans le cadre d'une politique de colonisation des territoires européens annexés par l'empire romain et en application de modèles constructifs et architecturaux qui connaîtront leur plein épanouissement avec la *villa* rustique organisée selon la référence au *praedium rusticum* de Caton<sup>155</sup>. Ainsi, si la *pars urbana* (habitation) des villas les plus élaborées, au-delà du I<sup>er</sup> s. ap. J-C. est peu à peu édifiée en matériaux plus nobles que la terre crue, pierres et briques cuites, la *pars agraria* (annexes et murs de clos) restera en

<sup>148</sup> Jean-Dethier, commissaire des expositions d'architecture au Centre Georges Pompidou a été à l'origine de l'exposition *Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire*, en 1981, que l'on a précédemment évoquée.

<sup>149</sup> **Guillaud 2004** : GUILLAUD, Hubert – *Architectures de terre en Europe ; histoire et patrimoine, modernité, actualité et prospective*, éditions CRATerre-EAG, Grenoble, Juin 2004, 50 p.

<sup>150</sup> Dans cet article, on a brièvement cité les principales références de ce corpus de textes anciens et modernes, ayant développé sa présentation dans d'autres écrits. Ce qui nous importait, ici, c'est bien de mettre en évidence un lignage continu d'auteurs qui semblent se passer le relais de la valorisation de la construction en terre de génération en génération.

<sup>151</sup> Ce sont principalement les auteurs des traités d'agriculture pour l'Antiquité, puis les premiers auteurs des traités d'architecture et de construction pour les époques modernes.

<sup>152</sup> **Hérodote** (484-425 av. J-C.), in *Histoires*, éditions Les Belles Lettres, Paris, 1932.

<sup>153</sup> **Pline l'Ancien** (23-79 ap. J-C.), in *Naturalis Historia*, XXXV, 169 – (trad. Paris, 1771, 1782).

<sup>154</sup> **César** (100-44 av. J-C.), in *De Bello Galico*, I, 5, 2 / II, 7, 3 / III, 29, 3 / IV, 19, 1 / VI, 6, 1 / VII, 14, 5, et in *De Bello Civili*, à propos du siège de Marseille par son général Caius Trebonius qui fit dresser des galeries, des toitures et des tours en bois et clayonnage hourdés de torchis ou de briques de terre crue.

<sup>155</sup> **Caton III<sup>ème</sup> - II<sup>ème</sup> s. av. J-C.**: *De Agricultura*.

majorité bâtie en terre crue jusqu'à la fin de l'empire<sup>156</sup>. Dans ce corpus de textes antiques, seul Vitruve donnera une certaine forme de noblesse à une architecture en briques de terre crue, les *tétradorons*, *pentadorons* et *didorons*, en évoquant des ouvrages de caractère monumental tels le mur d'Athènes, ou « *les murs du temple de Jupiter* » et « *les chapelles de celui d'Hercule* », « *la maison de Crésus à Sardes* », « *le palais du puissant roi Mausole à Halicarnasse* » et « *le palais du roi Attale, à Tralles* »<sup>157</sup>. Puis l'on ne repère pratiquement pas de textes pour la période du Haut Moyen Age, à l'exception de celui de Palladius, au V<sup>ème</sup> siècle<sup>158</sup> qui reprend les arguments de ces prédécesseurs antiques. Ce n'est que près de dix siècles plus tard<sup>159</sup>, avec la Renaissance, au XV<sup>ème</sup> siècle et au cours du XVI<sup>ème</sup> siècle, que ressurgira cet intérêt pour la construction en terre avec les références élogieuses de Alberti<sup>160</sup> vantant la résistance des bâtiments en terre au vent et à la pluie, puis du fameux traité de Charles Estienne et Jean Liébault<sup>161</sup> qui reprendra d'ailleurs le modèle romain de conception et de gestion du domaine agricole de Caton. Le lien est donc à nouveau rétabli, au delà de la rupture médiévale, entre l'Antiquité et les époques modernes qui voient se développer des exemples d'établissements villageois construits en terre, pisé et bauge, en Europe, à l'initiative d'aristocrates désirant fidéliser leur main d'œuvre agricole sur leurs terres en facilitant leur accès à la propriété d'un logement par l'accord de baux emphytéotiques<sup>162</sup>. Puis viendra le Siècle des Lumières, période qui va de nouveau être très prolifique en textes revalorisant la construction et l'architecture en terre dans l'espace européen avec notamment l'abondante production de François Cointeraux (1740-1830) et les traductions en plusieurs langues européennes de son fameux *Quatrième Cahier d'Ecole d'Architecture Rurale* (1791), que l'on a précédemment évoqué. Au-delà de l'influence internationale de Cointeraux, on rétablit le lien avec le XIX<sup>ème</sup> siècle et jusqu'aux années 1970, montrant que la construction en terre est alors dépassée par l'avènement de la construction en béton, nouvelle technologie

<sup>156</sup> Ces procédés constructifs en terre crue ont été en effet valorisés par plusieurs auteurs tels **Varron** (116-27 av. n.è.) dans son *Res Rusticae*, I, 14, 40, l'espagnol **Columelle**, au I<sup>er</sup> siècle, dans son *De Re Rustica*, X, 1, 2 et XI, 3, 2. Se reporter aussi aux travaux d'archéologie aérienne de Roger Agache, en Picardie, qui a repéré de nombreux sites de villas romaines où la construction en terre crue sur soubassements maçonnés semble dominer (in **Agache et Bréart 1983** : AGACHE, R., BREAT, B. – *La terre crue dans les constructions traditionnelles*, in Les dossiers de l'archéologie, n° 79, Paris, 1983, 90 p., pp. 16-23).

<sup>157</sup> **Vitruve I<sup>er</sup> s. ap. J.-C.** – *De Architectura* (trad. Claude Perrault 1674 – *Abrégé des dix livres d'architecture*, éd. J.B. Coignard, Livre II, 1, 3, 8.).

<sup>158</sup> **Palladius V<sup>ème</sup> s. ap. J.-C.** – *Opus agriculturae*, I, 34.

<sup>159</sup> Une recherche plus approfondie mériterait d'être développée sur cette longue période de l'histoire médiévale européenne, très obscure en textes évoquant la construction en terre crue, sur le contexte français. Cela d'autant que des recherches récentes réalisées par l'historienne de l'art Juana Font Arellano sur l'existence d'un corpus de textes hispaniques met en évidence la continuité du lignage littéraire évoquant l'*opus formarium*, ou encore *formatum* ou *formacium* correspondant au pisé. A ce propos, Juana Font Arellano fait référence au wisigoth Isidore de Séville (565-636), puis à une chronique d'un notable du X<sup>ème</sup> siècle, Al Razi évoquant les villes musulmanes et leurs enceintes de *tapia*, puis au poète, philosophe, botaniste et théologien Al Bakri, du XI<sup>ème</sup> siècle, à propos de sa *Geografia de España* où il parle de la surélévation des murs de Séville en *tapia*. D'autres auteurs sont référencés pour le XII<sup>ème</sup> siècle, tels Idrisi, puis Ibn Galib, Ibn Batuta et Ibn Jaldun au XIV<sup>ème</sup> siècle, celui-ci décrivant très précisément, dans les *Prolegómenos* de son *Historia Universal*, la façon de construire en *tapia real* (murailles en pisé stabilisé à la chaux). Citant d'autres textes, Juana Font Arellano fait le lien entre le Moyen Age et la Renaissance avec León l'Africain qui décrit les ouvrages en pisé observés lors de ses voyages au Maroc (Fes, Marrakech), et enfin avec la colonisation espagnole en Amérique latine (Cuba notamment) qui livre aussi plusieurs textes, dont celui de Bernal Díaz del Castillo, *Historia Verdadera de la conquista de la Nueva España*, rendant compte de la façon dont furent construites les villes nouvelles, en *tapia*. Voir **Font Arellano 2005**, op.cit.

<sup>160</sup> **Alberti, L.B. (1404-1472)** – *De Re Aedificatoria* (trad. J. Martin, Paris, 1553, pp. 48-49).

<sup>161</sup> **Estienne et Liébault 1564, 1763**, op. cit., Tome 1<sup>er</sup>, pp. 36-38 (éd. de 1763). Cet ouvrage a été au chevet de la grande majorité de l'aristocratie, propriétaires terriens de l'époque, et sera plusieurs fois révisé, amendé, réédité jusqu'au XVIII<sup>ème</sup> siècle. Les auteurs y fournissent une description des principales techniques de construction en terre crue, soit la bauge, le torchis et le pisé pour l'édification de murs de bâtiments de fermes, habitations et annexes agricoles.

<sup>162</sup> C'est le cas du village de Charleval, dans la basse vallée de la Durance, en France, construit en 1741 en pisé à l'initiative de César de Cadenet, Seigneur de Valbonnette ; ou encore le cas du village de Milton Abbas, construit en bauge en 1773, dans le Devon, à l'initiative du Comte de Dorchester.



préférée pour les ouvrages urbains. La culture du pisé, terre coffrée, assure pourtant la liaison avec les pisés de mâchefer (scories de hauts fourneaux) et les premiers pisés bétons des frères Coignet<sup>163</sup> compactés à la façon lyonnaise, dans des banches à pisé. L'apparition des premiers bétons armés, résultant d'une alliance stratégique entre les cimentiers et le Comité des Forges, va donner un sérieux coup de grâce à la culture constructive européenne de la terre crue. Puis, en France, la Première Guerre Mondiale, qui mobilisera notamment le corps des charpentiers détenteurs du savoir-faire du pisé pour le boisage des tranchées, et les décimera, achèvera l'œuvre de destruction rapide de cette culture constructive séculaire. La terre ne sera alors plus réservée – et souvent en mixité avec d'autres matériaux tels le béton et la brique cuite – qu'à de plus en plus rares nouveaux bâtiments ruraux sur le territoire français<sup>164</sup>, alors que ses mérites seront revalorisés sur les territoires coloniaux de la plupart des pays européens comme on l'a montré auparavant. Après un bref sursaut d'intérêt pour la reconstruction des territoires européens sinistrés par les bombardements de la Seconde Guerre Mondiale<sup>165</sup>, le renouveau européen des architectures de terre accompagnera les grands questionnements de société des années 1970 qui remettent en cause les modes de production industriels énergétivores, à la suite du premier choc pétrolier de 1973. Dès lors une nouvelle voie est ouverte qui va consolider un nouvel intérêt contemporain pour les architectures de terre, peu consommatrice d'énergies non renouvelables, offrant des arguments sérieux pour la recherche d'une nouvelle qualité environnementale de la construction, répondant à de nouvelles attentes d'une société européenne désormais conscientisée sur les enjeux de l'écologie et de la protection de la planète. Notre article écrit en 2004 montre *in fine* que malgré une nouvelle position avant-gardiste prise par la France<sup>166</sup>, dans les années 1980, un glissement d'une nouvelle dynamique dans le domaine des architectures de terre contemporaines s'est opéré à partir de cette dernière décennie vers deux pays du sud européen, le Portugal et l'Italie, l'Espagne restant encore en marge, et toujours vers l'Allemagne qui n'aura finalement pas connu de réelle rupture depuis le XVIII<sup>ème</sup> siècle. La France a du mal à rebondir sur le terrain concret des réalisations architecturales bien que conservant une forte position en matière de recherche et d'enseignement<sup>167</sup>.

On aura donc mis en évidence, avec cet article, l'existence de cinq grandes périodes historiques valorisant la construction en terre, sur les territoires européens. La première allant de l'Antiquité gréco-romaine au début du Moyen Age (V<sup>ème</sup> s. av. J-C. – V<sup>ème</sup> s. ap. J-C.)

<sup>163</sup> Les frères Coignet, d'origine lyonnaise pratiquaient le pisé. Montant ensuite à Paris où ils construisirent de très nombreux ouvrages, ils ont développé l'utilisation du béton mais en passant par une phase intermédiaire de béton damé à faible teneur en eau.

<sup>164</sup> Le patrimoine bâti rural encore observable en France est assez globalement daté de la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle. Cette situation a semble t-il moins concerné d'autres territoires européens, et notamment les pays du sud méditerranéen, un peu en décalage du développement économique des pays septentrionaux, qui continuèrent à construire en *taipa* (Portugal), en *tapia* (Espagne), en *terra battuta, massoni, mattoni, ladriri ou ladriri* (Italie) sans rupture aussi nette malgré l'introduction des nouveaux matériaux de construction industrialisés.

<sup>165</sup> Rappelons encore ici les expérimentations du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme (M.R.U.), en France, à Ivry, sur les bétons de terre stabilisée au ciment qui seront poursuivies par la construction des fermes expérimentales du Bosquel, en Picardie, sous la direction de l'architecte Paul Dufournet entre 1945 et 1946, le développement très significatif de la formation professionnelle spécialisée sur la construction en terre pour la reconstruction de milliers d'habitats ruraux, en Allemagne (notamment à l'Est).

<sup>166</sup> Position stimulée par l'exposition du Centre Georges Pompidou, puis par le projet du *Domaine de la Terre* à Villefontaine, Isère (1983-85), par le développement de la recherche scientifique et architecturale, et d'un enseignement spécialisé à l'École d'Architecture de Grenoble

<sup>167</sup> Au bénéfice de la France, on peut dire ici que la formation spécialisée de CEAA-Terre, puis de DPEA-Terre de l'École d'Architecture de Grenoble a suscité de nombreuses vocations dans ces nouveaux pays leaders où de nombreuses initiatives (création de Centre de recherche, installation d'enseignements spécialisés, animation de réseaux nationaux) ont été prises en charge par des diplômés de cette formation de 3<sup>ème</sup> cycle. Ceux-ci constituent désormais le réseau de la Chaire UNESCO Architectures de terre, cultures constructives et développement durable dont le pôle d'excellence est situé à l'ENSAG (CRATerre).

fournissant un corpus de textes que l'on situe entre Hérodote et Palladius et valorisant principalement l'emploi du matériau pour la construction rurale, dans les territoires colonisés par les grecs puis par les romains, et développant déjà les grands modèles des exploitations agricoles qui seront encore référents aux XVII<sup>ème</sup> et XVIII<sup>ème</sup> siècles. La seconde période, celle du Moyen Age, où l'on fait encore aujourd'hui le constat d'une rupture de production littéraire bien que les historiens médiévistes<sup>168</sup> et les archéologues relèvent une continuité des cultures constructives en terre crue dans l'espace européen ; une recherche devrait investir cette longue période de près de dix siècles pour tenter de réduire cette lacune de textes. La troisième période qui va de la Renaissance à la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, que l'on situe sur le corpus de textes entre L.B. Alberti et François Cointeraux et ses disciples européens traduisant ou adaptant ses écrits, période qui correspond aussi à l'achèvement des types de l'habitat rural sur les territoires européens. La quatrième période qui voit un amenuisement progressif de la culture constructive en terre crue en Europe du fait de l'émergence et du développement des matériaux de construction moderne – dont le béton - et du fait de l'impact du premier conflit mondial de 1914-18 sur la transmission des savoir-faire par les corps de métiers décimés ; cette période connaît toutefois une valorisation de la construction en terre crue dans les territoires des colonies des pays d'Europe pour l'habitat très économique (à partir des années 1920). La dernière période, des années 1970 à nos jours, qui suscite un renouveau des architectures de terre, non seulement européen, mais plus largement international, avec une nouvelle problématisation fondée sur la recherche d'une qualité environnementale où la terre, matériau naturel, trouve une bonne place, mais aussi dans les pays en développement en continuité de l'effort d'aide à l'habitat économique engagé dans les années 1920.

**1996 : Architectures de terre de France, repères de l'histoire, patrimoine traditionnel et modernité (revue portugaise *Mediterrâneo*, Université de Lisbonne)**<sup>169</sup>

Cet article a été rédigé sur demande d'une revue universitaire portugaise. Il prend place dans un ensemble de contributions de chercheurs de différents pays qui focalisent leur attention sur les architectures de terre dans l'espace méditerranéen. L'ouvrage édité fait cohabiter des recherches de nature anthropologique, archéologique et historique, architecturale et lexicographique qui concernent les architectures de terre au Portugal, en Italie, en Albanie, en Grèce antique, en Roumanie, en Sardaigne et en France. Notre contribution propose une présentation du patrimoine architectural en terre française dans une perspective historique traduisant l'existence d'une culture constructive millénaire (de l'Antiquité aux époques gallo-romaines, au Moyen Age). La présentation est élaborée à partir d'une documentation archéologique et d'un corpus d'ouvrages, de recherches et d'études sur les architectures vernaculaires régionales du territoire national. A partir d'une définition des caractères régionaux entre le Moyen Age et les époques modernes, l'article décrit les caractères des architectures rurales en terre de France et propose une classification typologique rapportée aux modes d'exploitation et d'aménagement du territoire tels qu'ils ont été analysés par la Géographie humaine (Max Sorre, Albert Demangeon), par des recherches d'inventaire (Corpus des architectures rurales) ou d'autres recherches ethnologiques (Jean Cuisenier). Une présentation des différentes techniques de construction traditionnellement

<sup>168</sup> Chapelot et Fossier 1980, op. cit.

<sup>169</sup> Guillaud 1996 : GUILLAUD, Hubert – *Architectures de terre de France : repères de l'histoire, patrimoine traditionnel et modernité*, in revue *Mediterrâneo*, *Arquitectura de Terra*, n° 8/9 Semestral, *Revistas de Estudios Pluridisciplinares sobre as Sociedades Mediterrânicas*, Instituto Mediterrânico, Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 309 p., 1997, pp. 193-236, 43 p.

---

utilisées valorise les cultures du torchis, de la bauge, de la brique crue et du pisé. *In fine*, l'article ouvre les perspectives d'une architecture de terre en cours de réactualisation.

Le propos que l'on développe dans cet article est rédigé près de quinze années après la réalisation de notre travail de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'architecte qui portait déjà son attention sur l'histoire des architectures de terre en France et que l'on a précédemment présenté<sup>170</sup>. Cette nouvelle approche est enrichie des recherches que l'on a entre temps développées sur l'analyse du corpus de textes antiques et modernes, et d'une recherche sur l'impact historique et international de François Cointeraux que l'on développe simultanément durant cette année 1996. Notre approche entend mieux cerner les rapports d'influence culturelle qui se sont développés au cours de l'histoire antique à partir des territoires de l'Europe centrale et septentrionale, d'une part, et à partir de l'espace méditerranéen, d'autre part, et qui ont été déterminants sur la définition des caractères régionaux des architectures de terre, en France. Nous relevons particulièrement l'influence des cultures constructives néolithiques en bois et terre, issues d'un fonds commun à partir du faciès culturel danubien (céramique rubanée) qui s'est étendu sur l'ensemble des territoires d'Europe centrale entre les VI<sup>ème</sup> et V<sup>ème</sup> millénaires av. n.è. et qui constituaient le creuset d'élaboration des futures architectures à ossature bois et torchis identifiées en France sur les territoires situés au nord de la Loire. Une permanence des caractères primitifs de cette culture constructive qui traversera les époques préhistoriques et protohistoriques pour affiner ses typologies constructives à partir de l'Age du Bronze (2200-1800 av. J-C.), puis durant l'Age du Fer (750-120 av. J-C.) alors que les établissements humains, de plus en plus établis en sites protégés d'*oppida*, traduisent des formes de sédentarisation plus durables préfigurant les futurs *vici* (bourgs, chefs-lieux). Une tendance qui se démarque des habitats de plaine opposant plus clairement l'émergence d'une fonction urbaine (artisanale et commerciale) à une fonction rurale (agriculture). Les territoires septentrionaux connaissent également une confrontation des cultures constructives en bois, *blockbau* et *stabbau*, d'origine germanique, et des cultures du bois et du torchis, évoluées à partir du fonds danubien, qui s'imposeront finalement beaucoup plus largement à partir du Deuxième Age du Fer ou de l'époque de la Tène (450-120 av. J-C.). Nous portons ensuite notre attention sur les caractères d'une architecture de terre méridionale qui apparaît clairement être sous influence des cultures constructives méditerranéennes dès lors que durant la fin du Premier Age du Fer ou Hallstatt (750-450 av. J-C.) puis durant la Tène, les territoires bordant le rivage méditerranéen absorbent rapidement des influences helléniques introduisant la culture constructive de la brique de terre crue, à partir des comptoirs portuaires. La civilisation des *oppida* du sud de Gaule, témoignant d'une forte densité d'établissements humains<sup>171</sup>, va adopter très vite ce matériau qui cohabitera avec le bois et le torchis, avec la bauge. Lorsque les romains vont engager leurs premières campagnes (à partir de 130 av. J-C.) visant à apporter leur protection à ces comptoirs portuaires subissant les menaces des peuples gaulois du Royaume Arverne les caractères de l'habitat en briques de terre crue et en bois et torchis sont déjà bien définis mais semblent encore correspondre à des formes rudimentaires que décrira par après César en évoquant les *vici* et *aedificia* dans sa Guerre des Gaules. La romanisation, à partir de la Narbonnaise, va rapidement faire évoluer cet habitat et l'adoption du plan italique organisé autour d'un péristyle puis d'une cour pour les nouvelles villas rurales, marquant une nouvelle étape de sédentarisation dans les territoires annexés, sera accompagnée d'une

---

<sup>170</sup> Guillaud 1980: op. cit.

<sup>171</sup> Les recherches archéologiques menées sur les territoires du sud de la France ont repéré pas moins de 277 sites en oppidum dans le Var, plus de 300 sites dans les Alpes et plus de 200 dans le Gard.

« durcification » de la construction préférant la brique de terre crue. Dans les établissements urbains, le mode de construction dominant des habitats populaires sera l'ossature bois hourdée de briques de terre crue pour des édifices de plusieurs niveaux<sup>172</sup> ou la brique crue seule pour des habitations de type villa urbaine avec des galandage en bois et briques crues pour les cloisons intérieures<sup>173</sup>. Durant les époques Gallo-romaines, cette distinction des caractères de l'habitat rural septentrional en bois et en torchis, en bauge, et de l'habitat rural méridional en briques de terre crue mais également en pisé, culture constructive introduite plus tardivement au cours du I<sup>er</sup> s. ap. J-C., perdurera mais sera par suite éclipsée par un retour à des modes de construction plus précaires, provisoires dès lors que les invasions des Alamans du II<sup>ème</sup> siècle exercent les premiers coups de boutoir sur l'empire romain occidental, déstabilisant les populations et leurs établissements urbains, marquant un retour à une vie agricole dominante. Le Haut Moyen Age semble avoir connu un retour à des formes antiques d'habitat beaucoup moins élaboré comme en ont témoigné de nombreux sites avec leurs maisons-fosses semi enterrées, en ossature grossière de bois et hourdage de torchis ou de bauge, ou même toute de bois, caractères dominants des habitats des époques mérovingiennes (VI<sup>ème</sup> - VIII<sup>ème</sup> siècles). Les époques carolingiennes (VIII<sup>ème</sup> - X<sup>ème</sup> siècle) amèneront à nouveau une évolution vers des formes d'habitat en bois et terre plus élaboré adoptant les principes des maisons à une, deux ou trois nefs tels que les archéologues et les historiens médiévistes l'ont repéré. Ce n'est qu'avec l'essor politique des Capétiens (fin du X<sup>ème</sup> s.) que l'habitat vernaculaire du territoire français va renouer avec un fond culturel antique peu à peu redécouvert réintroduisant l'emploi des matériaux de construction en terre « durs », soit la brique de terre crue et le pisé dans les territoires méridionaux, à distinguer de nouveau des systèmes en ossature bois de plus en plus élaborés évoluant des colombages à bois long vers les colombages à bois court hourdés de torchis ou même de briques de terre crue, dans les territoires septentrionaux. C'est bien cette permanence d'un double fond culturel ancré dans l'histoire des territoires septentrionaux et méridionaux qui a défini les caractères régionaux des architectures de terre françaises à la fin du Moyen Age puis aux époques modernes, à partir de la Renaissance, que l'on relève à nouveau en étayant notre lecture sur l'analyse de la documentation archéologique et historique, et sur les études d'habitat menées par les géographes et les ethnologues.

Par la suite, notre article fait un premier point de l'avancée de notre recherche sur François Cointeraux et ses influences internationales. Cette recherche sera aboutie par une publication que l'on réalisera en décembre 1997 et que l'on a précédemment présentée. Nous poursuivons cet article publié dans la revue portugaise *Mediterrâneo* par une présentation de la typologie des habitats ruraux et des cultures constructives en terre régionales, achevée au cours des XVIII<sup>ème</sup> et XIX<sup>ème</sup> siècles et telle qu'elle nous est restituée, en confirmant que les cultures constructives en terre du territoire national ne sont pas réductrices des caractères typologiques qui ont été établis par les études de la Géographie humaine. Enfin, et encore guidé par la volonté d'une mise en trajectoire qui demeure une préoccupation essentielle à nos recherches tendues vers l'écriture d'un récit de l'histoire des architectures de terre, nous proposons en conclusion une projection sur l'actualité récente évoquant la mobilisation des

<sup>172</sup> Voir à ce propos les travaux de Desbat sur *Lugdunum* (Lyon) concernant les fouilles réalisées sur les Hauts-de-Saint-Just, dans la rue des Farges, la Montée de Loyasse, au Verbe incarné, mais aussi à Vienne, Saint-Romainen-Gal et Sainte-Colombe. **Desbat 1985** : DESBAT, Armand – *La région de Lyon et de Vienne*, in DAF n°2, *Architectures de terre et de bois*, éditions de la Maison des Sciences de l'Homme, Paris, 1985, 191 p., pp. 75-83.

<sup>173</sup> Se reporter aux travaux de De Chazelles, Fiches et Poupet concernant les fouilles réalisées dans le sud de la France, à Nîmes, Narbonne, Lattes, Arles, Ruscino. **De Chazelles et al 1985** : DE CHAZELLES, Claire-Anne, FICHES, Jean-Luc, POUPET, Pierre – *La Gaule méridionale*, in DAF n°2, op. cit., pp. 61-71.

chercheurs et des constructeurs dans les années 1970-90 en faveur d'un renouveau des architectures de terre sur le territoire français, et faisons un bref état du développement de la formation universitaire et professionnelle spécialisée.

**1996 : Tradition et modernité des cultures constructives de l'architecture de terre : panorama mondial et enjeux actuels sur la recherche, la formation, la documentation et la normalisation**<sup>174</sup>.

Cet article également publié en 1996 accompagne une communication présentée lors d'un séminaire international organisé par l'*Università Degli Studi di Roma La Sapienza*, sur le thème *Habitat e architettura di Terra ; le potenzialità delle tradizioni Costruttive*. L'article est structuré en deux parties.

La première partie traite des traditions et de la modernité des architectures de terre. Elle relève les potentialités constructives et architecturales pour l'avenir en fondant les termes d'une nouvelle problématique associant étroitement « culture » et « développement ». Elle propose une approche panoramique d'un patrimoine architectural en terre universel en instruisant la valeur du legs des cultures constructives à la lumière des plus belles déclinaisons architecturales et en relevant des formes extraordinaires « d'intelligence » constructive. Elle fait ensuite état d'une présence vivante des architectures de terre qui s'inscrit dans le paysage d'une redynamisation des recherches et des échanges scientifiques au niveau international, et d'un renouveau contemporain des architectures de terre dans quelques pays phares tels que les Etats-Unis (Grand Sud-ouest), l'Australie, la France et d'autres pays européens qui semblent reprendre le relais d'une dynamique très active, tels que l'Allemagne et le Portugal. L'état de la situation est aussi proposé pour la sphère des pays en développement où le matériau terre apporte une part de réponse fiable à la demande immense d'habitat social, autant en faisabilité technique qu'en accessibilité économique et en impact sur le développement économique, monétaire et social local. Cette réponse est située au regard des exhortations des grandes organisations internationales onusiennes en faveur d'un réemploi massif des matériaux locaux et d'un développement local endogène fondé sur la formation de la capacité professionnelle locale, au regard de l'analyse de grands politologues<sup>175</sup>, ainsi qu'au regard de plusieurs initiatives gouvernementales, telles celle développée par la France sur l'île de Mayotte, ou l'engagement de projets en Inde<sup>176</sup> ou en territoires africains<sup>177</sup>.

---

<sup>174</sup> **Guillaud 1996** : GUILLAUD, Hubert – *Tradizione e innovazione ; Tradition et modernité des cultures constructives de l'architecture de terre : panorama mondial et enjeux actuels*, in Séminaire *Habitat e Architettura di terra ; le potenzialità delle tradizioni costruttive*, Università Degli Studi di Roma La Sapienza, Rome, octobre 1996, pp. 57-85, 28 p.

<sup>175</sup> Nous faisons ici référence à la célèbre politologue Susan George, devenu par la suite l'un des chef de file du mouvement altermondialiste et qui, dans un ouvrage écrit en 1990, intitulé *Jusqu'au cou* (éditions La Découverte), analyse la situation de la dette dans les pays du Sud et formule les bases d'une problématique de réponse positive en proposant des solutions de remboursement en valeur « créative » ou « en nature », et non strictement monétaire. A l'issue de son analyse, Susan George envisage un ensemble de onze recommandations visant à impulser un programme cohérent de développement des sociétés les moins avancées. L'une de celles-ci stipule clairement qu'il faudrait développer « l'étude et les relevés (et, si nécessaire, l'amélioration) des techniques de construction locales, en particulier l'architecture de terre – pisé ou « banco » - et de nouvelles constructions, en particuliers de bâtiments publics, employant ces techniques. »

<sup>176</sup> En Inde, en 1980, Indira Gandhi déclare sa faveur pour l'amélioration des acquis culturels en matière d'habitat traditionnel peu consommateurs d'énergie, facteur important de la dette du pays. Cette prise de position sera à l'origine d'un vaste programme de création de *building centres* régionaux (centres de construction et de formation), piloté par l'organisation nationale HUDCO (*Housing and Urban Development Corporation*) qui vont promouvoir très activement l'emploi des matériaux locaux dont la filière blocs de terre comprimée. Symboliquement, la dépouille d'Indira Gandhi, après son assassinat en 1990, a été momentanément déposée dans un bâtiment mémorial qui a été construit en blocs de terre comprimée par l'ONG indienne *Development Alternatives* et situé à proximité de la célèbre *Indian Gate*, à New Delhi.

<sup>177</sup> Au Burkina Faso, un projet visant la promotion des matériaux locaux pour la réalisation des écoles primaires en milieu rural est lancé en 1990 à l'initiative du Ministère de l'Enseignement de Base et de l'Alphabétisation de masse et son Bureau

La deuxième partie de l'article porte sur les enjeux actuels dans les domaines de la recherche, de la formation, de la documentation et de la normalisation, faisant également un bilan historique pour ces quatre domaines et sur les quinze dernières années (1980-1995). Il s'agit de proposer une base de réflexion stratégique pour une intégration réaliste et viable du potentiel très prometteur des architectures de terre au plan économique et social (artisanat, industrie et emploi), environnemental et culturel (écologie et question de la revalorisation des patrimoines). Notre proposition de stratégie est construite sur les quatre axes préalablement évoqués.

- **1<sup>er</sup> Axe : en matière de recherche scientifique et architecturale**, nous refaisons le point sur la recherche exploratoire que l'on avait réalisée en 1982-83<sup>178</sup> et évaluons son impact avec le décalage de près de quatorze années sur le développement concret des priorités de recherche (absolue, très forte, forte) que l'on avait alors identifiées dans trois domaines : les recherches fondamentales, les recherches opérationnelles et les recherches architecturales.

Reprenant le domaine des **recherches fondamentales** qui pointait une forte priorité pour les recherches sur la protection des surfaces en terre, la caractérisation du matériau, la stabilisation, nous constatons que :

- o des avancées ont été opérées sur la connaissance des caractéristiques du matériau, notamment au plan mécanique, hydrique et physique, même si une focale a été plus particulièrement portée sur le bloc de terre comprimée, négligeant les autres matériaux de construction en terre, l'adobe et le pisé commençant à mobiliser l'intérêt de la communauté scientifique ; par contre les caractéristiques thermophysiques du matériau restent encore insuffisamment explorées ce qui apparaît très contradictoire au regard d'une recherche d'économie des énergies ;
- o beaucoup de recherches sont en cours de développement sur la protection des surfaces et les enduits avec notamment des programmes de tests sur des murets témoins exposés aux agents climatiques et faisant l'objet d'un programme de monitoring pluriannuel<sup>179</sup> ; on commence à être en mesure de mieux connaître le comportement des enduits, peintures et badigeons à base de liants hydrauliques conventionnels (ciment, chaux, plâtre) alors que tout doit être encore exploré dans le domaine des enduits à base de terre ; des recherches sont développées depuis la fin des années 1980 aux Etats-Unis sur la protection de surface à partir de produits chimiques (polymères, acryliques, etc.) ; les résultats ne sont pas encore connus.

Reprenant le domaine de la **recherche opérationnelle** qui relevait des priorités absolues sur les éléments de construction, et particulièrement sur les toitures en terre, les solutions de franchissement et couvertures en arcs, voûtes et coupes, des priorités très fortes sur la production des blocs de terre comprimée (presses, modes de séchage, stabilisation, contrôle de qualité), sur les modes de mise en œuvre des protections de surface par

---

du Projet Education III. CRATerre est chargé de mission pour développer une étude sur les savoir-faire locaux développant les ressources constructives et architecturales du matériau terre et de concevoir les premières propositions de projets de bâtiments scolaires. Ce projet sera ensuite étendu à la problématique de l'habitat et des équipements des communautés locales (dispensaire, centres sociaux, marché) avec l'engagement du projet Locomat qui retiendra l'expertise de CRATerre pendant près de 15 ans.

<sup>178</sup> CRATerre, Houben, Guillaud et al 1983 : op. cit.

<sup>179</sup> Un programme de ce type a été lancé en 1985 à Grenoble, dans le cadre d'un partenariat de recherche pluriannuel entre CRATerre et le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). Ce programme a toujours cours.

enduits, peintures et badigeons, des priorités fortes sur la production d'autres matériaux tels l'adobe et le pisé, nous faisons le constat suivant :

- les recherches opérationnelles sur les stabilisants les plus connus, ciment et chaux, ont été considérablement développées avec la technologie du bloc de terre comprimée ;
- les recherches sur les matériels de production, avec l'ouverture des marchés, favorisent un réel progrès technologique associé à une diversification du potentiel ;
- les recherches opérationnelles sur les toitures en terre montrent que les solutions en arcs, voûtes et coupoles ont la faveur de nombreux maîtres d'œuvre ; ces solutions sont techniquement faisables et facilement transférables par la formation ; toutefois, la question de leur faisabilité économique et de l'acceptabilité culturelle comme climatique n'est pas suffisamment traitée<sup>180</sup> ; sur les autres types de toitures en terre, plates (terrasses sur voûtains) ou inclinées (gazonnées ou à éléments sur chevrons), très peu a été engagés depuis 1982 à part quelques projets expérimentaux qui ont permis de tester quelques structures innovantes (solutions de voûtains en blocs de terre comprimée, de hourdis en terre-paille armée<sup>181</sup>, p.e.),
- une avancée décisive a été réalisée au cours de la dernière décennie des années 1980, sur la technologie du bloc de terre comprimée ; le lancement régulier, sur le marché, de presses et autres matériels de production périphériques (broyeurs, cribleurs, malaxeurs) offre désormais une gamme très complète de matériels de production caractérisés par une grande flexibilité d'utilisation, de l'échelle artisanale à l'échelle industrielle ; la question du contrôle de qualité de ces matériels reste encore posée<sup>182</sup> ;
- peu de recherche opérationnelle a été engagé concernant la production du pisé (coffrages et outils du compactage) et de l'adobe alors que ces deux technologies

<sup>180</sup> La nécessité d'employer une main d'œuvre spécialisée et le degré de sophistication des structures en arcs, voûtes et coupoles peut grever leur coût d'exécution. Sur l'aspect culturel, ces solutions de couvertures en voûtes et coupoles sont souvent associées dans l'imaginaire collectif aux ouvrages de caractère religieux, églises, cathédrales, mosquées et leur adaptabilité à l'habitat soulève des problèmes. Au plan climatique, si ces structures peuvent convenir en des climats semi-désertiques ou désertiques, leur étanchéité est toujours une contrainte sous climat pluvieux. Le lancement récent, au début des années 1990, d'un nouveau programme au Niger, intitulé « Construire sans bois » et piloté par l'ONG *Development Workshop* spécialiste de ces structures en arcs, voûtes et coupoles, pointe la nécessité de prendre en compte six aspects jugés très importants : 1 – l'aspect socioculturel : analyse de la demande et acceptabilité populaire ; 2 – l'aspect économique : standing des constructions, coûts, accessibilité, crédits, état du marché ; 3 – les aspects techniques : matériaux des structures et d'étanchéité, résistance, normes en vigueur ; 4 – l'aspect climatique et géographique : nature du climat, risques naturels tels que séismes ; 5 – l'aspect institutionnel/public/privé : les rôles, les politiques, les moyens et les capacités ; 6 – l'aspect formation et savoir-faire : niveau, expérience, capacités de formation et de transfert.

<sup>181</sup> Ces recherches sur les voûtains en BTC ont été effectuées au Maroc dans le cadre d'un projet REXCOOP lancé en 1983, avec le suivi de CRA Terre que je représente sur le terrain auprès des partenaires marocains. Elles sont poursuivies avec un autre projet réalisé en Arabie Saoudite et s'avère assez concluantes quant à la faisabilité technique. Les recherches opérationnelles sur les éléments de plancher et de couverture rampante en terre-paille sont alors très développées en Allemagne et très prometteuses.

<sup>182</sup> Notre équipe CRA Terre a complètement pris en charge ce développement de la technologie du bloc de terre comprimée entre les années 1987 et 2000 et réalisera plusieurs publications avec le soutien du GATE/GTZ (coopération allemande) et du Centre pour le Développement de l'Industrie de l'Union Européenne (CDI/UE). Citons les titres de ces ouvrages : **Houben et Verney 1987** : HOUBEN, Hugo, VERNEY, Pierre-Eric – *Construction en terre crue ; les matériels français*, éditions CRA Terre, Grenoble, 1987, 81 p. ; **Houben et Verney 1988** : HOUBEN, Hugo, VERNEY, Pierre-Eric – *Blocs de terre comprimée : choix du matériel de production*, éditions du CDI, Bruxelles, 1988, 72 p. ; **Guillaud et al. 1995** : GUILLAUD, Hubert, ODUL, Pascal, JOFFROY, Thierry – *Blocs de terre comprimée ; conception et construction, Volume II*, éditions GATE/GTZ, Eschborn, 1993, 155 p. ; **Rigassi 1993** : RIGASSI, Vincent – *Blocs de terre comprimée : la production des matériaux, Volume I*, éditions GATE/GTZ, Eschborn, 1993, 105 p. ; **Houben, Rigassi et al. 1994** : HOUBEN, Hugo, RIGASSI, Vincent, BOUBEKEUR, Sid, GARNIER, Philippe, – *Blocs de terre comprimée : équipements de production*, éditions du CDI, Bruxelles, 1994, 149 p. ; **Houben, Rigassi et al. 1998** : HOUBEN, Hugo, RIGASSI, Vincent, DOAT, Patrice, GUILLAUD, Hubert, D'ORNANO, Sébastien, DOULINE, Alexandre, GARNIER, Philippe – *Blocs de terre comprimée : normes*, éditions du CDI, Bruxelles, 1998, 142 p. ; **Houben, Rigassi et al. 2000** : HOUBEN, Hugo, RIGASSI, Vincent, BOUBEKEUR, Sid – *Blocs de terre comprimée : procédures d'essais*, édition du CDE, Bruxelles, 2000, 121 p.

connaissent des évolutions spectaculaires associées à un renouveau des réalisations architecturales de grande qualité (Allemagne, Australie, Etats-Unis)<sup>183</sup>.

Reprenant le domaine des *recherches architecturales*, on doit relever que la dernière décennie de la fin des années 1980 à la mi-90 n'a pas réellement avancé, les aspects technologie de production et de construction ayant largement pris le dessus. Pourtant, il convient alors de pointer quatre directions de recherche appréciées comme essentielles :

- la recherche sur les dispositions constructives du projet d'architecture de terre ; si les dispositions du projet en maçonnerie de petits éléments (briques d'adobe, blocs de terre comprimée commencent à être couvertes par une littérature spécialisée assortie d'études de cas de projets d'habitat et de bâtiments publics, très peu a été développé sur les dispositions du projet d'architecture en pisé. Cela est d'autant plus dommageable que cette architecture est en train d'être entièrement révolutionnée par l'évolution rapide de la technologie de construction.
- la recherche architecturale sur les cultures constructives « vivantes » du monde constitue toujours une grande priorité ; d'une part pour faire état de cultures constructives qui sont menacées de disparition rapide, dans beaucoup de pays, et qu'il faut absolument inventorier ; d'autre part pour valoriser un énorme potentiel de savoir et de savoir-faire applicable sur le terrain de la production d'une architecture d'habitat économique dans les situations de développement ; plus qu'une recherche « académique » sur les typologies des dispositions constructives et des architectures, la recherche doit appréhender la question des pratiques « situées » de conception et d'exécution en prenant en compte les dimensions culturelle, technique, économique et sociale, en analysant les tendances d'évolution de ces architectures de terre situées sous la pression des modèles internationaux ;
- la recherche architecturale sur l'habitat économique que l'on doit corréliser aux deux directions précédentes et qui doit aussi être pleinement « située » dans les contextes d'application, soit les pays en développement ; il s'agit de bien analyser les pratiques liées à la production de cet habitat, les tendances lourdes d'évolution des sociétés locales (attentes, besoins, moyens), les potentiels locaux utiles au plan des matériaux, des technologies, au plan économique (marchés locaux, filières et emplois), social et culturel (intégration dans un processus de développement tout en valorisant les identités culturelles), de façon à mieux garantir des réponses de qualité conçues et produites *in situ* (et non transférées) ;
- La recherche sur les architectures de terre en régions exposées au risque sismique ; c'est en effet une préoccupation devenue majeure pour de nombreux gouvernements de pays frappés de façon récurrente par des catastrophes naturelles, séismes et risques collatéraux tels que glissements de terrain, inondations (effet tsunami dans les régions côtières) ; nous faisons alors le constat d'une recherche qui est en cours de

---

<sup>183</sup> En effet, le procédé de coffrage en bois à progression linéaire pour réaliser des pisés de facture traditionnelle, bien que demeurant dans beaucoup de cultures du monde, est largement dépassé par une nouvelle génération de coffrages grimpants adopté par tous les bâtisseurs contemporains et permettant de réaliser des murs trumeaux indépendants. La conception architecturale des ouvrages en est complètement changée. Certains constructeurs imaginent même des procédés de construction en pisé préfabriqué, tel Nicolas Meunier, en France, qui vont révolutionner la technologie et seront portés à leur pleine évolution avec les travaux du constructeur autrichien Martin Rauch. Aux Etats-Unis, le constructeur David Easton (*Rammed Earth Works*) expérimente le pisé projeté à haute pression. Sur la technologie de l'adobe, on observe peu d'avancée, les Etats-Unis et l'Australie étant les seuls pays à développer une production industrielle à grande échelle selon un procédé qui avait déjà été imaginé au début du XX<sup>ème</sup> siècle par l'Allemand Hans Sumpf, installé à Fresno, Californie, et des procédés dérivés. Seul un Allemand, Peter Breidenbach, se lance dans la production de petites briques d'adobe (au format des briques cuites) avec une filière industrialisée et une cure de séchage en étuve, similaire à celle employée pour les blocs d'agglomérés de granulats et ciment.



développement, à partir de pôles tels que le Pérou et les Etats-Unis, l'Italie, la Turquie, l'Iran mais qui, à part l'investissement péruvien et étasunien, ne concerne pas la construction et l'architecture en terre ; les tendances sont au renforcement des structures (maçonnerie armée, chaînages, confinement par maillage métallique ou *strapping*) et se développent au détriment d'une approche de la stabilité des ouvrages (dispositions constructives, rapport entre structure et forme), et de l'inventaire de multiples formes d'intelligence de réponse qui ont été apportées par les cultures constructives traditionnelles dans de nombreuses régions du monde exposées à ces risques<sup>184</sup>.

Nous concluons alors cette révision de l'état du développement de la recherche en insistant sur la nécessité d'un développement plus globalisant et coordonné, au plan international, par la mise en place de plate-formes, de commissions techniques, de réseaux, nous inspirant du travail auquel participe activement notre laboratoire CRA Terre, à partir de 1987, sur la technologie du bloc de terre comprimée qui, à l'évidence, sur dix ans, a porté ses fruits. Il s'agit de la mise en place d'une commission technique internationale, au sein de la RILEM (Réunion Internationale des Laboratoires d'Essais et de Recherche sur les Matériaux et les Constructions) et du Conseil International du Bâtiment pour la Recherche, l'Etude et la Documentation (CIB).

- **2<sup>ème</sup> axe : en matière de formation universitaire et professionnelle**, l'article proposé lors du séminaire de 1996 à l'Université de Rome *La Sapienza* fait le point sur l'offre actuelle et les voies futures dans les pays industrialisés et les pays en développement :
  - o dans les pays industrialisés, même si la préoccupation d'une formation spécialisée sur la construction en terre a été relevée, dès le XIX<sup>ème</sup> siècle en France<sup>185</sup>, puis au cours de la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, en Allemagne<sup>186</sup>, elle apparaît alors insuffisamment développée face à un besoin mondial de construction de la capacité professionnelle dans le domaine ; notre équipe CRA Terre a été à l'origine de la création de la première formation supérieure spécialisée de 3<sup>ème</sup> cycle, en 1984, avec la mise en place du CEAA-Terre, à l'EAG. On observe aussi d'autres percées timides de

---

<sup>184</sup> Nous sommes en 1996 et nous avons déjà pointé cette question de la recherche architecturale pour améliorer la réponse au risque sismique, tout en valorisant l'emploi des matériaux et cultures constructives locales, lors de la Conférence internationale Terra93 qui s'est tenue 3 ans auparavant à Silves, Portugal (voir rapport d'introduction au thème Histoire des Architectures de terre in Actes de la conférence Terra93). L'Italie a pris les devants, concernée par sa mémoire du risque sismique (Abruzzes), avec les études réalisées par le Centre de Recherche de Ravello proposant un atlas des cultures constructives parasismiques. Mais il est étonnant de constater que le caractère essentiel de cet axe de recherche sera encore relancé par des chercheurs et praticiens chiliens, lors de la dernière conférence Terra2003 qui s'est tenue à Yazd, Iran et qui précédait de 1 mois le drame qui a frappé la ville de Bam. Dès lors la mobilisation internationale, à l'initiative de l'Iran, s'est organisée et plusieurs projets de recherche visant à mieux comprendre l'intelligence des cultures constructives traditionnelles en terre et autres matériaux locaux face au risque sismique, ont été lancées. Depuis Bam, notre équipe CRA Terre est mobilisée sur plusieurs contextes d'études visant à améliorer les dispositions constructives traditionnelles des ouvrages en terre et autres matériaux locaux, soit en Iran, au Pakistan et au Maroc.

<sup>185</sup> On relève encore ici les initiatives prises par François Cointeraux, en France qui a successivement fondé quatre écoles d'architecture rurale principalement destinées à la promotion de son « nouveau pisé », à Grenoble, à Vaise puis à Paris.

<sup>186</sup> En Prusse, David Gilly, traducteur de François Cointeraux et fondateur de la *Bauakademie* de Berlin avait suivi son exemple. Ce n'est qu'à partir des années 1920 que l'Allemagne reprend le flambeau, à partir des régions de Prusse et de Saxe où plusieurs auteurs produisent des ouvrages techniques sur la construction en terre (Engelhardt, Jobst, Kuntzel, Ritgen) et encouragent la création d'écoles spécialisées, l'organisation d'un réseau de conseil rattaché au Centre de recherche géologique de Berlin. Ainsi va naître l'école de Sorau qui sera à l'origine de la construction de plusieurs milliers de logements sociaux en terre. Cette préoccupation sera reprise par l'Allemagne durant la Seconde Guerre Mondiale de façon à promouvoir la construction en terre dans les territoires annexés par le III<sup>ème</sup> Reich. Puis aux lendemains de la guerre pour la reconstruction avec des associations prenant le relais dont l'une bien identifiée, à Sachsen, qui sera aussi à l'origine de la réalisation de plusieurs milliers de logements en RDA, à la périphérie de Berlin. Puis ces initiatives n'ont pas été poursuivies dès lors que l'Allemagne reconstruisait son potentiel industriel dans le secteur du bâtiment.

développement d'une formation spécialisée autour de quelques universités européennes : au GHK de Kassel, en Allemagne, et avec la mise en place d'un réseau allemand des constructeurs en terre, le *Dachverband Lehm* ; en Italie dans les universités de Turin, Milan et Udine ; en Espagne avec le Centre de Navapalos dans la province septentrionale de Soria ; et en Belgique avec le PGC-HS de l'Université de Leuven ; au Portugal, suivant la Conférence Terra 93, où la DGEMN (*Direção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais*) prend l'initiative de création d'un cours spécialisé de 3 ans pour maîtres de construction civile traditionnelle, dans l'Ecole Nationale des Arts et Métiers Traditionnels de Serpa (province de Beija, au centre sud)<sup>187</sup> ; ailleurs, comme aux Etats-Unis par exemple, ce ne sont que des *workshops* (ateliers) de quelques jours ; à partir de 1989, dans le cadre du Projet GAIA de préservation des architectures de terre lancé à l'initiative de notre équipe CRATerre en partenariat avec l'ICCROM, plusieurs cours internationaux vont être organisés qui préfigurent un 1<sup>er</sup> Cours régional panaméricain en cours d'organisation, cette année 1996 ; malgré une relance réelle de l'investissement en formation spécialisée, face à une demande internationale de plus en plus pressante, l'offre des pays industrialisés paraît encore très insuffisante ;

- dans les pays en développement, force est-on alors de constater qu'il n'existe pas encore suffisamment de structures proposant un programme d'enseignement académique sur la construction et l'architecture en terre ; par contre, plusieurs initiatives de formation professionnelle ont été prises à partir du début des années 1980 ; de telles actions, repérées au Mexique et dans quelques rares pays africains<sup>188</sup>, prennent plutôt le caractère d'ateliers ponctuels ou sont intégrées au développement de projets expérimentaux mais ont du mal à être institutionnalisées et dotées des moyens nécessaires pour leur inscription dans une trajectoire durable ; à partir de 1988, avec l'appui de la coopération française, CRATerre engage un programme de développement de la construction en blocs de terre comprimée au Nigeria, en partenariat avec la Commission Nationale des Musées et Monuments du pays. Ce programme aboutit à la mise en place, dans la ville de Jos, Etat de Plateau (nord) du *Centre for Earth Construction Technology*, le CECTech<sup>189</sup> ; en Algérie, le CNERIB, à Alger, prépare la mise en place d'un programme de formation avec l'appui de CRATerre mais les événements d'Algérie en ce début des années 1990 empêchent de le concrétiser. De même, en Inde, CRATerre apporte son appui à la *Housing and Urban Development Corporation* (HUDCO) pour le lancement d'activités de formation<sup>190</sup> dans son réseau national de *Building Centres* ; un membre de CRATerre, Serge Maïni, installe un centre spécialisé de formation et documentation à Auroville,

<sup>187</sup> J'ai personnellement coordonné la définition du programme pédagogique de ce cours de trois ans qui comptait 270 heures d'enseignement théorique et 990 heures d'enseignement pratique.

<sup>188</sup> Au Mexique, la CONESCAL, organisme chargé du développement des infrastructures scolaires en milieu rural, entend mobiliser les ressources de la culture constructive en adobe ; elle fait appel à CRATerre, au début des années 1980, pour définir un programme de sensibilisation et réaliser une première action de formation. En Afrique, au Togo, le CCL de Cacavelli ainsi qu'au Burkina Faso, le CNPAR, ont engagé des actions de formation des professionnels mais celles-ci ont périclité, faute de moyens à la hauteur des objectifs poursuivis.

<sup>189</sup> J'ai été chargé, pour CRATerre, de développer ce programme au Nigeria et contribué à la mise en place du CECTech en réalisant deux cours nationaux sur la technologie du bloc de terre comprimée à la fin des années 80 et au début des années 1990. Le directeur de ce Centre a été formé dans le cadre de notre CEAA-Terre, formation de 3<sup>ème</sup> cycle spécialisée, à l'EAG. Le CECTech est une structure qui fonctionne encore à ce jour et propose régulièrement des sessions de formation aux entreprises de bâtiment et aux architectes du Nigeria.

<sup>190</sup> Je participe à la réalisation d'un premier cours national, avec deux de mes collègues de CRATerre, Dario Angulo et Serge Maïni, au *Nizamudin Building Centre* de New Delhi et prépare un manuel de formation.

près de Pondichéry<sup>191</sup> ; puis, les premières années 1990 connaissent une nouvelle dynamique de formation grâce à des initiatives prises par plusieurs des diplômés de notre formation de 3<sup>ème</sup> cycle de CEAA-Terre qui engagent des activités dans leurs pays : au Pérou, au Brésil, en Argentine, au Mexique, au Venezuela ; l'année 1994 voit également le lancement d'un programme de formation des architectes et techniciens de la construction, à Cuba, piloté par notre équipe avec le soutien de la coopération française<sup>192</sup> ; au Maroc, nous accompagnons la définition d'un projet d'Institut de la Construction en terre qui sera opérationnel, à Marrakech, pendant une dizaine d'année, dirigée par un jeune architecte formé à Grenoble ; mais, le soutien politique viendra à manquer ;

- bien que semblant se redéployer dans le monde, l'effort d'investissement en formation au milieu de ces années 1990, est encore bien insuffisant ; nous relevons encore cet enjeu capital de la création de centres de formation professionnelle et de l'intégration de programmes d'enseignement spécialisé sur la construction et les architectures en terre dans les *curricula* des facultés d'architecture et d'ingénierie des pays en développement ; il convient aussi d'accompagner la demande de plus en plus pressante de programmes et de documentation pédagogiques, de matériels didactiques et de leur adaptation multilingue ; mais pour cela, un nouveau seuil de conscientisation et d'appui à l'investissement des milieux politiques doit être franchi ; la formation des formateurs apparaît alors être l'un des axes à privilégier afin de renverser la dynamique de transfert, du Nord vers le Sud, au profit des initiatives et des dynamiques locales et des échanges en réseau Sud-Sud ; une coordination internationale du développement des actions de formation doit être concrétisée<sup>193</sup>.

- **3<sup>ème</sup> axe : en matière de documentation et de diffusion de l'information technique,** plusieurs constats peuvent être dressés à mi-parcours de ces années 1990 :

- il existe un fonds documentaire immense qu'un long et patient travail d'identification et de collecte a permis de réunir au Centre de documentation du CRATerre dans ses locaux de Villefontaine ; ces milliers de références bibliographiques et une vaste médiathèque audiovisuelle sont enrichies au fil des ans, au gré du déploiement des activités de recherche, de formation et de projets que mène le laboratoire, dans le monde ; pourtant, l'accessibilité à ce fonds reste réservée aux chercheurs du laboratoire, aux étudiants du 3<sup>ème</sup> cycle CEAA-Terre et à quelques doctorants co-dirigés avec des universités partenaires de pays étrangers disposant de bourses de

---

<sup>191</sup> Désormais dénommé *Auroville Earth Institute*, ce centre est aujourd'hui considéré comme l'un des plus importants dans la sphère asiatique. Il a contribué au développement de nombreux projets qui ont obtenu plusieurs récompenses nationales et internationales.

<sup>192</sup> Ce programme, dont j'assure la coordination, est mené avec l'ONG cubaine Habitat-Cuba qui a délégué la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre du Ministère de l'Habitat cubain. Nous réalisons successivement deux cours nationaux sur la construction en terre pour l'habitat, à Holguin, puis à Santiago de Cuba en 1995 et 1997. Ce programme sera à l'origine de la formation du réseau national des architectes de la communauté qui compte sur l'existence d'une centaine de bureaux dans l'île développant un appui technique aux populations locales pour l'amélioration de leur habitat. Nous laissons à la disposition de l'ONG cubaine partenaire toute une documentation pédagogique et du matériel didactique.

<sup>193</sup> C'est au cours de cette année 1996 qu'émerge l'idée de constitution d'un réseau international de formation sur la construction et l'architecture en terre. L'UNESCO est approché et la Division de l'Enseignement Supérieur propose à CRATerre de prendre la responsabilité d'une Chaire UNESCO chargée de promouvoir une politique de délocalisation internationale des activités d'enseignement académique, de formation professionnelle et d'appui au développement de la recherche. Cette Chaire UNESCO « Architectures de terre, cultures constructives et développement durable » sera effectivement installée à l'EAG en 1998. Elle rassemble aujourd'hui 25 entités partenaires dans le monde qui développent des activités pédagogiques et apportent un soutien à la recherche scientifique, technologique et architecturale. J'assure actuellement la coordination de ce réseau après mon collègue Hugo Houben.

recherche ; l'enjeu d'une plus large ouverture d'accès à ce fonds exceptionnel est majeur mais n'a toujours pas été résolu, faute de moyens adaptés<sup>194</sup>.

- beaucoup a été fait depuis le début des années 1980 pour produire des bibliographies de référence multilingue auxquelles CRATerre a largement contribué<sup>195</sup> ; il conviendrait désormais de proposer un véritable thesaurus plurilingue et à multiples entrées thématiques et géographiques.
- la production d'ouvrages sur la construction et l'architecture en terre a connu une période favorable à partir de la fin des années 1970, au cours des années 1980 et en ce début des années 1990 avec plusieurs ouvrages réalisés par CRATerre ou auquel le laboratoire a contribué et ayant fait l'objet de traductions en langues étrangères<sup>196</sup> ;
- le catalogue d'éditions techniques sur la technologie du bloc de terre comprimée est le plus complet qui soit grâce aux soutiens qui ont été apportés à CRATerre par la coopération allemande et par le Centre pour le Développement de l'Industrie (CDI-UE), puis de l'Entreprise (CDE-UE), de l'Union Européenne<sup>197</sup>.
- les publications sur les patrimoines vernaculaires des architectures de terre dans le monde sont plus nombreuses et très irrégulières en qualité ; on note toutefois un excellent travail qui a été fait au Nigeria, à l'initiative du Professeur Zbigniew Dmochowski<sup>198</sup>, universitaire polonais (Gdansk) qui a produit un inventaire complet des architectures traditionnelles en terre de ce vaste pays ; d'autres pays témoignant d'une culture architecturale remarquable, comme le Yémen, sont couverts par un large catalogue d'édition ; mais globalement, la présence des architectures de terre dans les ouvrages traitant des patrimoines architecturaux traditionnels est très souvent occultée au regard de cultures constructives appréciées comme plus nobles, celles de la pierre, de la brique cuite ou du bois ; ce n'est que plus récemment que l'on observe le

---

<sup>194</sup> Le laboratoire a rémunéré une documentaliste pendant près de 10 années et assurait également la diffusion d'un Bulletin d'information semestriel, dont j'ai assuré la coordination rédactionnelle sur une période de près de quinze ans et qui est devenu une tribune d'expression pour les chercheurs et praticiens du monde entier. Cette entreprise n'a pu être prolongée au-delà du milieu des années 1990 car la charge financière était trop lourde. Les demandes répétées pour l'obtention d'un poste de documentaliste attachée au laboratoire n'ont jamais été satisfaites.

<sup>195</sup> La première bibliographie repérée, sur la construction en adobe a été commise aux Etats-Unis par Rex Hopson et éditée à Albuquerque, Nouveau Mexique au début des années 1980. Puis CRATerre (Hugo Houben) a collaboré à une bibliographie sur la construction en pisé, projet lancé à l'initiative de David et Lydia Miller, fondateurs du *Rammed Earth International Institute*, à Greeley, Colorado. Par suite, au cours des années 1990, CRATerre a produit deux autres bibliographies pour le compte du Centre des Nations Unies pour les Etablissements Humains-Habitat, puis pour la GATE/GTZ, organe de la coopération allemande. En 1993 une bibliographie sur la conservation des architectures de terre était produite par CRATerre (Pascal Odul et al.), en lien avec l'ICCROM, partenaires du Projet Gaia et a été présentée lors de la Conférence Internationale Terra93 au Portugal. La revue critique de la littérature dans le domaine de la conservation des architectures de terre que j'ai réalisée en 1999 et révisée en 2001, a permis de produire une autre bibliographie qui a été par suite amendée par le *Getty Conservation Institute* et désormais disponible sur CdRom. La plus récente bibliographie qui a été produite, sous ma coordination, en 2004 concerne la construction en terre parasismique et a été élaborée dans le cadre de notre appui scientifique au projet de reconstruction de la ville de Bam, en Iran.

<sup>196</sup> C'est le cas de *Construire en terre*, op. cit., édité en 1979, réédité 5 fois, qui a été traduit et édité en espagnol par l'Université Nationale de Colombie à Bogota, puis en anglais par l'ONG indienne *Mud Village Society*, à Delhi. C'est aussi le cas du *Traité de Construction en terre* d'abord édité en anglais sous l'intitulé de *Earth Construction Primer*, dans le cadre du Colloque international *Earth Construction Technology for Developing Countries*, Bruxelles, 1984, puis édité en français en 1989, réédité 3 fois depuis lors, édité à nouveau en anglais sous le nouvel intitulé de *Earth Construction, a comprehensive guide*, par *Intermediate Technology Development Group (ITDG)* en Angleterre en 1994, puis récemment en russe à l'initiative de l'Université de Samarkand, en Ouzbékistan. C'est encore le cas du catalogue de l'exposition du Centre Georges Pompidou, dans sa nouvelle version rééditée en 1986 pour laquelle j'ai apporté des contributions écrites, et qui a été traduit et édité en plusieurs langues, l'anglais, l'allemand, l'espagnol, le portugais.

<sup>197</sup> On a précédemment fait état du bilan de ces publications (cf. note 181).

<sup>198</sup> **Dmochowski 1990** : DMOCHOWSKY, Zbignew – *An Introduction to Nigerian Traditional Architecture, Volume One, Northern Nigeria, Volume Two, South-West and Central Nigeria, Volume Three, South-Eastern Nigeria*, éditions Ethnografica, Londres, 1990. Cette somme de 900 pages est la première étude qui porte une attention particulière à la dimension des cultures constructives en terre et des savoir-faire, se démarquant qualitativement des approches classique typologiques et morphologiques.

développement d'une activité d'édition ciblant le périmètre spécifique des patrimoines architecturaux en terre<sup>199</sup> ;

- une publication de synthèse sur l'histoire des architectures de terre dans le monde, bien que particulièrement valorisante, n'a toujours pas été réalisée<sup>200</sup> ;
- un autre aspect de la question de la documentation et de la diffusion de l'information doit être évoqué qui concerne les matériels pédagogiques et didactiques à même de soutenir le développement d'un enseignement spécialisé ; plusieurs initiatives ont été prises au cours de ces années 1980-90, dans le cadre de projets situés de coopération internationale<sup>201</sup> ; mais ce n'est qu'au début des années 2000 que des initiatives de plus grande portée seront prises, notamment dans le cadre de grands programmes internationaux et régionaux, tels les Projets GAIA et TERRA, et le programme Africa 2009<sup>202</sup> ;
- enfin, la nouvelle demande émergente, déjà identifiée en ce milieu des années 1990, concerne la mise en place de centres de ressources régionaux afin de délocaliser l'accès aux savoirs. La réponse à ces demandes ne peut être envisagée que dans le cadre de programmes pluriannuels de coopération bilatérale, voire multilatérale qui malheureusement accordent le plus souvent très peu de moyens sur l'axe documentation<sup>203</sup>.

- **4<sup>ème</sup> axe : en matière de normalisation des matériaux et des techniques.** Cette question est soulevée au premier plan des préoccupations internationales dans le courant des années 1990. Le propos développé autour de cette question apparaît être à double tranchant.

---

<sup>199</sup> En Italie, Mauro Bertagnin, membre de CRATerre, a publié un livre intitulé *Architetture di Terra in Italia. Tipologie, tecnologia e culture costruttive*, Edicom, 1999. Un ouvrage sur les architectures de terre au Maroc a été édité en 2001 qui s'inscrit dans le lignage d'une activité de publication de nature anthropologique à laquelle ont participé des auteurs aussi prestigieux que Henri Terrasse ou Djilali Jacques-Meunié, dans les années 1940-50, ou encore Jean Hensens, dans les années 1970 : **Zerhouni et Guillaud 2001** : ZERHOUNI, Selma, GUILLAUD, Hubert – *L'architecture de terre au Maroc*, éditions ACR, Paris-Courbevoie, 2001, 312 p. Plus récemment, une initiative similaire a été prise par le Portugal. **AA.VV. 2005** : 54 auteurs - *Arquitectura de Terra em Portugal*, éditions Argumentum, Lisbonne, 2005, 300 p. Cet éditeur vient de lancer une collection de livres sur l'architecture de terre qui rassemble aussi des actes de colloques et séminaires internationaux. Tout récemment en 2005, l'association tchèque SOVAMM (**Jiri Syrový et Suzana Syrová**, architectes), ont publié un remarquable travail d'inventaire des architectures de bauge en Moravie dans le contexte de la région danubienne. Notons également que le programme Africa 2009, co-piloté par CRATerre et l'ICCROM, lancé à l'initiative du Centre du Patrimoine Mondial de l'UNESCO a été ces dernières années à l'origine du développement de plusieurs inventaires des architectures nationales, vernaculaires et monumentales dans plusieurs pays d'Afrique : Burkina, Cameroun, Nigeria. Il convient aussi de relever que les conférences internationales successivement organisées depuis ces quinze dernières années (Las Cruces, Nouveau Mexique, Etats-Unis, 1990 ; Silves, Portugal, 1993 ; Torquay, Angleterre, 2000 et Yazd, Iran, 2003), ont beaucoup apporté à la restitution de recherches ou études sur les patrimoines architecturaux en terre dans le monde.

<sup>200</sup> Nous avons esquissé les premières bases d'un tel projet ambitieux avec notre travail de mémoire de CEEA-Terre, publié en 1997 que l'on évoquera par après (**Guillaud 1997**, op. cit.). Un autre projet récent a été lancé en 2004 avec le fonds d'édition belge Mercator, sous l'intitulé de *Habiter la Terre* mais qui n'a pas été abouti.

<sup>201</sup> Rappelons ici la réalisation sous supervision de CRATerre de plusieurs programmes pédagogiques accompagnés de leur documentation et matériels didactiques qui ont été produits pour le Portugal (Ecole de Serpa), le Nigeria (CECTech), l'Université de Makerere à Kampala, Ouganda, le Burkina Faso (ETSHER), Cuba (Habitat-Cuba).

<sup>202</sup> L'expérience pédagogique des cours internationaux du *Projet GAIA* (CRATerre-ICCROM, 1989-1996) a été redistribuée dans le *Projet TERRA* (CRATerre-ICCROM-Getty Conservation Institute, 1996-2006) avec les cours panaméricains réalisés à Chan Chan, Pérou en 1996 et 1999 et a donné lieu à l'édition d'un matériel pédagogique pour l'enseignement de la conservation et gestion des patrimoines architecturaux en terre, édité par le *Getty Conservation Institute* (2005) en espagnol, sur Cdrom : le *PEDAGOTRON I et II*. Bientôt, au terme de 10 années d'exercice, le programme Africa 2009, qui a développé des cours régionaux en version française et anglaise pour les 44 pays au sud du Sahara, envisage de transmettre le bilan de cette expérience pédagogique et son inscription dans plusieurs institutions universitaires et culturelles (musées) des pays africains. L'évolution rapide de l'ingénierie pédagogique, à cette époque du tout numérique, induit déjà de nouvelles formes de mobilisations créatives pour la préparation d'une nouvelle génération de supports et de matériels d'enseignement.

<sup>203</sup> Nous avons récemment contribué à la création, en Iran du Centre de formation et de recherche de Haft Tepe, près de Suse, en collaboration avec *Iranian Cultural Heritage Organisation* (ICHO) et constitué un fonds documentaire déposé sur place. D'autres projets de cette nature sont envisagés dans le cadre des activités de la *Chaire UNESCO Architectures de terre*.

---

D'une part est reconnue la nécessité d'établir des règles de contrôle de la qualité des matériaux et des procédures de mise en œuvre, et d'autre part, on est en droit de s'inquiéter de l'existence de telles règles qui pourraient exclure une grande partie d'utilisation du potentiel technologique existant relevant du domaine des cultures constructives traditionnelles qui doivent être valorisées mais sont difficilement normalisables. Il s'agit donc de déployer un mode de pensée adapté aux enjeux de la norme mais sans renforcer les obstacles et blocages déjà existant opposés aux cultures constructives des architectures de terre. Rappelons brièvement ces obstacles et blocages :

- la dévalorisation ou l'ignorance du matériau terre qui n'apparaît dans aucun texte normatif relatif à la production des matériaux et à leur emploi en construction ;
- la construction en terre est jugée « connue » et relève de l'évidence, il n'est pas utile de la normaliser ;
- des exigences trop poussées sont réclamées par les bureaux de contrôle, inspirées de celles qui font référence dans le domaine de la technologie de construction actuelle (béton, agglomérés, briques cuites, etc.), qui risquent de faire obstacle au développement de la technologie de construction en terre ;
- d'autres pensent que les codes à établir doivent être assez souples et mettre en avant un caractère didactique, être adaptés en permanence aux réalités des contextes d'application ;

La tendance concrète que l'on observe pourtant, relativement à cette question de la normalisation de la construction en terre, montre que les approches sont assez réalistes. Les textes ayant valeur normative qui ont été publiés dans quelques pays se présentent davantage comme des recommandations, des règles de l'art et qui visent l'établissement d'une codification « intelligente »<sup>204</sup>. Mais, dans ces années 1990, aucun pays européen n'a encore clairement abordé cette question de la normalisation de la construction en terre alors que plusieurs pays en développement ont déjà publié des textes<sup>205</sup>. Aujourd'hui, dans les pays qui n'ont pas édité des textes normatifs sur la construction en terre crue, et c'est le cas de la France, cette lacune constitue un réel frein pour l'expansion d'une architecture de terre contemporaine qui retient pourtant de plus en plus la faveur de la société.

---

<sup>204</sup> C'est le cas des textes du *National Bureau of Standard* (NBS), aux Etats-Unis, concernant l'adobe, le bloc de terre comprimée et le pisé qui ont été édités en 1941. De même pour plusieurs *Uniform Building Codes* concernant l'adobe dans plusieurs comtés des états du Grand Sud-ouest des Etats-Unis : Nouveau Mexique, Colorado, Arizona, Nevada, Utah, Californie. De même en Australie où le texte de **G.F. Middleton** publié en 1952, *Build Your House of Earth*, a été révisé en 1987 par le *National Building Technology* de Chastwood, Sydney et vaut comme texte normatif sur la construction en terre en valorisant fortement une approche constructive et architecturale, plutôt que normative couvrant les matériaux. D'autres normes intelligentes ont été produites au Pérou concernant la construction en adobe en risque sismique. Là encore, se sont des recommandations sur les dispositions constructives qui sont davantage valorisées.

<sup>205</sup> Il n'existe toujours pas de norme en France depuis le retrait des textes généraux qui avaient été publiés sur le béton de terre stabilisé et introduits au REEF en 1945. Un texte récent, spécifique à la technologie du BTC, a été publié en 1993. Il s'agit de la norme NF P 15-201 qui a été produite à partir du contexte de l'île de Mayotte et qui est applicable sur l'ensemble du territoire national. Les seuls textes de référence pour les constructeurs en terre sont les *Recommandations pour le Village Terre de l'Isle d'Abeau* produites par CRATerre en 1982 puis le *Traité de Construction en Terre (Houben et Guillaud 1989, op. cit.)*. Le premier pays européen qui a pris l'initiative de produire une norme est la Suisse, en 1994, avec un texte préparé par la Société des Ingénieurs et Architectes (SIA) intitulé *Regeln zum Bauen mit Lehm, dokumentation D 0111*. L'Allemagne a suivi avec un travail réalisé par le réseau des professionnels constructeurs en terre allemand, le *Dachverband Lehm*. Récemment, l'Italie, à partir de la Sardaigne a également pris l'initiative de publication d'une *normativa* sur la construction en *mattoni* (brique crues) avec le soutien scientifique de notre laboratoire CRATerre. L'Angleterre prépare des textes sur la construction en bauge et en pisé. Dans les pays en développement, plusieurs textes normatifs existent. C'est le cas en Côte d'Ivoire, en Tanzanie, au Ghana, au Mozambique, au Maroc, mais aussi en Turquie, au Brésil et au Mexique.

On concluait cet article écrit il y a déjà 10 ans par une projection, en ces termes<sup>206</sup> : « *La situation actuelle marquée par l'émergence d'un mouvement pour le renouveau des architectures de terre dans plusieurs pays d'Europe (Portugal, Espagne, France, Italie, Suisse, Allemagne, Belgique, Angleterre, Tchécoslovaquie, Moldavie), est favorable au développement d'actions coordonnées menées dans le cadre de réseaux de compétences organisant des plate-formes ou comités de travail sur les thèmes très porteurs de la recherche, la formation, la documentation, la normalisation, les patrimoines. De telles initiatives, bien préparées et valorisant les motivations autant que les nécessités désormais communes à plusieurs pays, devraient pouvoir retenir l'attention des plus hautes instances européennes pour un soutien institutionnel et financier. Nous voulons ici souhaiter que de telles collaborations et coordinations pourront être concrétisées dans un proche avenir afin de contribuer à un avancement plus décisif des questions que nous avons abordées et pour une meilleure valorisation utile du potentiel des cultures constructives des architectures de terre, en Europe et par voie d'exemple dans les pays en développement.* » On doit constater ici que ces initiatives de soutien de l'Europe n'ont été prises que tout récemment, ciblées sur la question de la préservation des patrimoines architecturaux en terre, ruraux et urbains<sup>207</sup> mais non sur le soutien au développement d'une architecture de terre contemporaine. Nous gageons que c'est finalement peut-être par l'entrée culturelle (patrimoine, valeurs et signification, identité) que la situation évoluera en faveur d'un plus large renouveau des architectures de terre dans le monde.

**1997 : Pour une histoire des architectures de terre ; premiers repères : recherche pour l'obtention du DPEA-Terre)**<sup>208</sup>

A dater de l'année 1989 qui voit le lancement du « Projet GAIA », conjointement créé par notre équipe CRATerre et l'ICCRUM, le développement des premiers cours internationaux sur la préservation des architectures de terre à l'école d'architecture de Grenoble<sup>209</sup>, me met en situation de création d'un nouvel enseignement sur l'Histoire des architectures de terre. C'est ainsi que je développe une recherche destinée à nourrir le contenu de ce cours que j'enrichis d'années en années sur huit ans (1989-97)<sup>210</sup>. Le premier objectif de travail vise à rassembler et ordonner des connaissances variées sur l'histoire de l'architecture, des cultures et civilisations, issues d'un large groupe de disciplines, telles l'archéologie, l'histoire, l'anthropologie et l'ethnologie, la géographie, l'architecture, faisant état de l'emploi

<sup>206</sup> Guillaud 1996, op. cit, p.84.

<sup>207</sup> La Communauté européenne a en effet soutenu récemment deux projets européens sur les architectures de terre, dans le cadre de son programme culture 2000. Il s'agit du projet *Houses and cities built with earth ; conservation, significance and urban quality. Les maisons et les villes en terre crue, conservation, signification et décor urbain*, qui a associé notre laboratoire avec l'Università Degli Studi de Cagliari, Sardaigne et l'Escola Gallaecia de Arquitectura de Vila Nova de Cerveira, au Portugal. Une publication a été produite à laquelle on a participé : **Guillaud 2006** : GUILLAUD, Hubert – *Les centres villes en terre, en Europe et ailleurs dans le monde, sont en grand danger*, in *Houses and cities built with earth*, éditions Argumentum, Lisbonne, 2006, 160 p., pp. 142-150. Cette année 2006, nous coordonnons un nouveau projet avec l'Ecole d'Avignon de restauration et réhabilitation du patrimoine et avec d'autres partenaires espagnols, portugais et italiens. Ce projet dénommé *Terra Incognita* permettra de produire un Livre Blanc sur la situation des patrimoines architecturaux en terre, en Europe et un manuel technique pour leur conservation.

<sup>208</sup> Guillaud 1997, op.cit.

<sup>209</sup> Ces cours internationaux ont été successivement appelés cours « PAT » (Préservation des Architectures de Terre) : PAT89, PAT90, PAT92 et PAT94.

<sup>210</sup> La mise en forme de cette recherche passe en effet par des étapes de travail de nature pédagogique, profitant dans un premier temps des quatre cours PAT internationaux de Grenoble (1989-90-92 et 94), puis d'un cours régional panaméricain organisé en 1996 à Chan Chan, au Pérou. Tout le matériel réuni a été ensuite retraité dans une recherche réalisée en 1997 qui a fait l'objet d'une présentation pour l'obtention du diplôme de 3<sup>ème</sup> cycle de Certificat d'Etudes Approfondies en Architectures de Terre (CEAA-Terre), promotion 1997-1998.

du matériau terre pour la construction monumentale et pour les établissements humains (habitat et urbanisme), au cours de l'histoire. Il s'agit de mieux définir un champ spécifique, celui de l'histoire des architectures de terre. Il est en effet très vite apparu que la dimension de ces patrimoines bâtis en terre, archéologiques, historiques et vernaculaires, n'occupait pas la place qui lui convenait dans l'approche pluridisciplinaire de l'histoire de la construction et de l'architecture<sup>211</sup>. Un fait s'est imposé : ce n'est pas tant l'attrait pour la culture constructive qui retient l'intérêt des chercheurs mais, selon leurs objets d'études différenciés, les dimensions spatiales des ouvrages mis au jour et la restitution du plan - avec davantage d'attrait pour le monumental au détriment de l'habitat<sup>212</sup> - les fonctions et usages des espaces, les modes de vie, les coutumes et les rituels, décelables et interprétables grâce au matériel archéologique découvert. Que ces objets d'étude, bien que construits, puissent l'avoir été en terre, en pierre ou autres matériaux, cela ne comptait pas vraiment, ou si peu<sup>213</sup>. Au fil des lectures, allant de découvertes en émerveillements, nous prenons effectivement la mesure de ce vaste domaine de connaissances que l'on a l'ambition de mieux cerner, collecter et ordonner, souhaitant, à partir d'une nouvelle lecture de ces connaissances, poser les bases d'un premier récit historique des architectures de terre à l'échelle planétaire. Ce souhait nous renvoie à d'autres aventures antérieures<sup>214</sup> qui ont été tentées et bien sûr à l'inévitable risque de négligence de vastes espaces de savoirs, de choix contestables sur la mise en valeur de telle ou telle dimension de ces savoirs au détriment d'autres. Il nous renvoie aussi au danger d'élaboration d'une vision idéalisée et d'une interprétation métaphorique, falsifiée, de l'histoire de la construction et de l'architecture appréciée à la lumière de la seule dimension

<sup>211</sup> L'un des exemples les plus éloquents est sans doute le célèbre *Histoire de l'Architecture* de Auguste Choisy, somme de 1442 pages qui fut la référence de plusieurs générations d'étudiants en architecture et qui donne si peu d'importance à ceux qu'il dénomme « les constructeurs d'argile ». **Choisy 1899** : CHOISY, Auguste – *Histoire de l'Architecture*, réédition en *fac-simile* par Inter-Livres, Paris, 1991, Tome 1, 642 p.

<sup>212</sup> Il est vrai que la lecture des vestiges d'habitat est souvent rendue plus difficile par une relative pauvreté matérielle des vestiges mis au jour en comparaison de plus grandes structures (temples et palais) et d'un attrait pour des matières et matériaux plus nobles que la terre crue. L'attrait de la recherche archéologique pour les matériaux et les techniques de construction du bâti ancien est une préoccupation récente que l'on peut situer à partir des années 1960.

<sup>213</sup> Les grands précurseurs de l'intérêt porté aux matériaux et procédés de construction en terre dans la recherche archéologique sont à n'en point douter les chercheurs en archéologie du Proche-Orient, dès la fin des années 1930 avec les recherches de **Roman Ghirshman** sur le tell de Sialk en Iran, puis dans les années 1950 et 60 avec **Kenyon** à Jéricho, **André Parrot** à Suse puis à Mari, travaux ensuite développés par **Jean Margueron** sur ce même site, à nouveau Roman Ghirshman à Tchoga Zanbil (ziggourat, temples et palais), puis dans les années 1970-80, **Olivier Aurenche**, tout d'abord avec sont *Dictionnaire illustré multilingue de l'Architecture du Proche-Orient Ancien*, édité en 1977 par la Maison de l'Orient Méditerranéen Ancien de Lyon où il fournit des définitions des matériaux de construction en terre crue et des principaux éléments de construction ; puis avec sa remarquable recherche publiée en thèse sur *La Maison Orientale. L'architecture du Proche-Orient Ancien. Des Origines au Milieu du Quatrième Millénaire*, éditions de la Librairie Orientaliste Paul Geuthner S.A., Tome 1, 1980, 324 p. En effet, dans le Tome 1 de sa recherche, Olivier Aurenche, au-delà d'une première partie introductive qui pose sa problématique au carrefour de l'ethnologie, de l'architecture et de l'archéologie, propose une deuxième partie sur les matériaux de construction (la pierre, la terre et le bois, pp. 9-91), puis une troisième partie sur les procédés de construction en abordant successivement les questions de l'implantation du bâti (pp. 95-101), des éléments porteurs du gros œuvre (pp. 103-147), du toit et de la couverture (pp. 149-156), des sols (pp. 157-166), des ouvertures et des accès (pp. 167-180), puis une quatrième partie couvrant la maison et ses aménagements (typologie de l'habitat, organisation intérieure, décor, dispositifs particuliers tels que foyers, fours, silos, bassins, plates-formes, pp. 181-269), passant finalement à l'échelle de l'établissement humain, celui du village et de son organisation (pp. 273-291). On demeure toujours très sensible aux exergues proposées par Olivier Aurenche à son travail qui cite d'emblée l'architecte égyptien **Hassan Fathy** et les architectures sans architectes, mais également l'archéologue, ethnologue et préhistorien **A. Leroi-Gourhan** qui relève que « l'habitation est sans doute un des traits les plus précieux pour l'étude historique des peuples » (in *Evolution et Techniques. II Milieu et Techniques*, Albin Michel, Paris, 1945) ou encore le géographe **Pierre Deffontaine** qui déclare que « la marque la plus visible de la présence de l'homme à la surface de la terre est la maison » (in *L'Homme et sa maison*, Gallimard, NRF, Paris, 1972), et même **Amos Rapoport** avec son *Pour une Anthropologie de la maison*, Dunod, Paris, 1969. Autant d'auteurs qui nous sont chers et que l'on a précédemment cités.

<sup>214</sup> On ne peut que penser ici à l'une des plus fameuses, tentée par **Eugène Viollet-le-Duc**, avec son *Histoire de l'habitation humaine depuis les temps préhistoriques jusqu'à nos jours*, Bibliothèque d'Education et de Récréation J. Hetzel et Cie, Paris, 1875 ; réédition en *fac-simile* par Berger-Levrault, 1978, 372 p.



des architectures de terre. Mais ce dont nous sommes sûr c'est que cette dimension n'a pas été justement considérée et que son ignorance est une forme de falsification de l'histoire. Nous voulons engager nos pas dans ceux d'Eugenio Galdieri, architecte italien qui produisait un premier livre sur ce thème des architectures de terre, en 1982<sup>215</sup>, et essayer d'apporter encore davantage au savoir, contribuer à réduire l'ignorance ou la négligence pour redonner aux cultures constructives de la terre crue une plus juste part qui leur revient dans l'écriture de l'histoire. Pour nous préserver du risque et du danger précédemment évoqués, il nous faut coller aux travaux des scientifiques qui ont défriché ce terrain d'étude depuis des décennies bien que ces travaux n'aient pas contribué à reconnaître un champ d'étude propre. Notre travail sera donc avant tout un hommage rendu à ces chercheurs, archéologues et historiens, anthropologues, ethnologues, géographes et architectes, qui nous ont précédé et nous livrent un matériau de recherche immense, en quantité comme en qualité mais qu'il nous faut relire autrement, au prisme d'un nouvel angle d'attaque presque « obsessionnel » : déceler dans ce savoir pluridisciplinaire éparpillé, toute information relative au domaine de la construction et de l'architecture en terre, la répertorier, l'organiser, la structurer, à la fois dans l'espace et dans le temps, en poursuivant des objectifs qui s'imposent plus clairement :

- élaborer un premier récit historique des architectures de terre construit autour de synthèses régionales et pour des périodes successives de l'histoire ;
- établir un corpus bibliographique de référence des sources scientifiques en explorant un ensemble de disciplines : l'histoire, l'archéologie, l'architecture, l'anthropologie, l'ethnologie, la géographie ;
- établir une base cartographique des principaux sites, ensembles architecturaux et urbains et traditions constructives vernaculaires, permettant de localiser les ressources patrimoniales ; cette cartographie sera accompagnée d'un index de référence ;
- fournir un corpus d'illustrations graphiques et photographiques de référence permettant de dégager une lecture visuelle et typologique des patrimoines architecturaux en terre et de leur évolution au cours de l'histoire.

Le développement de la recherche exploite le fonds documentaire du laboratoire CRATerre-EAG qui constitue une somme remarquable de plusieurs milliers de références multilingues réunies au fil des ans et couvrant des entrées thématiques variées. La méthode de traitement de ce fonds développe deux approches :

- l'une de caractère géographique, par régions du monde, orientée sur l'identification de documents de référence sur les architectures de terre vernaculaires et l'histoire récente dans ces différentes régions ;
- l'autre de caractère historique, en développement chronologique, orientée sur l'identification de documents de référence permettant de construire un *continuum* historique de textes, de l'Antiquité jusqu'à nos jours. Dans un premier temps, nous limitons cette deuxième approche à l'espace méditerranéen et européen occidental, en partant des textes bibliques, puis en appréhendant les textes des époques antiques gréco-romaines, d'autres références situées au Moyen Age, à la Renaissance puis à l'ère industrielle.

---

<sup>215</sup> **Galdieri 1982** : GALDIERI, Eugenio – *Le Meraviglie dell'architettura in terra cruda*, Editori Laterza, Rome, Bari, 1982, 305 p.

Un premier niveau d'exploitation du fonds documentaire permet de mieux cerner le périmètre du champ de recherche et une problématique que l'on construit à partir de cinq niveaux d'intérêt et de questionnement :

- s'il existe un legs continu des cultures constructives en terre au cours de l'histoire, il conviendrait d'en proposer une vision panoramique, à la fois spatiale et temporelle ;
- si l'on retient l'hypothèse d'une présence universelle des architectures de terre, il conviendrait d'en faire une évaluation générale à même de mieux valider l'importance du patrimoine mondial tout en rendant hommage au génie des bâtisseurs et des lieux, au cours de l'histoire ;
- considérant que l'existence des architectures de terre est le plus généralement associée aux régions en développement ou du « Sud », et que ces architectures sont encore pour beaucoup appréciées comme primitives, désuètes, précaires, dépassées, il conviendrait de dresser un état plus précis de cette dimension et de restituer une autre mesure de leur valeur ;
- considérant que les régions industrialisées ou du « Nord » restituent aussi une dimension historique et culturelle très importante des architectures de terre, assez globalement méconnue, voire occultée car ne traduisant pas une image de modernité et de progrès associée à son histoire industrielle récente, il conviendrait de restituer une plus juste mesure de cette dimension tout en donnant une évidence d'actualité ; pour cela, un intérêt plus spécifique peut être porté sur :
  - les effets d'une crise culturelle et sociale récente, au cours des années 1960 et 1970, qui contribuent à un renouveau des architectures de terre dans le cadre d'une nouvelle problématique environnementale ;
  - l'Europe :
    - patrimoines et actualité dans les pays européens ;
    - le cas de la France en position d'avant-garde scientifique et expérimentale ;
  - contemporanéité des architectures de terre aux Etats-Unis et en Australie ;
  - poser un nouvel éclairage sur l'histoire récente de l'architecture en portant l'accent sur :
    - la revalorisation récente des patrimoines architecturaux en terre issue d'un intérêt et d'une collaboration interdisciplinaire ;
    - le marché de la restauration et réhabilitation des architectures de terre.

Pour organiser notre matériau d'étude selon la double approche géographique régionale et chronologique, on propose une première lecture synoptique et introductive de l'histoire des architectures de terre sous forme de tableau mettant en relation quatre groupes de données :

1. les repères de datation ;
2. un rappel des caractères généraux des époques repérées fournissant des éléments d'identification historique et culturelle ;
3. la typologie des constructions avec une description des matériaux et des techniques de construction en terre utilisées, ainsi que les principes constructifs et de structure des architectures de terre retenus comme références géographiques et historiques ;
4. les sites de référence historique et leur situation géographique ;

Dans un premier temps, cette lecture synoptique sous forme de tableaux à quatre entrées couvre le premier ensemble de régions suivant :

- le bassin méditerranéen et les régions du Levant proche oriental ;
-

- l'Europe continentale ;
- le Proche-Orient, avec :
  - o l'arc Taurus-Zagros et la Mésopotamie ;
  - o la péninsule arabique ;
- le Moyen-Orient, avec :
  - o l'Inde et les régions des Piémonts himalayens ;
- l'Extrême-Orient, avec :
  - o la Chine ;
- le continent africain, avec :
  - o la civilisation égyptienne ;
  - o les cultures et civilisations du Maghreb ;
  - o les cultures et civilisations d'Afrique au sud du Sahara ;
- l'Amérique latine, avec :
  - o le Mexique ;
  - o les autres pays d'Amérique latine centrale (Guatemala, Nicaragua, Costa Rica, Salvador) ;
  - o les pays d'Amérique latine du sud avec :
    - les régions de la côte du Pacifique et des hautes terres andines (Colombie, Bolivie, Equateur, Pérou, Chili) ;
    - les autres pays d'Amérique latine (Argentine, Brésil, Paraguay et Uruguay) ;
- l'Amérique du nord, avec :
  - o les cultures indiennes du Grand Sud-ouest des Etats-Unis (Nouveau Mexique, Arizona, Texas, Utah, Colorado, Nevada, Californie) ;

Sans trop s'étendre, il nous paraît aussi important de relever quelques apports plus particuliers de cette recherche et notamment la constitution d'un corpus documentaire qui a été organisé selon les deux approches proposées, celle de nature régionale et celle de nature chronologique.

Pour le corpus documentaire régional, notre attention s'est essentiellement portée sur les connaissances relatives au domaine des patrimoines architecturaux vernaculaires du monde avec un repérage très complet de la littérature couvrant les pays d'Europe. Sur la France nous avons remis en évidence toute l'importance de l'apport des géographes par leurs études réalisées entre les années 1920 et 1940 qui permettaient de définir la typologie des habitats ruraux<sup>216</sup>. On a aussi relevé l'intérêt d'un grand classique qu'est *l'Architecture Rurale et Bourgeoise en France*, de Georges Doyon et Robert Hubrecht<sup>217</sup> qui propose une remarquable synthèse sur ces patrimoines architecturaux même si l'on y repère une lacune importante quant à la définition des matériaux et des cultures constructives de la terre crue et un parti-pris pour la documentation des ouvrages bâtis en matériaux plus nobles, soit en pierre et en brique cuite. On aura par contre relevé un fait qui nous semble plus questionnable. Le fameux *Corpus des architectures rurales françaises*<sup>218</sup> ne fournit que de très rares exemples

---

<sup>216</sup> Il s'agit des travaux de **Max Sorre**, de **Pierre Vidal de la Blache**, de **Albert Demangeon** et de **Marc Bloch**, réunis sous forme d'articles dans les *Annales de Géographie* Armand Colin que l'on a déjà référencés.

<sup>217</sup> **Doyon et Hubrecht 1979**, op. cit. La version originale de cet ouvrage date de 1941. Puis après le décès de Georges Doyon, Robert Hubrecht a proposé une nouvelle version en 1945 qui a été rééditée deux fois, en 1957 et 1967, puis en *fac simile* en 1979.

<sup>218</sup> La collection du *Corpus des Architectures rurales françaises* a été éditée entre la fin des années 1970 et le début des années 1980. Cet immense travail est l'aboutissement d'une vaste enquête d'architecture rurale, menée de 1942 à 1945, à l'initiative de Edmond Humeau et de Urbain Cassan, sous la direction de **Pierre-Louis Duchartre** et de **Georges Rivière**. Elle mobilisait une cinquantaine d'architectes qui dressaient 1759 monographies d'habitations rurales comportant plans,

d'architectures en terre, même pour les territoires où les matériaux et les cultures constructives de la terre crue sont dominants comme pour le Dauphiné (pisé) ou le Midi toulousain et pyrénéen (brique crue), ou la Normandie (torchis). L'analyse proposée par le Corpus ne restitue que peu d'éléments sur l'architecture à proprement parler, au-delà d'une approche typo-morphologique classique instruite à partir des méthodes de la géographie et de l'anthropologie de l'habitat, c'est à dire sans proposer – ou très sommairement – une mise en relation des matériaux avec les structures, les espaces, les formes, le traitement des éléments de construction et des détails. De même, beaucoup d'autres publications réalisées dans les années 1970 et couvrant l'architecture rurale par régions ou territoires distincts ont entretenu cette approche lacunaire ou très limitée des architectures de terre<sup>219</sup>. Ce n'est qu'avec une nouvelle génération de publications que l'architecture régionale en terre de France commencera à trouver une meilleure place<sup>220</sup>. Dans les autres pays européens, la documentation accessible est apparue d'importance et de qualité très variable. La Grande-Bretagne et l'Allemagne fournissent un bon matériau de travail permettant de développer une approche historique<sup>221</sup>. Pour les pays du nord de l'Europe, Belgique, Pays-Bas, Danemark et pays scandinaves, la documentation est très limitée. C'est aussi le cas pour l'Italie qui fournit une documentation issue des recherches du Géographe Osvaldo Baldacci<sup>222</sup> dans les années 1950 et quelques récentes études régionales sur les patrimoines vernaculaires en terre crue (Sardaigne, Piémont) mais d'exploitation réduite au plan historique. La péninsule ibérique fournit quelques documents utiles pour une approche historique. En Espagne, un ouvrage du

---

coupes, élévations, description de la maison, de ses bâtiments annexes, de son domaine foncier et de sa situation. Ce travail, qui n'a pas abouti les objectifs initialement posés, a été relancé en 1969 par l'ethnologue **Jean Cuisenier**, directeur de recherche au CNRS puis Conservateur du Musée des Arts et Traditions Populaires de Paris. La masse d'information récoltée fut telle qu'il fallut simplifier sa présentation pour « *aller aussi droit que possible à l'essentiel* ». Ainsi, il ne s'agit ni d'un inventaire, ni d'un recueil d'exemples, ni d'un catalogue, ni d'une description d'un échantillonnage mais d'un « *corpus de spécimens représentant des types et leurs variantes significatives, destiné à rendre possible une investigation méthodique des variations* ». L'objectif a été fondamentalement de bâtir une typologie en mobilisant une approche pluridisciplinaire et de nombreux spécialistes, en déployant un effort de recherche « *pour envisager l'habitat d'un point de vue archéologique, historique, ethnologique et linguistique, et pour donner à la technologie et à l'économie leur part* ».

<sup>219</sup> Ce sont notamment les ouvrages de **Jacques Fréal**, aux éditions Serg : *L'architecture paysanne, la maison, en France* (1977) ou encore *Habitat et vie paysanne en Bresse* qui bien que valorisant la tradition bressane septentrionale du torchis, n'établit pas clairement la distinction avec la culture bressane méridionale du pisé influencée du Lyonnais et n'en fait part que d'une façon élémentaire, sur huit pages seulement. Notons aussi un ouvrage du **Docteur Cayla**, *Architecture paysanne de Guyenne et Gascogne* également peu loquace sur la tradition régionale de la brique crue et du torchis landais, et un ouvrage collectif sur *Maisons Paysannes et vie traditionnelle en Auvergne*, aux éditions Créer (1980) qui n'évoque que très succinctement l'architecture de pisé pourtant très présente en Livradois et en Grande Limagne.

<sup>220</sup> Relevons ici le livre de **Maurice Ruch**, *La Maison alsacienne à colombage*, aux éditions Berger-Levrault, 1977, le très beau livre de **Daniel Imbaut**, *La Champagne. Architecture régionale*, aux éditions Jaher, 1986, puis celui de l'Association **Pisé Terre d'Avenir**, *Le pisé, Patrimoine, Restauration Technique d'avenir. Matériaux, techniques et tours de main*, aux éditions Créer, non daté. D'autres ouvrages ont aussi couvert d'autres régions et cultures constructives comme la bauge avec celui de **Marc Petijean**, *Construire en terre en Ille-et-Vilaine*, aux éditions Apogée, Rennes, 1995.

<sup>221</sup> Pour la Grande-Bretagne, il convient de relever ici : **William-Ellis 1919** : WILLIAM-ELLIS, Clough - *Cottage Building in Cob, Pisé, Chalk and Clay*, éditions Country Life, 1919 et **William-Ellis et al. 1947** : WILLIAM-ELLIS, Clough, EASTWICK-FIELD, J et E. - *Building in Cob, Pisé and Stabilised Earth*, éditions Country Life, 1947. Voir aussi **Brunskill 1971** : BRUNSKILL, R.W. - *Illustrated Handbook of Vernacular Architecture*, 1<sup>ère</sup> édition chez Faber and Faber, Londres, 1971, 250 p. **Brunskill 1962** : *The Clay Houses of Cumberland, Transactions of the Ancient Monuments Society*, Volume 10 n.s., 1962, pp. 57-80. **Fenton 1979** : FENTON, A. - *Clay Building and Clay Thatch in Scotland*, éd. Ulster Folklife, volume 15/16, 1979, pp. 28-51. **MacCann 1983** : MACCANN, John - *Clay and Cob Buildings*, Shire Publications Ltd, 1983, 32 p. Pour l'Allemagne, relevons : **Güntzel 1988** : GUNTZEL, Jochen, Georg - *Zur Geschichte des Lehmbaus in Deutschland*, 1988 (Thèse, université de Leipzig). La Revue *Bauen Mit Lehm*, n°1, ökobuch Verlag, Grebenstein, 1984, 80 p. Un article de Güntzel, Jochen Georg, *Historische Lehmbauten in Schleswig-Holstein*, pp. 52-66. Le n°2, avec un article de Jochen Georg Güntzel, *Historische Lehmbauten in Niedersachsen, Hambourg und Bremen*, pp. 57-69. Le n°3, avec un article de Jochen Georg Güntzel, *Historische Lehmbauten in Nordrhein-Waestfalen*, pp. 70-76. Le n°4 avec un article de Jochen Georg Güntzel, *Historische Lehmbauten in Nordrhein-Waestfalen*, Teil 2, pp. 54-66. Le n° 6 avec un article de Jochen Georg Güntzel, *Zur Geschichte des Lehmbaus in Hessen*, pp. 52-59.

<sup>222</sup> **Baldacci 1958** : BALDACCI, Osvaldo - *L'ambiente geografico delle case di terra in Italia*, in Rivista Geografica Italiana, LXV, 1958.

début du XIX<sup>ème</sup> siècle restitue la forme de la culture constructive en pisé héritée des époques maures et un autre livre en catalan donne une évocation des architectures militaires aux époques des Califats Arabes (X<sup>ème</sup> siècle) et d'autres repères sur le patrimoine bâti en terre jusqu'au XVIII<sup>ème</sup> siècle<sup>223</sup>. Le Portugal propose une bonne étude de situation sur ses architectures vernaculaires en terre mais selon une approche typo-morphologique classique<sup>224</sup>. La documentation sur les pays d'Europe centrale et de l'Est reste encore peu accessible bien que plusieurs études sur les architectures rurales qui reconnaissent la dimension des patrimoines bâtis en terre aient été réalisées en Tchécoslovaquie et en Roumanie. Pour les autres régions du monde, comme en Amérique latine, de nombreuses études sur les patrimoines d'habitat populaire valorisant les cultures constructives du pisé (*tapia*) ou de la brique crue (*adobe*), ont été réalisées mais là encore selon une méthode d'analyse géographique ou au prisme d'une approche anthropologique ou ethnologique de l'habitat négligeant la dimension des cultures constructives. Les recherches archéologiques et les meilleurs ouvrages sur l'histoire de l'architecture et de l'urbanisme analysent principalement les réalisations monumentales des grandes civilisations précolombiennes<sup>225</sup>. L'archéologie péruvienne restitue par contre de nombreux éléments utiles à l'écriture d'une histoire des architectures de terre d'habitat pour les époques des grandes civilisations de la côte pacifique (cultures Moche, Empire Chimú, Lima, Empire Inca). Les Etats-Unis fournissent un bon corpus d'études architecturales et historiques sur les architectures des *pueblos* indiens du Grand Sud-ouest<sup>226</sup>. Des recherches plus récentes traitent du développement historique moderne des architectures de terre sur les territoires de la côte Est et font le lien avec la culture constructive du pisé européenne, ainsi qu'avec l'impact de François Cointeraux et la traduction anglaise de son *Quatrième Cahier d'Ecole d'Architecture Rurale* par Henry Holland<sup>227</sup>. La documentation sur l'architecture de terre en Australie couvre les époques récentes et valorise des réalisations d'habitat de caractère économique ou celles liées au mouvement de la Contre-culture australienne associé à l'installation de communautés d'origine européenne telles celles de Montsalvat, à Eltham, en périphérie de Melbourne, ou celle de Bendigo, dans l'arrière-pays de l'Etat de Victoria<sup>228</sup>. On repère aussi un souci de ce continent d'écrire son histoire de l'architecture à dater des époques modernes. Les ouvrages proposés donnent une bonne place à l'histoire de l'architecture de terre<sup>229</sup>. Relativement au

<sup>223</sup> **De Villanueva 1827**, op.cit. **Font et Hidalgo 1991** : FONT, Firmín, HIDALGO, Pere - *El Tapial, una técnica constructiva milenaria*, édition à compte d'auteur, 1991, 172 p.

<sup>224</sup> *Associação dos Arquitectos Portugueses, "Arquitectura Popular Em Portugal"*, Lisbonne, 1980, 763 p.

<sup>225</sup> On doit citer ici la référence du genre pour le Mexique : **Marquinia 1951** : MARQUINIA, Ignacio - *Arquitectura Prehispanica*, coll. *Memorias Del Instituto Nacional de Antropología E Historia, Secretaria De Educación Pública*, Mexico, 1951, 1055 p. (rééd. en fac-simile en 1964).

<sup>226</sup> **Nabokov et Easton, 1989**: NABOKOV, Peter, EASTON, Robert - *Native American Architecture*, Oxford University Press, New York, 1989, 431 p. **Bunting 1974**: BUNTING, Bainbridge - *Of Earth and Timbers Made. New Mexico Architecture*, éditions *University of New Mexico Press*, Albuquerque, 1974, 85 p; et **Bunting 1976**: *Early Architecture in New Mexico*, *University of New Mexico Press*, Albuquerque, 1976, 122 p.

<sup>227</sup> **Cody 1985**, op. cit. et **Dassler 1990**, op.cit.

<sup>228</sup> G.F. Middleton a particulièrement valorisé la construction en pisé pour l'habitat à bas coût dans les années 1950, à partir du New South Wales dans le cadre d'expérimentations réalisées pour le *Commonwealth Experimental Building Station*, à North Ryde. Sa proposition a été reprise dans les années 1970 par la Contre-culture australienne. Justus Jorgensen a développé le pisé dans la communauté d'artistes de Montsalvat, à Eltham dès les années 1930 puis John Harcourt alors que Alistair Knox, considéré comme un pionnier de l'architecture environnementale développait la construction en adobe dans cette même communauté. L'architecte Russel Andrews est à l'origine de la création de la communauté de Bendigo qui a développé l'architecture bioclimatique en adobe à partir des années 1970. Voir **Middleton 1953**: MIDDLETON, G.F. - *Build your house of earth*, Angus and Robertson, 1953; réédité en 1975 par Compendium Pty Ltd, Melbourne. **Knox 1975**: KNOX, Alistair - *Living in the Environment*, Second Back Row Press, 1975.

<sup>229</sup> **Lewis 1977** : LEWIS, Miles - *Victorian Primitive*, Greenhouse Publications, Carlton, Victoria, 1977, 87 p. Voir notamment, *Origins of Pisé de Terre*, pp. 45-50 et *Pisé in Australia*, pp. 51-58. **Archer 1987**: ARCHER, John - *Building a Nation : a history of the Australian House*, Éditions Collins, 1987, 240 p. **Howard 1993**: HOWARD, Ted - *Mud and Man. The history of Earth Buildings in Australasia*, Earth Buildings Publications, Melbourne, Australie, 1993, 198 p.

continent africain, la documentation sur les architectures vernaculaires en terre crue, pisé, *banco* ou adobe, est vaste. Ce sont pour beaucoup des études monographiques sur les patrimoines d'habitat réalisées par des géographes, des anthropologues et ethnologues, des architectes aussi, dont le remarquable travail réalisé par Zbigniew Dmochowsky sur l'inventaire des architectures traditionnelles au Nigeria que l'on a déjà relevé. D'autres études portent sur des typologies d'ouvrages comme les mosquées de la région du Delta intérieur du Niger, ou *Sahil*, ou sur la typologie des habitats en région soudano-sahélienne. Au Maghreb, la culture constructive en pisé, des architectures ksouriennes, des agadirs et des greniers est remarquablement étudiée par les recherches de Henri Terrasse, René Montagne ou de Djilali Jacques-Meunié que l'on aussi déjà référencées. L'histoire de l'architecture africaine porte principalement sur les grandes civilisations dont principalement l'Égypte<sup>230</sup> et le Soudan, le royaume d'Aksoum et les royaumes d'Éthiopie, les premiers grands empires de Kerma et Méroé. Les recherches archéologiques qui se développent sur les territoires des grands royaumes maliens, ghanéens et nigériens<sup>231</sup> ne restituent que peu de documentation accessible. Pour ce qui est de l'histoire des architectures de terre en Asie, l'archéologie proche-orientale et les recherches menées sur les aires mésopotamienne (Sumer) et iranienne (d'Elam aux époques préislamiques puis islamiques), fournissent une abondante documentation de grande qualité où l'interrogation des cultures constructives et architecturales de la brique de terre crue a été particulièrement développée. Pour ces régions du monde l'écriture du récit historique des architectures de terre, que ce soit celle des monuments, des établissements humains et de l'habitat a été produite par les chercheurs en archéologie. Toutefois, une approche régionale plus globale, inspirée de celle qu'a développé Olivier Aurenche (1982) sur l'histoire de l'architecture d'habitat au Proche-Orient, apporterait d'autres niveaux de lecture. L'aire de l'Asie centrale est également très bien couverte et fournit aussi un magnifique corpus documentaire historique mais celui-ci nous est peu accessible du fait d'une barrière de la langue ayant été davantage exploré par l'archéologie soviétique et plus récemment japonaise. Nous n'avons pas suffisamment exploré la documentation couvrant l'aire indienne, à l'exception de quelques recherches couvrant les cultures néolithiques préharappéennes des territoires du Baloutchistan (actuel Pakistan), la civilisation harappéenne (Harappa et Mohenjo-Daro) et les cultures des sept fleuves de l'Hindou-Kouch témoignant d'une dominante historique millénaire d'une architecture et d'un urbanisme en terre crue très élaborés. La recherche archéologique développée sur la péninsule arabique est relativement récente et la documentation est peu accessible. On dispose par contre d'un corpus intéressant d'études sur les architectures de terre de pays comme le Yémen, avec les célèbres villes de la vallée de l'Hadramaout (Sey'un, Tarfīm, Shībam), ou les forts et établissements en oasis du Sultanat d'Oman qui ont relativement bien pris la mesure de la protection de leurs patrimoines architecturaux. Pour la Chine, il existe un livre de référence sur l'histoire de la maison chinoise<sup>232</sup> et plusieurs monographies sur les architectures rurales en terre crue régionales. On gagerait qu'il existe aussi une abondante documentation archéologique mais l'éloignement du pays, un fort protectionnisme culturel et la barrière de la langue la rende peu accessible. Ainsi, au terme de cette synthèse concernant le corpus documentaire régional que l'on a pu réunir avec cette recherche, on doit souligner

<sup>230</sup> L'égyptologie fournit une abondante documentation sur les architectures en briques de terre crue, monumentales ou d'habitat, des époques dynastiques et notamment au-delà du Moyen Empire (XV<sup>ème</sup> siècle av. J-C.).

<sup>231</sup> Il s'agit des grands royaumes ghanéens (VIII<sup>ème</sup> - XI<sup>ème</sup> siècles), de l'Empire Songhaï (XIV<sup>ème</sup> - XVI<sup>ème</sup> siècles), du royaume de Kanem Bornu (X<sup>ème</sup> - XIX<sup>ème</sup> siècles), des Cités-Etats Haoussa (X<sup>ème</sup> - XIX<sup>ème</sup> siècles), des états Mossi (XV<sup>ème</sup> siècle), des Royaumes Achanti (XVII<sup>ème</sup> siècle), du Royaume du Dahomey (XVII<sup>ème</sup> siècle), du Royaume de Bénin et d'Oyo (XV<sup>ème</sup> siècle).

<sup>232</sup> **Dunzhen 1980** : DUNZHEN, Liu – *La Maison Chinoise*, éditions Berger-Levrault, Paris, 1980. Ce livre remarquable permet de dresser un bon panorama de l'évolution des architectures de terre en Chine.

que la documentation existante et aisément accessible permet sans aucun doute de dresser un état assez complet de la situation des architectures populaires d'habitat en terre dans le monde. Par contre, les analyses historiques, à l'exception de celles qui ont été menées sur des territoires d'investigation privilégiés<sup>233</sup>, sont encore insuffisamment développées, voire lacunaires, pour beaucoup de régions du monde. L'écriture d'un récit historique de l'évolution des cultures constructives et architecturales de la terre crue à l'échelle mondiale en reste encore très contrainte.

Pour le corpus documentaire chronologique, notre effort de recherche a porté sur une première approche des sources relatives aux espaces de la Méditerranée et d'Europe occidentale plus aisément accessibles. On a particulièrement relevé les apports de l'archéologie et de la géographie humaine. On a notamment exploré, pour les références en langue française, le corpus des revues scientifiques et de vulgarisation, des collections de nature encyclopédique et des rapports de recherche archéologique qui étaient disponibles dans le centre de documentation de CRATerre ou consultables dans les bibliothèques spécialisées<sup>234</sup>. La recherche de sources écrites en langues étrangères a été limitée par l'éventail des langues que l'on pratique ou comprend, à savoir l'anglais, l'italien et l'espagnol. On peut donc regretter que les sources en Allemand, particulièrement importantes en archéologie, n'aient pu être consultées. Dans l'ensemble, le corpus d'étude que l'on a identifié et exploré et qui concerne l'histoire de l'architecture, des cultures constructives et des patrimoines architecturaux traditionnels, fournit un excellent matériau, au moins pour les régions du Proche et du Moyen-Orient, de l'Égypte, de l'espace méditerranéen, de l'Amérique latine occidentale (pays du littoral de l'Océan Pacifique) et de l'Amérique centrale. Notre recherche concernant le continent africain est restée assez limitée à l'exception d'un fonds couvrant l'étude des mosquées de la région soudano-sahélienne qui nous permet de remonter aux XII<sup>ème</sup> et XIII<sup>ème</sup> siècles ap. J-C. L'information sur l'architecture africaine couvre en effet davantage les patrimoines vernaculaires d'époques plus récentes, repérés, identifiés et parfois documentés à partir de la fin du XVIII<sup>ème</sup> et au cours des XIX<sup>ème</sup> et XX<sup>ème</sup> siècles. C'est aussi le cas pour l'Asie, au-delà des sites anciens les plus prestigieux de l'Inde et de la Chine qui, eux, sont bien documentés. Ainsi, une remarque d'ordre général s'impose. Dans notre approche de la documentation historique, un important travail d'identification, de rassemblement, de lecture et d'analyse de nombreuses sources a été mené pour dégager l'information scientifique relative au champ propre de notre recherche, celui de l'histoire des architectures de terre. En effet, l'intérêt des chercheurs pour ce champ d'étude spécifique est peu manifesté ou fait le plus souvent l'objet d'évocations très générales. Rares sont les documents qui développent cette problématique de façon délibérée. Néanmoins, notre recherche a été en mesure de proposer une première mise en forme d'un corpus documentaire d'intérêt historique où sont principalement abordés, dans un premier temps, les références aux cultures constructives en terre de l'espace méditerranéen et d'Europe, au travers des textes antiques des époques bibliques et gréco-romaines<sup>235</sup>, des textes de la Renaissance, des apports

---

<sup>233</sup> On a notamment évoqué les cultures et civilisations précolombiennes d'Amérique latine (y compris celles d'Amérique centrale), les grandes civilisations méditerranéennes, les civilisations d'Égypte et du Proche-Orient, et celles d'Asie centrale.

<sup>234</sup> Il convient ici de relever la collection de la revue *Archéologia* et les Dossiers de l'Archéologie, les atlas de l'architecture, de l'histoire et de l'archéologie du groupe Universalis et d'autres ouvrages de caractère similaire (Encyclopédie de Cambridge), des rapports de fouilles édités par la Librairie Orientaliste Paul Geuthner et la Collection de l'École Française de Rome, la bibliothèque de la Maison de l'Orient Méditerranéen, à Lyon.

<sup>235</sup> Dans un article intitulé L'apport des textes antiques (in DAF n°2, op.cit.), **Robert Lequément** relève : « *l'apport des textes antiques est important : la terre crue est bien présente dans l'Occident romain : Gaule, Germanie, Péninsule ibérique, Italie, Afrique et il s'agit d'une tradition bien implantée puisque nos textes couvrent largement l'Antiquité romaine du 2<sup>ème</sup> siècle av. n.è. au 7<sup>ème</sup> siècle ap. n.è. Mais cette utilisation n'est pas propre à l'Occident romain et les auteurs grecs et les*

de l'archéologie à partir du XIX<sup>ème</sup> siècle, des sources situées entre le Siècle des Lumières et l'époque industrielle en Europe, des références de la Géographie humaine et de l'anthropologie de l'habitat au XX<sup>ème</sup> siècle et enfin des apports récents de la recherche liés à un renouveau contemporain des architectures de terre en relevant notamment les apports de la France qui a joué un rôle moteur depuis la fin des années 1970. Cette esquisse d'approche chronologique du corpus documentaire nous a permis de mieux organiser les sources d'information et de mettre en évidence les repères d'une trajectoire historique de production quasi-continue d'écrits sur la construction en terre qui accompagne l'intérêt que lui ont porté les hommes depuis des temps très anciens. Notre corpus de sources littéraires et scientifiques est certes resté limité mais fournit des éléments essentiels pour fonder les bases d'une recherche sur l'histoire des architectures de terre dans l'espace historique et culturel que l'on a volontairement cerné. Bien sûr, d'autres investigations concernant d'autres régions du monde sont nécessaires et le temps comme l'intérêt soutenu que l'on porte à cette recherche, les contributions à cet effort de nombreux autres chercheurs qui sont associés au réseau scientifique de CRATerre, y pourvoiront<sup>236</sup>.

Pour résumer cette trajectoire historique des sources écrites dans l'espace géographique considéré, voici ce que l'on peut brièvement relever. Au-delà des époques bibliques<sup>237</sup>, puis de l'Antiquité qui fournit un très beau corpus de textes que l'on a précédemment référencés, semble s'ouvrir en Europe plusieurs siècles de silence durant les époques du Moyen Âge<sup>238</sup>. Puis, c'est avec la Renaissance, avec le *De Re Aedificatoria* de L. B. Alberti (1553, op. cit., trad. de J. Martin) et *La Maison Rustique* de Charles Estienne et Jean Liébault (1564, op. cit.) que se manifeste à nouveau un intérêt pour la construction en terre. Mais c'est surtout au cours du XVIII<sup>ème</sup> Siècle des Lumières, avant et après la Révolution française, puis au cours de la première moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, que semble se renouveler ce centre d'intérêt avec des répercussions internationales jusqu'en Angleterre puis aux Etats-Unis<sup>239</sup>. Le souci d'une amélioration des conditions d'habitat rural porté par les

---

*papyri nous montrent qu'en Grèce, en Asie ou en Égypte, on a traditionnellement utilisé la terre crue* ». Par après Lequément confirme néanmoins que ces textes anciens n'ont pas une réelle valeur scientifique car, pour corroborer les propos de ces auteurs anciens, « l'historien de l'Antiquité devra faire appel, bien sûr, aux indispensables témoignages de l'archéologie ».

<sup>236</sup> Depuis la présentation de cette recherche en juin 1997, la constitution de ce corpus de référence des sources littéraires et scientifiques s'est considérablement élargie, grâce aux activités de recherche du laboratoire CRATerre. En effet, à partir de 1998 le lancement d'un grand programme sur la conservation des patrimoines architecturaux en terre concernant les 44 pays au Sud du Sahara, avec le Centre du Patrimoine Mondial de l'UNESCO, le programme Africa 2009, a été favorable à l'identification et la collecte de nombreuses sources pour le continent africain. Simultanément, les cours panaméricains qui étaient organisés sur le site de Chan Chan au Pérou, en 1996 et 1999, par le Projet GAIA puis par le *Projet TERRA* (CRATerre-ICCROM-Getty Conservation Institute), permettaient aussi d'augmenter les sources sur l'histoire des architectures de terre en Amérique latine. Chargé d'autres projets de conservation et gestion de sites en Iran (Tchoga Zanbil) et au Sultanat d'Oman (Fort de Bahla), à dater de 1998 et durant ces dernières années, j'étais en mesure d'identifier d'autres références documentaires pour l'espace persan et de la péninsule arabique. Enfin, plus récemment, à partir de l'année 2000, un nouveau programme sur la conservation des patrimoines archéologiques et architecturaux en terre dans les cinq pays d'Asie centrale, ouvre encore d'autres perspectives pour l'augmentation du corpus de documentation scientifique. Enfin des recherches plus spécifiques sur les textes hispaniques des époques arabes du Moyen Age, menées récemment par une collègue historienne de l'art, Mme Juana Font Arrellano, et que l'on précédemment référencées, ouvrent de magnifiques perspectives pour l'intégration de nouvelles données sur l'histoire des architectures de terre sur la péninsule ibérique et viennent compléter notre corpus méditerranéen.

<sup>237</sup> Se reporter à Exode I, 1, 13-14, *Oppression des Hébreux*, Exode I, 5, 10-18, *Instructions aux chefs de corvée*, Isaïe, 9, 9, Ezechiel, 4,1, Nahum, 3, 14.

<sup>238</sup> Sauf en Espagne avec les textes arabes que l'on a évoqués : Font Arrellano, op. cit.

<sup>239</sup> G.M. Delorme, G.C. Goiffon, Abbé Rozier, F. Cointeraux, J. B. Rondelet, op. cit. On a repéré beaucoup d'autres textes pour cette époque : **Alléon Dulac 1765** - *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des provinces du Lyonnais, Forez et Beaujolais*, p. XXI, 16-20 ; **Diderot et d'Alembert 1771** : Article intitulé *Pisay, pisey, pisé*, en supplément au volume 4 de l'édition de 1771 de l'Encyclopédie, pp. 384-385 ; **J.E. Guettard 1779** – *Mémoire sur la minéralogie du Dauphiné* ; **A. de Béthune Charost 1790** – *Rapport sur les moyens de faire disparaître la mendicité* (suggérant aux propriétaires terriens de donner une petite maison de pisé aux jeunes ménages de cultivateurs) ; **De Villeneuve 1791** – *Traité complet de la culture...*

---



physiocrates et les premiers agrariens, associé à une élévation du niveau de vie de la population rurale, à une possibilité de constitution d'un legs de patrimoine bâti, y sont favorables. D'autres écrits des naturalistes évoquent aussi le pisé et la brique crue. Au cours de la deuxième moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle les recherches archéologiques connaissent un fantastique développement<sup>240</sup>. Elles commencent à révéler la dimension mondiale d'un patrimoine architectural construit en terre crue, même si le propos des chercheurs n'est pas fondamentalement centré sur cet intérêt mais davantage sur les témoignages objectifs de l'histoire des civilisations antiques qu'offrent les mobiliers mis au jour par les fouilles. D'ailleurs, on doit noter que l'identification des matériaux et des techniques de construction en terre est souvent confuse avec de grandes imprécisions sémantiques sur la terminologie, le terme « pisé » recouvrant le plus souvent tous les types de mise en œuvre de la terre en construction. Simultanément, à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, puis au cours de la première moitié du XX<sup>ème</sup> siècle, les travaux de la géographie humaine, de l'anthropologie et de l'ethnologie<sup>241</sup>, sont davantage centrés sur l'étude des habitats vernaculaires, dans les pays d'Europe mais aussi sur le continent africain. L'établissement des premières typologies de ces habitats s'accompagne d'un propos sur l'organisation des structures agraires, sur la fonctionnalité du plan des édifices ruraux en rapport avec ces structures, mais n'ignore pas la description des matériaux de construction. La terre crue apparaît alors être un des matériaux les plus couramment utilisés par les bâtisseurs du milieu rural, au même titre que la pierre et le bois, tous matériaux "locaux", prélevés dans l'environnement des constructions. Puis, la période de la Seconde Guerre Mondiale éclipse cet intérêt porté par les chercheurs à la construction en terre bien qu'en France démarrent les travaux d'inventaire du patrimoine rural des différentes régions qui seront édités dans les années 1970 avec le *Corpus des architectures rurales françaises*. Mais, les destructions massives du patrimoine par le conflit et la reconstruction de l'après guerre redonnent une valeur au matériau terre qui peut être une alternative technique et économique alors que la plupart des pays européens sinistrés doivent reconstituer leur appareil de production industriel du secteur économique du bâtiment. En France, des

---

*du tabac, Des bâtiment en pizey, pisé ou pizay* ; **Arthur Young 1792** – *Travels during the year 1787, 1788 and 1789, 1792* (à propos de ses voyages en France et des « cabanes de boue » du Bas Dauphiné) ; **C. P. Lasteyrie 1802** – *Traité des constructions rurales*, an X (citant des passages d'autres auteurs évoquant le pisé, tels l'architecte néoclassique anglais Henry Holland, et un texte de R. Beaston sur les chaumières ou maisons des habitants des campagnes) ; **P. Nicholson 1819** – *An Architectural Dictionary*, pp. 526, 532, 534 ; **Des Garets 1823** – *Notice sur le pisé*, pp. 5-7 ; **J.C. Loudon 1824** – *An Encyclopedia of gardenings*, 2<sup>ème</sup> éd., Tome 3, pp. 305-306 (à propos de *The mud or eath-wall*) ; **Giraud de Prangey 1841** – *Essai sur l'Architecture des Arabes et des Maures en Espagne, en Sicile et en Barbarie* ; **J.B. Papworth 1880** – *Dictionary of architecture, Pise or Pisay, Work* ; **L. Bouchard-Huzard 1858** – *Traité des constructions rurales*, pp. 653-654 (à propos du pisé en béton).

<sup>240</sup> Quelques exemples de ce fantastique développement de l'archéologie évoqués dans l'Encyclopédie d'Archéologie de Cambridge, éditions du Fanal, Paris, 1981, Chapitre 1, pp. 20-22 : « Paul-Emile Botta commença à travailler à Ninive en 1842, puis l'année suivante il fouilla Dur Sharrukin (actuelle Khorsabad) où il découvrit le palais de Sargon II (721-705 av. J.C.). Le Britannique Austen Henry Layard (1817-1894) fouillait Nimrud (l'ancienne Calach, de 1845 à 1847). Hormuzd Rassam du British Museum qui avait fouillé avec Layard et découvert en 1852 le Palais d'Assurbanipal, à Nimrud, étendait ses recherches en Syrie, en Turquie, en Mésopotamie, explorant entre autre Tell Balawat en 1878. En 1877 les Français, sous la direction de Ernest de Sarzec, alors consul à Bassorah, fouillait à Tello et révélait la première cité sumérienne, Lagash. Puis les expéditions se systématisèrent. Les Allemands travaillaient à Babylone sous la direction de Robert Koldewey (1855-1929) et à Assur sous celle de Walter Andrae (1875-1956). Les Français à Suse, à partir de 1897, sous la direction d'un ingénieur des Mines, Jacques de Morgan (1857-1924). Plus récemment, les fouilles françaises d'André Parrot à Mari (Syrie), dégagèrent un palais royal. (...) L'un des premiers archéologues aux États-Unis fut le futur président Thomas Jefferson (1743-1826), qui en 1784 fit fouiller des tertres préhistoriques élevés à des fins de célébration religieuse en Ohio, au Mississippi. (...) J.L. Stephens et Frederick Catherwood découvrirent les centres Mayas d'Uxmal, Copan, Palenque et Chichen-Itza, entre 1839 et 1842. (...) L'exploration archéologique du Pérou commença vers 1860 avec les travaux de Max Uhle (1856-1944). » Sir Mortimer Wheeler (1890-1976) fouille en 1921 et 1922 les sites de Harrappa et Mohenjo-Daro, dans la Vallée de l'Indus qui révèlent de vastes établissements urbains en briques crues. Le Suédois J.G. Andersson (1874-1960) découvre le village néolithique de Yangshao, en Chine.

<sup>241</sup> On a précédemment référencé les travaux des grands géographes français, tels Pierre Vidal de la Blache, Max Sorre, Albert Demangeon, Jean Bruhnes. Ainsi que ceux du géographe italien Osvaldo Baldacci.

expérimentations sont tentées qui réactualisent le pisé alors qu'en Allemagne de l'Est, le nouvel État communiste mobilise massivement les ressources du matériau terre pour reconstituer son patrimoine immobilier rural mais aussi partiellement urbain. Mais ce renouveau ne durera pas au-delà la fin des années 1950, au plus jusqu'au début des années 1960, alors que l'économie du bâtiment redémarre et va connaître ses trente « années glorieuses » d'activité. Pour autant, un important corpus documentaire sur les architectures rurales est constitué dans la plupart des pays européens, à partir de la fin des années 1950 et jusque dans les années 1980 qui ne manque pas d'évoquer les architectures de terre<sup>242</sup>. Ce n'est que vingt ans plus tard, dans les pays industrialisés occidentaux, alors que sévit et inquiète la dite « Crise de l'énergie », ou choc pétrolier de l'année 1973, que les architectes, en recherche d'une technologie de construction moins énergétivore que celle déclinée par une architecture de style international (le béton, l'acier, le verre, les plastiques), redécouvrent le potentiel des cultures constructives en terre. Simultanément, cette période de la fin des années 1970, puis les années 1980, vont dynamiser un mouvement international en faveur de la « technologie alternative », ou « technologie appropriée » (T.A.), inspiré de la pensée de Gandhi, par le *Small is Beautiful* de Ernst Schumacher, le *Construire avec le peuple* de Hassan Fathy, et porté par la Contre-culture européenne et la Contre-culture nord-américaine qui entendent proposer d'autres réponses au « tout industriel », au « tout électrique » ou « tout nucléaire ». S'opère alors un recentrage d'intérêt international sur les technologies traditionnelles et vernaculaires. L'architecture de terre reprend une position d'avant-garde avec l'avènement du « bioclimatisme » qui confirme l'intérêt des propriétés thermophysiques du matériau terre et avec le développement de l'auto construction qui répond au "do it yourself" (faites-le vous-mêmes), slogan d'une nouvelle génération qui milite en faveur d'une réduction des dépendances culturelles et économiques vis-à-vis de la société industrielle. L'architecture de terre se situe au cœur d'un nouveau débat culturel et s'impose comme un nouveau domaine d'étude scientifique et industriel. Mais le véritable renouveau de l'architecture de terre va être plus encore porté au premier plan par une recherche de solutions à la crise dramatique du logement que connaissent les pays du Tiers monde ou pays en développement qui ne peuvent mobiliser des ressources industrielles à la mesure du défi posé et qui, au delà des indépendances nationales, veulent s'affranchir de leurs liens avec les anciennes nations colonisatrices. C'est en effet au cours des deux dernières décennies 1980 et 1990 que se constituent les bases scientifiques et techniques de la construction en terre<sup>243</sup>, un savoir autre que le seul savoir-faire traditionnel transmis de génération en génération de bâtisseurs vernaculaires, un savoir de nature technique et scientifique permettant un nouveau développement des cultures constructives en terre utilisables par les métiers de l'architecture et de l'ingénierie du bâtiment.

Comme bref bilan des apports de cette recherche réalisée en 1997 qui a posé les premiers repères d'une histoire des architectures de terre, au-delà de l'établissement d'un premier corpus documentaire régional et chronologique, on relèvera qu'elle aura aussi permis d'engager l'écriture d'un premier récit historique selon deux angles d'attaque :

---

<sup>242</sup> On a précédemment cité la plupart des auteurs, en France, Angleterre, Allemagne, qui ont contribué à la publication de ce corpus.

<sup>243</sup> Les travaux de CRATerre avec le *Construire en terre* de 1979, le *Earth Construction Primer* de 1984, le *Traité de Construction en terre* de 1989 et la littérature couvrant la technologie du Bloc de terre comprimée (op. cit.) ont beaucoup contribué à l'établissement de ce socle scientifique.

---

- l'un offrant à lire une première approche de l'histoire des douze familles de modes de mises en œuvre de la terre crue<sup>244</sup> ; cette approche est tout à fait originale car elle constitue une première tentative de synthèse sur l'histoire du matériau, des techniques et des cultures constructives. ;
- l'autre couvrant une première partie de l'histoire régionale des architectures de terre pour quatre régions :
  - le bassin méditerranéen ;
  - les régions du Proche-Orient (arc Taurus Zagros et Mésopotamie) ;
  - l'Europe continentale ;
  - l'Amérique centrale (le Mexique) ;
  - l'Amérique latine (les pays de la côte du Pacifique et les régions andines).

Cette recherche aura aussi engagé une approche préliminaire pour la péninsule arabique, le Moyen-Orient, l'Extrême-Orient, le continent africain et l'Amérique du nord, en abondant l'information utile à l'écriture du récit historique à partir des tableaux synoptiques mettant en relation les repères de datation, les caractères généraux des époques, les types de construction et les sites de référence, pour ces autres régions. Il restait encore à engager un travail d'exploration pour les autres pays d'Amérique latine (Argentine, Brésil, Paraguay, Uruguay) et pour l'Australie. Les années qui ont suivi ont permis d'avancer et d'autres textes de synthèse. Par ailleurs, dans le cadre de notre enseignement dans le 3<sup>ème</sup> cycle en architecture de terre CEAA puis DPEA-Terre, ainsi que dans le cadre de la direction de mémoires de TPFE pour l'obtention du diplôme d'architecte, on aura contribué indirectement à une avancée de l'écriture de l'histoire des architectures de terre en dirigeant la réalisation de plusieurs mémoires couvrant cette problématique en d'autres pays ou régions du monde<sup>245</sup>.

**2001 : L'architecture de terre dans le monde : introduction d'un ouvrage sur l'Architectures de terre au Maroc (éditions ACR, Paris-Courbevoie)**<sup>246</sup>

Dans cet ouvrage produit avec une collègue architecte marocaine, je propose en première partie un article d'introduction d'une soixantaine de pages qui valorise le caractère universel et la diversité culturelle des architectures de terre, la déclinaison des techniques et des cultures constructives. Ces dimensions sont illustrées par un choix particulièrement valorisant de grands sites du patrimoine mondial - archéologiques et historiques - des architectures monumentales, des ensembles urbains et de beaux exemples d'architectures vernaculaires rurales. L'article fournit les grands repères historiques de l'évolution des architectures de terre dans le monde en augmentant la contribution que l'on a présentée en amont (Guillaud 1997) d'un complément de récit historique jusqu'alors inédit pour l'Europe, le continent américain, l'Asie et l'Australie, le Proche et le Moyen-Orient, et l'Afrique. Ce récit complémentaire est produit à partir du développement des tableaux synoptiques que

---

<sup>244</sup> Il s'agit des modes de mise en œuvre suivants : **la terre creusée** : architecture troglodytique ; **la terre couvrante** : architecture enterrée et à toitures plates ; **la terre en remplissage** : architecture à murs de blocage et parois-enveloppes ; **la terre découpée** : architecture en mottes de terre ou en blocs découpés ; **la terre comprimée** : architecture en pisé et en blocs de terre comprimée ; **la terre façonnée** : architecture au colombin ou en boudins de terre ; **la terre empilée** : architecture en bauge ; **la terre moulée** : architecture en briques moulées ou adobes ; **la terre extrudée** : architecture en éléments extrudés ; **la terre coulée** : architecture en béton de terre ou en éléments de terre coulée en forme et place ; **la terre-paille** : architecture en structure bois et terre-paille coffrée ou en éléments de terre-paille préalablement moulés ; **la terre en garnissage** : architecture en structure bois, clayonnage et torchis ;

<sup>245</sup> Sur le Nigeria, la Sardaigne, le Venezuela, la Moldavie, le Chili, le Portugal, la Corée, l'Argentine, la Colombie, le Maroc, la Syrie. Voir à cet égard notre *curriculum vitae*, chapitre *Direction de recherches et de mémoires de diplômes*.

<sup>246</sup> **Zerhouni et Guillaud 2001** : op. cit. Article d'introduction de l'ouvrage intitulé *L'architecture de terre dans le monde*, pp. 18-63, 45 p.

j'avais réalisés pour mon mémoire de CEEA-Terre dont l'information a été épaissie au cours des dernières années. Je présente aussi des aspects des patrimoines architecturaux en terre des pays d'Europe occidentale, France, Allemagne, Grande-Bretagne, Italie, une évocation de l'Afrique (région soudano-sahélienne, Nigeria, Burkina Faso), de l'Inde et de la Chine. Un développement entièrement nouveau qui couvrait les patrimoines des pays d'Europe centrale et de l'Est (Tchécoslovaquie, Moldavie, Albanie) et les patrimoines de la péninsule ibérique (Espagne et Portugal), à notre regret, n'a pas été retenu par l'éditeur faute de débordement du gabarit d'écriture qui avait été proposé<sup>247</sup>. Enfin, l'article développe un propos panoramique sur l'actualité des architectures de terre dans le monde, ce qui permet de tracer une trajectoire de la permanence et de la vitalité des cultures constructives en terre, tout en les inscrivant dans la plus large perspective de l'histoire de l'architecture.

**2003 : Une approche de l'évolution des cultures constructives en terre en Orient et dans la région méditerranéenne**<sup>248</sup>.

Cet article publié à la demande de la Société archéologique du Japon et édité par l'Institut des Etudes Culturelles de l'Irak antique de l'Université Kokushikan de Tokyo, dans sa revue *Al-Rāfidān*, Vol XXIV, 2003, rend compte d'une communication sur l'histoire des architectures de terre dans les régions d'Orient et de Méditerranée présentée lors du séminaire scientifique annuel de cette société scientifique, sur invitation. Pour les régions d'Orient, l'article traduit l'évolution du village à la ville (des cultures néolithiques à la révolution urbaine entre les VII<sup>ème</sup> et IV<sup>ème</sup> millénaires av. n.è.), et le développement régional d'une architecture monumentale fondée sur l'élaboration d'un savoir-faire remarquable et rayonnant de la construction de structures en arcs, voûtes et coupoles de briques crues. L'article valorise notamment l'excellence des cultures constructives persanes préislamiques et islamiques. Pour les régions méditerranéennes, il traduit l'évidence d'un transfert des technologies et des cultures constructives, à partir des régions d'Orient et du Levant vers l'Anatolie, les Balkans, les territoires de la Grèce continentale et le monde égéen, puis vers la péninsule italique (Grande Grèce). Une évocation plus spécifique est faite sur la culture constructive en terre urbaine des carthaginois, puis des périodes romaines qui activent à leur tour un transfert sur plusieurs régions de l'empire, vers la péninsule ibérique et vers l'Europe occidentale à partir du sud de la Gaule. L'article donne les indices d'un renouveau récent des architectures de terre dans l'espace méditerranéen (Italie, Portugal) et se conclue sur l'évidence d'une forte mobilisation internationale en faveur de la conservation des patrimoines architecturaux en terre qui semble répondre à un nouvel enjeu culturel de préservation de la diversité technologique dans le domaine des cultures constructives.

### **3.2. – Connaissance du matériau et des techniques, construction et architecture en terre**

J'ai contribué, avec mon collègue Hugo Houben, et d'autres chercheurs du laboratoire, à dresser un état des savoirs sur les matériaux et les techniques de construction en terre et leurs applications constructives et architecturales. Les contributions à ce domaine

---

<sup>247</sup> Ces nouveaux éléments ont été depuis lors valorisé par un article sur l'architecture de terre en Europe écrit récemment : **Guillaud 2004**, op. cit.

<sup>248</sup> **Guillaud 2003** : GUILLAUD, Hubert – *An Approach to the evolution of earthen building cultures in Orient and Mediterranean Regions: what future for such an exceptional legacy ?*, in revue scientifique japonaise (archéologie) *Al-Rāfidān*, volume XXIV, 102 p., éd. The Institute for Cultural Studies of Ancient Iraq, Kokushikan University, Tokyo et Letterpress Co. Ltd, Hiroshima, Japon, 1003, pp. 41-70 et 12 planches, 41 p.

d'investigation ont été valorisées avec l'édition du *Traité de construction en terre* (Houben et Guillaud, 1989), ouvrage considéré comme une référence<sup>249</sup>. Depuis son édition, le corpus des savoirs présenté dans ce livre a, soit fait l'objet d'amendements et compléments (Guillaud, 1990, 2005)<sup>250</sup>, soit été augmenté par d'autres publications qui ont proposé des synthèses plus élaborées pour des matériaux et techniques de construction plus spécifiques comme le bloc de terre comprimée (Guillaud et al., 1994), qui ont ouvert d'autres voies d'exploration sur des matériaux et techniques moins couverts par la recherche, comme les blocs de terre découpés et les mottes de gazon (Guillaud, 2002), ou qui ont inauguré l'écriture d'un premier récit de l'évolution de la culture constructive du pisé, depuis ses formes antiques jusqu'à nos jours<sup>251</sup>. Par ailleurs, j'ai également contribué à une recherche sur les dispositions constructives du projet d'architecture de terre mettant en relation un diagnostic des pathologies de structure et d'humidité avec l'application ou le non respect des règles de l'art de construire en terre<sup>252</sup>. Enfin je dois relever ici l'investissement récent, à partir du début de l'année 2004, de la question de la construction en terre en zones exposées au risque sismique que les mobilisations du laboratoire sur le contexte de Bam, en Iran, puis de Al Hoceima, au Maroc et du Cachemire Pakistanais (2005) ont suscitées. Dans ce nouveau contexte propre au développement de recherches scientifiques et de recherches expérimentation et action, j'ai contribué, avec d'autres membres du laboratoire, à un bilan des recherches récentes réalisées dans le domaine, et à la préparation d'une bibliographie annotée de référence (Guillaud et al. 2005, 2006)<sup>253</sup>.

<sup>249</sup> Edité en 1989 aux éditions Parenthèses, Marseille, cet ouvrage en est à sa troisième réédition française (2006). Il a été traduit et édité en anglais par Itdg publications en Angleterre, en 1994, et une édition en russe est parue en 2006.

<sup>250</sup> Je relève ici la réalisation de plusieurs cahiers techniques dévolus à la terre crue et son emploi en construction, ainsi qu'à l'architecture de terre, dans l'Encyclopédie du bâtiment des éditions Eyrolles (1990), synthèse que j'ai entièrement réactualisée en 2005, en intégrant d'autres bilans sur des problématiques qui ont mobilisé davantage d'efforts de recherche et d'application au cours de ces quinze dernières années. C'est notamment le cas de la normalisation des matériaux de construction en terre mais aussi de la construction en terre parasismique, motivée par la reconstruction massive d'habitats à la suite de récents séismes dévastateurs, situations où l'emploi des matériaux locaux traditionnels comme la terre reste justifiée pour des raisons d'accessibilité économique : habitat en zones rurales notamment, situations d'enclavement géographique.

<sup>251</sup> Quelques précisions sur les matériaux et techniques de construction en terre évoqués. Le bloc de terre comprimée renvoie au procédé de compactage de la terre dans des presses de façon à produire des briques de haute densité qui sont utilisées en maçonnerie de petits éléments. Les mottes de gazon qui furent très employés aux époques médiévales, permettant la réalisation de maçonnerie en empilement, ont ensuite disparu pour opérer un renouveau aux époques d'immigration européenne vers les Amériques, puis un renouveau contemporain trouvant sa place dans les tendances actuelles de la construction environnementale. Le pisé consiste à compacter de la terre dans des coffrages, en couches successives, pour constituer un béton de terre maigre propre à l'édification des murs massifs et monolithiques.

<sup>252</sup> **Doat Guillaud et al. 1983** : DOAT, Patrice, GUILLAUD, Hubert, HOUBEN, Hugo (CRATerre), et LARAKI, M.alak, KERGREIS, Michel, HMAMI, Jamal, BOULALI, Mohammed, KABBAJ, Amine, LATIFI, Abdelmalek, (GAITerre) – Marrakech 83. *Habitat en terre. Aide à la conception architecturale*, programme REXCOOP (France-Maroc), Grenoble/Paris, France, 1983, 232 p.

**Odul, Guillaud et al. 1986** : ODUL, Pascal, GUILLAUD, Hubert, DOAT, Patrice, HOUBEN, Hugo, VERNEY, Pierre-Eric. - *Approche scientifique et technique du matériau terre. Dispositions constructives et leurs modes de mise en œuvre*. Ministère de la Recherche et de la Technologie/CSTB, Paris, France, 1986, 304 p.

<sup>253</sup> **Guillaud et al. 2006** : GUILLAUD, Hubert - (Dir. Scient.), CARAZAS-AEDO, Wilfredo, DUPONT DE DINECHIN, Matthieu, GANDREAU, David, HAJMIRBABA, Majid, avec une contribution de WEBSTER, Frederick, *Earthquake resistant earthen architecture. Reference bibliography, recherche*, ed. CRATerre-EAG, Grenoble, novembre 2004, 85 p.

**Guillaud et al. 2005** : GUILLAUD, Hubert - *La construction en terre et le risque sismique ; état du savoir et de l'art*, in Convegno internazionale *Le Case e la città della terra cruda, recupero e valorizzazione dei centri storici dell'area del Mediterraneo*, Casa Sanna, Solarussa, Sardaigne, Italie, 28-29 Janvier 2005.

### 3.2.1. - Connaissance du matériau et des techniques

#### 1984-1989 : du « Earth Construction Primer » (Nations Unies) au « Traité de Construction en terre »<sup>254</sup>.

Au cours de l'année 1984, avec mon collègue Hugo Houben, nous avons engagé l'écriture d'une première version du *Traité de construction en terre* qui devait prendre place, comme volume n°8<sup>255</sup>, dans une collection de publications éditées dans le cadre d'un colloque international intitulé *Earth construction technologies for developing countries* (Technologies de construction en terre pour les pays en développement), devant se tenir à Bruxelles, en décembre de cette même année. Cet ouvrage, écrit en anglais et intitulé *Earth construction primer* (mon premier manuel de construction en terre) a été conçu comme un outil didactique destiné aux enseignants d'architecture, d'ingénierie et de technologie du bâtiment souhaitant développer un enseignement intégré sur la construction en terre. Le succès remporté par ce premier manuel auprès de la communauté internationale de décideurs de la planification urbaine et de l'habitat social, de professionnels de l'architecture et de la construction, et d'universitaires (enseignants et chercheurs), d'un type jusqu'alors inédit quant à l'ampleur des thèmes et sous thèmes couverts<sup>256</sup> et quant à la mise en forme donnant une large place à l'illustration graphique originale et très pédagogique, a conduit le Centre des Nations Unies pour les Etablissements Humains-Habitat (Nairobi, Kenya), à le rééditer en quatre volumes de poche, au cours de l'année 1986, afin d'en assurer une plus large diffusion internationale<sup>257</sup>.

Revenons brièvement sur la conception de cet ouvrage en reprenant un propos d'auteurs, liminaire à l'édition française de 1989<sup>258</sup>. Notre souci a été « *d'exposer la plus large panoplie de possibilités de solutions apportées par le matériau terre, afin de favoriser un choix raisonné de la part des décideurs. Connaître les potentialités réelles de ce matériau pour mieux les exploiter et surtout ne pas mal les exploiter. Car l'emploi de ce matériau ne permet pas l'erreur. Car les possibilités de ce matériau ne sauraient être niées à cause de démonstrations ratées dues à l'ignorance ou même à des négligences.* » Nous revendiquons que « *la construction en terre peut être approchée à un niveau technique et même scientifique, à l'égal d'autres technologies de construction ; (...) que ce matériau n'est pas*

<sup>254</sup> **Houben et Guillaud 1984** : HOUBEN, Hugo, GUILLAUD, Hubert - *Earth Construction Primer*, UNCHS (Habitat), PGC-HS, CRA et AGCD, Bruxelles, Belgique, décembre 1984, 361 p. **CRATerre, Houben et Guillaud 1989**, op. cit.

<sup>255</sup> Les autres volumes de la collection des actes de ce colloque international rassemblaient principalement des études de cas sur des projets d'habitat ou de développement de filières de construction en terre pour l'habitat et les équipements publics des communautés locales, dans plusieurs pays repérés comme ayant valeur d'exemplarité, en Afrique, en Asie et en Amérique latine.

<sup>256</sup> Il n'existait pas en effet à ce jour un ouvrage pouvant être présenté comme un traité de construction en terre, ce matériau n'ayant pas été considéré jusqu'alors par la grande tradition littéraire technique qui se développait à partir de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Des tentatives avaient été réalisées mais qui ne présentent pas l'approche scientifique et technique de cet ouvrage ni son caractère technologique exhaustif, ou qui se limitent à un genre technique de construction en terre, principalement le pisé. On doit néanmoins évoquer à nouveau ici les essais publiés à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle, dont *l'Art du Maçon Piseur* (1772) de Georges-Claude Goiffon, ou au *Quatrième Cahier d'Ecole d'Architecture Rurale* (1791) de François Cointeraux – et ses adaptations en langues étrangères – puis au chapitre *Des pierres artificielles* du *Traité de l'Art de Bâtir* (1802-1807) de Jean-Baptiste Rondelet, que l'on a précédemment référencés. Quant aux ouvrages plus récents sur la construction en terre publiés au XX<sup>ème</sup> siècle, ils sont également la plupart du temps limités à une description de la production du pisé ou du bloc de terre comprimée et l'on pense ici au *Lehmbaufibel* de Tony Miller (1947) publié en Allemagne, ou au *Build your house of earth* (1953) de G.F. Middleton, publié en Australie que l'on a aussi référencés.

<sup>257</sup> **Houben et Guillaud, 1986** : HOUBEN, Hugo, GUILLAUD, Hubert - *Earth Construction Technology*, éditions UNCHS (Habitat), Nairobi, Kenya, 1986. *Volume 1 Manual on surface protection*, 57 p. ; *Volume 2, Manual on design and construction techniques*, 66 p. ; *Volume 3, Manual on basic principles of earth applications*, 50 p. ; *Volume 4, Manual on production of rammed earth, adobe and earth compressed blocks*, 37 p

<sup>258</sup> Op. cit., p. 9.

*limité dans ses applications pour peu que l'on sache exploiter à bon escient la plus large gamme de ses qualités et pallier ses défauts. » (...) Le but que nous poursuivons avec ce livre n'est pas fondamentalement d'apporter du nouveau dans le domaine de la construction en terre mais surtout d'initier une nouvelle réflexion qui prenne en compte la globalité du processus de production. Il s'agit bien de donner les outils permettant de prendre des décisions et des choix raisonnés, sensés, en favorisant un aller-retour permanent entre une approche globalisante des problèmes posés (où ne sont pas seulement pris en compte la variable technique mais aussi les variables culturelles, sociales et économiques) et une approche soucieuse du détail. (...) Ainsi, notre volonté première a été de rassembler les pièces d'une information éparpillée dans une littérature abondante et universelle, puis de la classer, l'ordonner, de la simplifier afin de la rendre accessible à un large public d'intérêts et de compétences. Aller à l'essentiel, en contenu de textes et d'illustrations volontairement cerné. Aborder tous les problèmes qui peuvent se poser, à différents niveaux : en amont, aux stades décisionnels et au fil des étapes logiques et ordonnées de l'élaboration, de la conception et de la réalisation des projets. Cette volonté de mise en ordre des connaissances accumulées devrait, si les objectifs sont couverts, être porteuse d'une accessibilité à ces connaissances et surtout, d'un projet didactique. Car cet ouvrage devrait non seulement servir aux praticiens de terrain mais aussi aux promoteurs et acteurs d'une formation indispensable, en amont des applications. » Notre *Traité de construction en terre* recherchait « l'audience de tous les acteurs des projets de construction en terre : des décideurs et planificateurs, des contrôleurs de travaux, des architectes et ingénieurs, des techniciens de tous niveaux, des entrepreneurs, des maçons et des tâcherons. Mais encore, des étudiants et chercheurs et du plus large public demandeur d'information. »*

Sur l'aspect du contenu de l'ouvrage, précisons sommairement les différents thèmes et sujets couverts, chacun de ces sujets étant présentés sur deux pages pour répondre à l'objectif d'accessibilité à l'information jugée essentielle :

- **Construire en terre** : diversité ; universalité ; Histoire : Afrique, Europe et Méditerranée, Orient, Amérique.
- **La terre** : pédogenèse ; nature ; air et eau ; matières organiques et minérales ; argiles ; forces de liaison ; propriétés ; propriétés fondamentales ; classification géotechnique ; classification pédologique ; terres spécifiques ; localisation des terres.
- **Identification des terres** : prospection ; analyses préliminaires ; procédures de classification de terrain ; analyses visuelles des fines ; texture : granulométrie ; texture : diagrammes ; plasticité ; compressibilité ; cohésion ; minéralogie ; chimie ; classification géotechnique.
- **Stabilisation** : principes ; mécanismes ; densification par compression ; densification par gradation ; fibres ; ciment : principes ; ciment : application ; chaux : principes ; chaux : application ; bitume : principes ; bitume : application ; résines ; produits naturels ; produits synthétiques ; produits commerciaux.
- **Convenance des terres** : terres : évaluation générale ; modes d'utilisation ; pisé ; adobe ; blocs comprimés ; stabilisation : évaluation générale ; fibres et minéraux ; ciment ; chaux ; bitume.
- **Essais** : principes : identification et mise au point ; performances et caractéristiques ; contrôle et acceptation ; équipement de laboratoire.
- **Caractéristiques** : qualités du matériau ; caractéristiques mécaniques ; caractéristiques statiques ; caractéristiques hydriques ; caractéristiques physiques ; caractéristiques thermophysiques ; normes, standards, recommandations.

- **Modes d'utilisation** : modes d'utilisation de la terre ; terre creusée ; terre couvrante ; terre en remplissage ; terre découpée ; terre comprimée ; terre façonnée ; terre empilée ; terre moulée ; terre extrudée ; terre coulée ; terre paille ; terre en garnissage.
- **Procédés de construction** : problématique de la production ; extraction et transport ; pulvérisation et malaxage ; pisé : production et produits ; pisé : préparation de la terre ; pisé : principes de coffrage ; pisé : coffrages d'angle ; pisé : dame ; adobe : production et produits ; adobe : préparation de la terre ; adobe : production manuelle ; adobe : production mécanisée ; blocs comprimés : production et produits ; blocs comprimés : pulvérisation ; blocs comprimés : tamisage et malaxage ; blocs comprimés : principes de compression ; blocs comprimés : principes de presses ; blocs comprimés : presses manuelles ; blocs comprimés : presses motorisées ; blocs comprimés : unités foraines ; blocs comprimés : unités industrielles ; usines ; influence de la production sur le produit.
- **Éléments de conception** : pathologie eau ; pathologie structure ; fondations : principes ; fondations : exemples ; soubassements : principes ; soubassements : exemples ; murs : principes et mortiers ; murs : maçonnerie ; murs : liaisons et angles ; murs : renforcements et chaînages ; ouvertures : principes ; ouvertures : exemples ; ouvertures : arcs ; pavements : principes ; pavements : exemples ; planchers : principes ; planchers : exemples ; toitures plates : principes ; toitures plates : exemples ; toitures inclinées : principes ; toitures inclinées : exemples ; voûtes : principes ; voûtes : exemples ; coupoles : principes ; coupoles : exemples ; âtres et conduits de fumée ; plomberie et électricité ; rénovation et préservation.
- **Construction parasismes** : séismes : origine et mécanismes ; séismes : nature physique, magnitude et intensité ; séismes : action sur les sols et les structures ; séismes : pathologie des constructions ; séismes : objectifs du génie parasismique ; séismes : principes de construction parasismique ; séismes : exemples de recommandations ; tempêtes : origine et mécanisme ; tempêtes : exemples de recommandations ; inondations : origine et mécanismes ; inondations : exemples de recommandations.
- **Protection de surface** : réflexions de base ; revêtements ; enduits sans terre ; enduits en terre ; peintures et imprégnations ; badigeons ; coulis ; pathologie ; bonnes pratiques ; accrochage ; finitions et décorations ; essais.
- **Bibliographie** : choix des principaux ouvrages qui peuvent être aisément obtenus par les voies commerciales normales (sur environ 5000 titres repérés).

L'ambition d'auteurs que mon collègue Hugo Houben et moi-même avions posée dès la version initiale de 1984 présentée au colloque international de Bruxelles a été comblée à plusieurs égards. Notre *Earth construction primer* en version française a été en effet le manuel de référence de l'enseignement spécialisé de 3<sup>ème</sup> cycle que CRATerre inaugurerait en 1985 à l'École d'Architecture de Grenoble avec le Certificat d'Études Approfondies en Architecture de terre (CEAA-Terre) répondant à un appel d'offre national pour la mise en place de ce type de formation par la Direction de l'Architecture du Ministère de l'Urbanisme et du Logement. Puis, une version française, révisée et amendée, intitulée *Traité de construction en terre*, a été publiée par les éditions Parenthèses (Marseille), en 1989 et a pris le relais de la version originale. Une nouvelle version anglaise était ensuite publiée par le groupe d'éditions du *Intermediate Technology Development Group (ITDG)*<sup>259</sup>, sous le titre de *Earth Construction. A Comprehensive Guide* (Construction en terre. Un guide exhaustif), en

---

<sup>259</sup> Ce groupe a été fondé par l'économiste britannique Ernst Friedrich Schumacher, auteur du fameux *Small is Beautiful*, dans les années 1970. Les éditions de ITDG présentent aujourd'hui le plus vaste catalogue d'ouvrages dédiés aux technologies présentant une utilité pour faciliter un développement local, technologique, social et économique, dans les pays du Sud.



1994. Récemment, une version en langue russe, a été publiée par l'Université Polytechnique de Samarkand en Ouzbékistan, en 2006<sup>260</sup>, alors qu'une version en espagnol est en cours de préparation. Plusieurs versions « pirates » ont été produites au cours de ces vingt dernières années qui contribuent au développement d'un enseignement de la construction en terre, de par le monde, confirmant en cela la référence de cet ouvrage dans son domaine.

On doit aussi relever que la structure du contenu scientifique et technique du *Traité de construction en terre* a constitué le socle de référence pour le développement plus conséquent, au cours de ces quinze dernières années, de plusieurs des thèmes et sujets qui y sont présentés. On a précédemment référencé le développement de nos recherches sur l'histoire des architectures de terre qui ont fait l'objet de plusieurs publications scientifiques et tout un ensemble de contributions que l'on a apportées, ou auxquelles on aura participé. Elles couvrent notamment un approfondissement des procédures d'identification du matériau terre, la production d'un corpus de savoir sur les technologies du bloc de terre comprimée et du pisé, l'exploration plus avancée de techniques comme la construction en mottes de gazon, l'exploitation constructive et architecturale des matériaux et des techniques à partir d'une étude des dispositions constructives du projet, l'élaboration d'une méthodologie de diagnostic fondée sur l'analyse poussée des pathologies d'humidité et de structure, l'élaboration d'une méthodologie d'intervention en restauration et réhabilitation des ouvrages construits en terre récemment complétée par une revue critique de la littérature scientifique sur la conservation des patrimoines architecturaux en terre. Ces contributions sont présentées plus précisément par la suite.

### **1986 : Approche scientifique et technique du matériau terre (recherche avec le CSTB)**<sup>261</sup>

#### ***Dispositions constructives et leurs modes de mise en œuvre.***

Cette approche scientifique et technique du matériau terre a consisté en deux volets de recherche contractés avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB). Le premier dont nous avons assuré la direction portait sur les dispositions constructives et leurs modes de mise en œuvre, alors que le deuxième portait sur l'identification et les critères de sélection des terres et était dirigé par nos confrères Hugo Houben et Pascal Odul, accueillant seulement une participation de notre part. On ne relèvera donc ici que le premier volet de cette recherche qui constituait une nouvelle étape d'avancement en matière de méthodologie et démarche « raisonnée » de conception du projet d'architecture de terre. Plusieurs constats fondaient la problématique de cette recherche.

Beaucoup d'architectures de terre traditionnelles prouvent qu'elles peuvent endurer les siècles sans dommages majeurs, pour peu qu'elles soient bien conçues et bien entretenues. Une bonne maîtrise des règles de l'art de bâtir en terre et l'usage associé à une vigilance de routine qu'exige tout type de bâtiment, en quelque matériau qu'il soit édifié, y pourvoient généralement. Nous admettions implicitement que c'est par l'application d'un « savoir bien

---

<sup>260</sup> Cette version a été publiée avec le soutien de l'UNESCO dans le cadre du *Intersectorial Programme Poverty Eradication* (Programme intersectoriel d'éradication de la pauvreté).

<sup>261</sup> **CSTB-CRATerre, Guillaud et al. 1986** : GUILLAUD, Hubert, ODUL, Pascal, DOAT, Patrice, HOUBEN, Hugo, VERNEY, Pierre-Eric - *Approche scientifique et technique du matériau terre. Dispositions constructives et leurs modes de mise en œuvre*. Ministère de la Recherche et de la Technologie/CSTB, Paris, France, 1986, 304 p.

**CSTB-CRATerre, Odul et al. 1986** : ODUL, Pascal, HOUBEN, Hugo, DOAT, Patrice, GUILLAUD, Hubert (CRATerre) - *Identification et critères de sélection des terres*, in *Approche Scientifique et technique du matériau terre*, MRT, CSTB, CRATerre, Villefontaine, 1986.

concevoir et bien construire en terre » que l'on peut notamment réduire l'impact des agents courants de dégradation et particulièrement des actions nocives de l'eau et de l'humidité, ennemis majeurs, pouvant ainsi considérablement augmenter la durée de vie des édifices en terre. Or, l'observation des architectures de terre plus récemment produites ou restaurées et réhabilitées montre malheureusement trop souvent que ce « savoir bien concevoir et bien construire en terre » est en perte de possession, voire éclipsé par une nouvelle pratique que l'on dénommait alors le « savoir blinder ». En effet la tendance, en ce début des années 1980, montre que l'on fait davantage appel à l'ingénierie, parfois très sophistiquée, pour accroître la résistance du matériau terre et le préserver des agents de dégradation. Cette tendance ignore en fait un savoir traditionnel qui consiste à élever la résistance du « bâtiment » aux agents de dégradation et non du seul « matériau » mais surtout à ignorer l'interrelation entre le bâtiment et son environnement. Ainsi, en omettant d'adopter des dispositions de protection du « bâtiment » qui sont de nature architecturale élémentaire telles la protection basse et haute des murs (les fameuses « bonnes bottes » et « bon chapeau ») – qui constituent une réponse logique aux facteurs environnementaux, notamment climatiques, agissant sur le bâti - pour privilégier la surprotection du « matériau », le concepteur des ouvrages en terre croyant bien faire en apportant une réponse de nature technologique ne résout par pour autant les problèmes que pose la construction en terre. La démarche de blindage du matériau qui résulte par exemple d'une stabilisation de la terre dans sa masse (stabilisation du matériau au ciment ou à la chaux par exemple), ou d'une imperméabilisation totale de l'enveloppe bâtie (enduits) tend le plus souvent à sophistiquer la production et la mise en œuvre et donc inévitablement à augmenter le coût global de la production des ouvrages. De plus, le blindage des constructions en terre est très souvent un costume cache-misère, notamment en matière de restauration et ne résout pas les problèmes posés. En pratiquant cela, on cherche à dissimuler les erreurs d'une mauvaise conception architecturale pour le bâti neuf ou l'incapacité à analyser les problèmes posés et à déployer une réponse adaptée. Une telle démarche est une preuve d'ignorance des possibilités de protection qu'offre une « architecture » adaptée aux performances réelles du matériau et aux impacts de l'environnement. En préférant blinder le matériau, croyant prendre toutes les garanties contre la fragilité de la « terre », on se dispense d'une réflexion en amont, plus globale, au stade de la conception architecturale du « bâtiment » ou de la conception d'un projet « raisonné » de restauration. L'observation des architectures traditionnelles de qualité, en toutes situations géographiques et climatiques, et quelles que soient leur configuration ou destination fonctionnelle, montre qu'elles décrivent des éléments de construction dont le traitement technique et architectural est intimement lié aux qualités propres du matériau mais aussi à ses faiblesses et également à une bonne appréciation des contraintes du contexte. Ainsi, le traitement de ces éléments exige un grand soin sur le plan de leur conception puis de leur exécution qui garantira une qualité architecturale et une bonne tenue des ouvrages dans le temps. Le « savoir bien concevoir et bien construire en terre » intègre le respect et la maîtrise de quelques règles essentielles que l'on peut résumer ainsi :

- connaître le matériau, ses caractéristiques et ses propriétés fondamentales ; choisir une terre appropriée ;
- connaître les particularités de la technique de construction employée : construire en briques crues (adobes), en blocs de terre comprimée ou en pisé demande une bonne connaissance des modes de production et de mise en œuvre spécifiques à ces techniques ;
- adopter des systèmes constructifs simples et compatibles avec les modes de travail du matériau : bonne résistance en compression, faible résistance en traction, à la flexion et au cisaillement ;

- adopter des principes de conception des ouvrages, des solutions techniques et architecturales propres aux architectures de terre avec notamment une protection des parties de l'édifice particulièrement exposées aux agents de dégradation dont principalement l'eau ;
- bien soigner l'exécution des ouvrages.

C'est donc en renouant avec une tradition du « savoir concevoir » et « du savoir bâtir » en terre, tout en exploitant les bénéfices d'une technologie actuelle, que l'on peut produire une architecture de qualité démonstrative des potentialités réelles du matériau et que l'on peut maîtriser le coût global de réalisation des ouvrages. Sur cette base, la recherche sur les dispositions constructives et leurs modes de mise en œuvre visait à établir des recommandations pour l'aide à la conception d'une architecture de terre. Cette approche entendait servir de référence pour la rédaction de cahiers des charges ou de spécifications techniques des projets qui n'existaient pas alors bien qu'une ébauche avait été produite pour l'opération expérimentale du « Village Terre » de l'Isle d'Abeau<sup>262</sup>.

La méthodologie de cette recherche a été élaborée à partir de l'observation et de l'analyse des pathologies des constructions en terre ayant constaté que les dégradations les plus typiques résultent d'un manque de conception adaptée aux caractéristiques et propriétés du matériau terre, et à un déficit de protection des ouvrages face aux agents de dégradation environnementaux. Toutefois, s'attachant plus particulièrement à la démarche de conception architecturale, on supposait connus les particularités du matériau et les critères de sélection des bonnes terres pour construire ainsi que les particularités des différents modes de mise en œuvre adoptés sur le chantier. On ne considérait donc pas comme déterminant sur la conception architecturale le fait qu'une pathologie puisse résulter d'un mauvais choix du matériau ou qu'elle soit la conséquence d'une malfaçon de mise en œuvre de la technique de construction choisie. On admettait également que cette méthodologie fondée sur la pathologie n'appréhendait pas tous les critères de décision propres à la conception architecturale qui s'appliquent aussi aux autres matériaux de construction et ne constituent donc pas une spécificité pour la construction en terre, sans pour autant négliger leur importance. Ces critères sont notamment :

- la stabilité des ouvrages : calcul de structure, portance, ... ;
- la sécurité des ouvrages : résistance au feu, aux séismes, ... ;
- le confort hygrothermique : isolation thermique, capacité thermique, ... ;
- le confort acoustique : résistance aux bruits d'impact, aériens, ... ;
- l'économie : faisabilité économique, investissements nécessaires, ... ;
- les typologies constructives et architecturales : modèles et types de systèmes constructifs, architecturaux appropriés aux contextes culturels, etc.

Pour l'observation et l'analyse pathologique des constructions en terre, il s'est avéré tout d'abord nécessaire de :

- regrouper et systématiser les principales caractéristiques du matériau terre ;
- regrouper et systématiser les principales techniques de production des matériaux de construction et les techniques de construction en vue de leur traitement lors de la conception des ouvrages et en considérant le produit fini ;

---

<sup>262</sup> **AGRA-UPAG, CRATerre, Doat et al. 1982** : DOAT, Patrice, GUILLAUD, Hubert, HOUBEN, Hugo, BELMANS, Dirk, DAYRE, Michel – *Recommandations pour la conception des bâtiments du quartier en terre de l'Isle d'Abeau*, éd. AGRA, Plan Construction, Paris, 1982, 191 p.

- systématiser les points névralgiques ou singuliers de la construction en terre ;
- systématiser les principaux agents de dégradation primaire.

La première partie de la recherche présente une synthèse des recommandations pour l'aide à la conception des ouvrages en terre. Celle-ci est basée sur les différents cas pathologiques étudiés. Cette aide à la conception porte sur plusieurs systèmes construits qui sont les suivants :

- le système fondations – pavement – plancher sur vide sanitaire – soubassement ;
- le système mur ;
- le système mur-plancher ;
- le système soubassement – mur – escalier (extérieur) ;
- le système mur – ouverture ;

La deuxième partie de la recherche propose la définition d'un ensemble de rubriques communes qui sont repérées systématiquement sur chacune des fiches d'aide à la conception. Ce sont les rubriques « élément », « critères », et « constitution » :

- la rubrique « élément » subdivise le bâti en ses éléments constitutifs du point de vue structural, soit, fondation, soubassement, mur, ouverture, pavement, plancher, toiture, escalier, ossature ;
- la rubrique « critère » concerne les types d'agents de dégradation les plus courants, soit, l'érosion (impacts de la pluie battante, du ruissellement, du rejaillissement), l'absorption (remontées capillaires, infiltrations), la condensation (interaction des flux thermiques et hydriques), les effets dynamiques (effets de forces variables dans les éléments de construction ou à leur jonction, et dans le temps, soit par exemple des vibrations, des mouvements, des chocs), et les effets statiques (forces de rupture statiques à l'intérieur ou à la jonction des éléments résultant de traction flexion, cisaillement, compression, tassement, poinçonnement) ;
- la rubrique « constitution », qui identifie l'élément selon le mode de construction adopté, considérant que la subdivision classique par techniques de construction n'est pas la mieux appropriée pour l'aide à la conception architecturale. Ainsi cette notion de constitution considère les modes de mise en œuvre en « maçonnerie » (petits éléments), en ouvrages « monolithiques », et en ouvrages « composites », et appréhende ces modes de construction selon qu'ils sont protégés ou non protégés.

La troisième partie de la recherche illustre les différentes solutions d'aide à la conception architecturale par types d'éléments et type de constitution, soit par exemple fondation en maçonnerie protégée, fondation monolithique protégée. Chaque fiche d'aide à la conception rend ainsi compte d'un élément type avec illustration graphique (coupe, croquis) et commentaire. Tous les éléments sont pris en compte selon cette logique d'analyse.

La quatrième partie de la recherche restitue les résultats de l'observation pathologique et les conclusions sous forme de recommandations pour l'aide à la conception d'une architecture de terre, par cas pathologique. La classification des fiches suit l'ordre logique précédemment adopté par critères ou agents de dégradation, soit érosion, absorption, condensation, effets dynamiques et effets statiques, et par différents éléments de construction (fondation, soubassement, mur, etc.) et constitution du système en maçonnerie protégée ou non protégée, ouvrage monolithique protégé ou non protégé, ouvrage composite, protégé ou non protégé. Chacune des fiches de description pathologique restitue un problème typique et propose une solution de conception adaptée pour y pallier. Ces fiches, illustrées (coupes,

croquis), sont également accompagnées de commentaires décrivant les problèmes pathologiques typiques et les solutions de traitement.

La méthode d'aide à la conception architecturale des ouvrages en terre qui a été proposée avec cette recherche reste aujourd'hui pertinente car elle revêt un caractère préventif et conservatoire tout en constituant un outil de formation pour les architectes, ingénieurs et techniciens désirant utiliser le matériau terre dans leurs projets d'architecture et sur leurs chantiers. Elle a été très utilisée dans les années qui ont suivi dans le cadre des enseignements du laboratoire à l'École d'Architecture de Grenoble et en des situations de formation en pays étrangers. En ce sens, cette recherche illustre particulièrement l'efficacité des retombées de la recherche sur l'enseignement et sur les pratiques. Par la suite, l'approche de la conception architecturale à partir de l'analyse pathologique a été approfondie en intégrant une réflexion sur le traitement des causes et de l'origine des causes des pathologies, ce qui conduisait à mieux prendre en compte la dimension du contexte d'édification des ouvrages bien au-delà de la seule dimension physique, mais aussi sociale, économique, culturelle.

**1990 et 2005 : L'Encyclopédie du bâtiment : Cahier « La terre crue » et Cahier « Construire en terre » (nouvelle édition augmentée en 2005)**<sup>263</sup>

Au cours de l'année 1990, le groupe des éditions Eyrolles, spécialisé dans les ouvrages ayant trait au bâtiment et à la construction dans sa plus large dimension, y compris juridique et normative, m'a sollicité pour une mise à jour d'un article sur la construction en terre précédemment écrit par l'architecte et ingénieur Henri Vidal<sup>264</sup> pour *l'Encyclopédie de la construction*. L'approche que l'on a alors proposée entendait remettre en perspective le potentiel constructif et architectural de ce matériau d'usage millénaire en présentant une synthèse des plus récentes recherches scientifiques sur le matériau, les modes et techniques de construction et sur les applications architecturales à la fois traditionnelles, modernes et contemporaines. Fondant cette proposition sur une nouvelle synthèse élaborée à partir du *Traité de construction en terre* récemment édité en 1989, nous avons apporté des développements nouveaux intégrant notre réflexion antérieure sur l'analyse des pathologies d'humidité et de structure et leur impact sur une approche intégrée de l'aide à la conception architecturale. Nous avons également présenté plusieurs études de cas sur l'actualité récente des développements contemporains de l'architecture de terre en France et dans les pays francophones d'Afrique : projet du *Domaine de la terre* à l'Isle d'Abeau, développement de la

---

<sup>263</sup> **Guillaud 1990** : GUILLAUD, Hubert - *La terre crue : des matériaux, des techniques et des savoir-faire au service de nouvelles applications architecturales*, in Encyclopédie du Bâtiment, remise à jour n° 46, éditions Techniques-éditions Eyrolles, Paris, 1990, cahiers n° 2135, 16 p., n° 2135-1, 16 p., n° 2135-2, 16 p. et n° 2135-3, 18 p.

**Guillaud 2005** : GUILLAUD, Hubert - *Cahier n° 16 : La Terre Crue ; Chap. 1 – Un art de bâtir universel et actuel ; chap. 2 – La matière, le matériau ; chap. 3 – L'amélioration par la stabilisation ; chap. 4 – les essais ; chap. 5 – Les qualités du matériau ; chap. 6 – Les normes et recommandations* ; in Encyclopédie du Bâtiment, remise à jour, éditions Weka, Paris, mars 2005, 58 p. Remise à jour et développement de cahiers publiés en 1990 dans l'Encyclopédie du Bâtiment, éditions Techniques-éditions Eyrolles.

**Guillaud 2005** : GUILLAUD, Hubert - *Cahier n° 17 : Construire en terre ; Chap. 1 – La construction et l'architecture de terre ; chap. 2 – Recommandations de conception architecturale ; chap. 3 – Actualité en France, en Europe et dans le monde ; chap. 4 – Bibliographie et adresses utiles* ; in Encyclopédie du Bâtiment, remise à jour, éditions Weka, Paris, juin 2005, - 68 p. Remise à jour et développement des cahiers encyclopédiques publiés en 1990 dans l'Encyclopédie du Bâtiment, éditions Techniques-éditions Eyrolles.

<sup>264</sup> Cet article valorisait pour l'essentiel des données de nature géotechnique et un procédé de construction de terre armée mis au point par Henri Vidal utilisé pour la stabilisation des talus, notamment pour les infrastructures viaires (autoroutes, routes). Ce sont des « aiguilles » en béton (éléments modulaires) mises en place après compactage des couches de terre du talus et retenues par des tirants noyés dans la masse de la terre. Le procédé a été par la suite adapté à des solutions d'habitat semi-enterré (une réalisation sur les hauteurs de Nice).

filière blocs de terre comprimée et application exemplaire avec le projet d'habitat social de l'île de Mayotte piloté par notre équipe CRATerre, développements d'autres actions récentes de coopération internationale au Maroc et en d'autres pays africains. Nous avons également fait le point sur la relance de la formation universitaire et professionnelle dans la perspective d'une valorisation de la filière terre pour l'habitat dans les pays en développement. Par rapport à l'article antérieur, ces deux cahiers de l'Encyclopédie du Bâtiment Eyrolles sur la Terre crue et les nouvelles applications architecturales ont donc pris une nouvelle épaisseur et richesse de contenu et ont constitué un nouveau vecteur d'information des étudiants en architecture, en ingénierie du bâtiment et des professionnels contribuant sans aucun doute au cours des années qui ont suivies à une revalorisation de la construction et de l'architecture en terre en France et dans les pays francophones. Ayant gardé l'entière propriété intellectuelle de ces articles encyclopédiques, nous avons réalisé ultérieurement, en 1995, une adaptation en langue anglaise, amendée de contributions de collègues nigériens, qui a été promue dans le cadre d'un projet de coopération que l'on a lancé et piloté au Nigeria depuis le début des années 1990<sup>265</sup>. Ce projet permettait d'installer dans la ville de Jos, état du Plateau (Nord du pays) le CECTech, *Centre for Earth Construction Technology*, à l'origine du développement d'une filière terre (BTC) contemporaine pour l'habitat social. Ce centre de recherche et de formation, d'applications constructives et architecturale est toujours en activité à ce jour.

Au cours de l'année 2005, les éditions Weka qui ont depuis lors repris à leur compte l'édition et la mise à jour périodique de l'Encyclopédie du Bâtiment nous ont à nouveau contacté pour une actualisation des deux cahiers écrits en 1990. Les deux nouveaux cahiers n°16, « La terre crue », et n°17, « Construire en terre », proposent de nouveaux développements jusqu'alors inédits. Le cahier n°16 fait notamment le point sur l'enjeu des normes et recommandations en faisant un état complet de la situation dans ce domaine qui constitue une préoccupation majeure du milieu professionnel (légitimation et validation normée des pratiques). Il décrit la procédure normative et les tendances actuelles de la normalisation de l'architecture de terre, en s'appuyant sur des études de cas de projets normatifs pilotés par CRATerre en Afrique (norme ORAN sur le Bloc de terre comprimée), ou développés en d'autres pays comme l'Allemagne, propose une récapitulation complète des textes normatifs existants actuellement dans le monde (avec une bibliographie) et une analyse de ces textes. Le cahier n° 17 actualise la présentation des techniques de construction en ajoutant un chapitre sur le renouveau de la construction en blocs de gazon portée par une tendance actuelle favorable à une architecture écologique et économe en énergie. Il propose une nouvelle version des recommandations de conception architecturale et un article inédit sur la question de la conservation des patrimoines architecturaux en terre (préservation, restauration et réhabilitation), nouveau marché de travail porteur pour les architectes et les entreprises. Il fournit un article inédit sur l'état de la situation dans le domaine de la construction parasismique et propose une typologie des solutions constructives pouvant sensiblement améliorer la résistance des ouvrages en terre face au risque sismique. Il actualise l'information sur les développements récents de l'architecture de terre en France et dans les pays francophones et fait état de l'actualité des tendances d'évolution dans les autres pays d'Europe ainsi qu'à une plus large dimension internationale. Sont notamment présentés plusieurs projets contemporains réalisés par des architectes de grande renommée qui revalorisent le matériau terre sous forme de pisé, tels Martin Rauch, en Autriche (Vorarlberg),

---

<sup>265</sup> **Guillaud et al. 1995** : GUILLAUD, Hubert, et OGUNSUSI, Valentine, JOFFROY, Thierry (contributions complémentaires) – *Earth construction technology. Materials, techniques & knowhow for new architectural achievements*, éditions CRATerre-EAG avec le soutien des services de coopération culturelle et scientifique de l'Ambassade de France au Nigeria, Grenoble, 1995, 114 p.

Rick Joy en Arizona, David Easton et Cynthia Wright en Californie, Samuel Mockbee et Rural Studio en Alabama, Glenn Murcutt et le groupe Troppo, les entreprises Ramtec (Stephen Dobson) et CEAC (David Oliver), en Australie.

### **1983-2005 : les cultures constructives du pisé**

Au cours de ces vingt dernières années, je me suis particulièrement attaché à développer un programme de recherche sur les cultures constructives du pisé, prenant ancrage sur l'évidence du patrimoine architectural vernaculaire, rural et urbain, de la région Rhône-Alpes. A partir de cet ancrage régional, ce programme de recherche a pris une ampleur à la fois pluridisciplinaire et internationale proposant d'une part d'élargir le questionnement scientifique, au-delà de l'approche constructive et architecturale, en instruisant un angle d'attaque ethno-anthropologique, et d'autre part d'aborder la question des cultures constructives du pisé en analysant la dimension intangible de ce patrimoine, soit celle des savoir-faire dans leur diversité d'expressions et de contextes d'application. Cette trajectoire de dix années de recherche a abouti à une synthèse sur cette dimension des cultures constructives du pisé que l'on a présentée en 2005, aux Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau, lors d'échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue dont j'ai assuré la coordination scientifique. Voici brièvement énoncées les étapes de cette trajectoire avec l'épaisseur que l'on a progressivement donnée à la problématique, aux questions et hypothèses de recherche, et aux réponses constituant un apport substantiel au savoir sur ce sujet de recherche.

### **1983 : L'architecture en pisé dans la région Rhône-Alpes**<sup>266</sup>

La première opportunité d'engagement de ce programme de recherche sur le pisé s'est présentée avec ma participation à une étude de recensement des caractéristiques de l'architecture de terre dans la région Rhône-Alpes, pilotée par le Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement de l'Ain (CAUE 01). Cette étude, qui a couvert l'ensemble des départements du territoire rhône-alpin, a été partagée entre deux équipes, le CRATerre, sous ma direction, et le Groupe pisé de l'Ain sous la direction de Mme Nicole Singier, directrice du CAUE 01. Le Groupe pisé et le CAUE ont couvert les départements du Rhône (Lyonnais) de la Loire (Forez et Roannais), de l'Ain (Val de Saône, Dombes, Bresse), alors que j'enquêtai pour CRATerre sur la Haute-Savoie (Albanais), la Savoie (Petit Bugery), l'Isère (Terres Froides, Valdaine, les plaines de la Bièvre, du Liers et de la Valloire), la Drôme (Valentinois) et l'Ardèche (Vallée du Rhône).

Cette étude, bien que non exhaustive, prenait pour objectif de mieux faire connaître la présence et l'intérêt culturel des architectures de terre dans les huit départements de la région. Il ne s'agissait pas de réaliser un inventaire, bien que celui-ci n'existât point, mais de relever plusieurs expressions spécifiques et valorisantes de ce patrimoine remarquable constituant une dimension exceptionnelle de l'identité du territoire sur le rapport entre le bâti vernaculaire, le paysage rural et le tissu urbain (villages, bourgs, centres anciens de villes). Les dimensions qui étaient étudiées étaient les suivantes :

---

<sup>266</sup> CAUE de l'Ain, CRATerre et Groupe Pisé, Singier, Guillaud et al. 1983 : SINGIER, Nicole (dir. CAUE01), GUILLAUD, Hubert (dir. pour CRATerre), CAMPAGNOLI, Philippe, CONSIGNY, Olivier, COSSON, Bernadette ; MEGARD, Christophe (dir. pour Groupe Pisé), BALAS, Gilles, BERNARD, Marcel, BOURGIN, Joëlle, DECOUSUS, Patrick, MONNIER, Claire – *L'architecture de terre, Bâtiments caractéristiques de la région Rhône-Alpes*, éditions S.M.E. Résonances et CAUE de l'Ain, Lyon, 1983, 159 p.

- **Les techniques :** le pisé, terre damée manuellement en coffrages, pour une épaisseur moyenne de maçonnerie monolithique de 50 cm est dominant. On repère toutefois quelques évidences de colombage, soit de terre mêlée de végétaux hourdant des clayonnages de bois dans une ossature de charpente (Chambarran). Si la technique du pisé est présente dans la plupart des « pays » du territoire, les textures et les couleurs du matériau, tributaire de la géologie et de la pédologie locales, varient, ainsi que les caractéristiques des modes de mise en œuvre. On observe ainsi des banchées (module du coffrage) parallélépipédiques présentant des variations de longueur, dressées bout à bout en progression linéaire et avec des joints verticaux, ou des banchées bâties bout à bout avec des joints biais (joint dit « à l'équillade »), dans la Loire, en Forez, avec extension du genre en Vallée du Rhône. La présence visible en parement des façades de joints horizontaux (les « moraines »), ou verticaux, dressés au mortier de chaux, entre les banchées, ou leur répétition horizontale sur la hauteur des banchées (trois à quatre moraines par banchée) constitue une autre variante d'exécution. La technique du pisé associe l'emploi d'autres matériaux pour les soubassements des bâtiments, soit en moellons d'épierrement des champs, soit en galets des lits majeurs des cours d'eau, soit en briques cuites, soit en briques cuites et galets (souvent bâtis en arêtes de poisson). Les tableaux des baies sont constitués de seuils ou d'appuis et de linteaux en pierres taillée (molasse, calcaire), de jambages en pierres taillées ou pierres « factices » (éléments pré moulés en ciment prompt), en briques cuites, ou encore en cadre de bois massifs posés en épaisseur extérieure des murs (généralement pour les baies d'étage). Chaque région valorise plus ou moins l'une de ces caractéristiques originales et identitaires de ces systèmes construits. Les toitures sont le plus souvent en tuiles écailles, notamment en Bas-Dauphiné avec de fortes pentes (pays d'enneigement), soit en tuiles rondes ou mécaniques à plus faible pente de type rhodanien (influences méridionales ayant remonté le chenal du Rhône), soit encore en plaques ou ardoises d'abestos, voire d'aluminium, pour des ouvrages plus récents (région de Haute-Savoie). On repère quelques rares exemples résiduels de toitures en chaume (Charavines, Lac de Paladru, Isère). Les débords de toitures destinés à rejeter les eaux de pluie au-delà du parement des façades sont soit à simple débord de chevron, soit à « coyaux » (bout de chevron légèrement relevé en rive basse), soit en génoises de genre méditerranéen (Vallée du Rhône, Drôme). Les édifices les plus élaborés offrent à voir de magnifiques débords de toiture sur consoles en bois constituant de véritables auvents « parapluie ».
- **Les particularités régionales :** si dans de nombreux pays du territoire Rhône-alpin, le patrimoine architectural en pisé est dominant, et c'est le cas de la Loire, de l'Ain, du Rhône ou de l'Isère, il est parfois plus circonscrit en des territoires moins vastes comme on l'observe en Drôme et Ardèche (en lien avec la Vallée du Rhône et son lit majeur), en Savoie et Haute-Savoie. Les formes de la culture constructive varient selon la déclinaison des savoir-faire locaux.
- **L'architecture :** les formes architecturales varient selon les territoires et s'inscrivent dans les traits communs de la typologie architecturale locale, quels que soient les matériaux de construction utilisés, pisé, pierre ou brique cuite, mâchefer et premiers bétons utilisés en construction vernaculaire (début du XX<sup>ème</sup> siècle). Le pisé n'est donc pas réducteur de ces traits typologiques. Au-delà de cette dimension, l'étude s'est aussi attachée à montrer que l'architecture de terre rhône-alpine n'est pas uniquement celle des classes sociales « pauvres », principalement déclinée en logements de ferme et annexes agricoles ou en logements ouvriers (en lien avec l'industrie du tissage notamment). Au-delà de modèles



« simples », cette architecture populaire présente aussi une richesse d'expressions formelles déclinées dans la variété des volumes, de leurs associations, des rythmes de ses éléments de composition (baies, colonnes d'auvents) et dans un soin remarquable du détail. Mais il existe aussi une architecture de pisé accueillant d'autres usages tels que maisons de bourgs et villes, immeubles d'habitation, manoirs et châteaux bourgeois, chapelles et églises, écoles et mairies-écoles, usines de tissage, pigeonniers, moulins, presbytères, monastères (La Trappe). Si beaucoup des édifices en pisé laissent à voir le matériau terre en parement, beaucoup d'autres également sont revêtus d'enduits à la chaux ou hélas plus récemment au ciment.

- **La performance constructive** : l'étude a voulu aussi montrer que la culture régionale du pisé a décliné la réalisation d'ouvrages bâtis aux performances constructives et structurales parfois étonnantes. Ainsi ne sont pas rares les immeubles d'habitation de plusieurs étages (trois à quatre, voire cinq) s'élevant jusqu'à 15 mètres de hauteur, des longueurs de mur impressionnantes à la fois sur le bâti et pour les murs de clos de propriétés foncières, des portées et charges de planchers importantes, des ouvrages en pisé bâtis en proximité de cours ou plans d'eau (moulins et bâtiments industriels). L'implantation du bâti en pisé n'est pas conditionnée par des faveurs climatiques ou topologiques particulières. Ainsi trouve-t-on ce bâti en pisé dans des régions ensoleillées et plus sèche comme en régions pluvieuses, enneigées et humides, en territoire de plaine ou d'altitude, à la ville comme à la campagne. Ces aspects de la performance constructive et de l'adaptabilité à la diversité des lieux, des usages, ont été largement illustrés par l'étude.

L'ouvrage qui a été édité en 1983 et qui rend compte de cette étude sur l'architecture de terre en région Rhône-alpes et ses bâtiments caractéristiques présente toutes les régions du territoire en partant de Lyon et du Lyonnais puis en tournant autour de la métropole régionale depuis l'est, dans le sens des aiguilles d'une montre (Loire, Rhône, Ain, Savoie, Haute-Savoie, Isère, Drôme, Ardèche). Ce parti pris méthodologique permet de ménager une transition entre des régions d'architectures voisines. Une mise en relation avec la nature géologique et pédologique des territoires est systématiquement proposée avec une description des caractéristiques locales du matériau terre et des modes de mise en œuvre sous forme de pisé. Une synthèse d'analyse typologique est aussi fournie pour chaque région couverte, en introduction de chacune d'entre elles avant de décliner une soixantaine d'études de cas représentatives. Notre contribution a couvert la moitié de ces études de cas. L'étude n'a pas seulement fait l'objet d'un ouvrage édité mais également d'une exposition mobile qui a ensuite circulé dans la région Rhône-Alpes sous le pilotage du CAUE de l'Ain.

Ce qu'il nous semble important de relever à propos de cette étude c'est qu'elle a introduit une nouvelle dimension d'analyse sur la culture constructive en mettant en relation la nature du territoire, de ses matériaux de construction - dont la terre, largement utilisée et en association avec d'autres matériaux locaux - la déclinaison des systèmes constructifs et des modes de mise en œuvre. Cette étude est ainsi allée au-delà des approches académiques traditionnelles instruisant l'étude des typologies architecturales au regard du rapport entre espace, forme et fonction et délaissant la dimension de la matière et du matériau, de la construction, de la valeur intangible des savoir-faire, autant d'éléments d'analyse mis en relation qui révèlent justement une autre dimension de la « culture constructive ». La méthode employée préfigurait celle qui serait systématiquement appliquée par la suite dans l'ensemble des recherches et études sur les architectures de terre menées dans le vaste monde par CRATerre.

---

***1984 : Pour une étude raisonnée des architectures en pisé : approche anthropologique***<sup>267</sup>.

L'année 1984 voit l'engagement d'un programme pluriannuel de recherche intitulé « *Pour une étude raisonnée des architectures en pisé* », en contrat avec le Secrétariat de la Recherche Architecturale de la Direction de l'Architecture. L'objectif de ce programme est de contribuer à promouvoir une démarche réactualisée de conception et de réalisation architecturale en pisé fondée sur l'intégration raisonnée d'une logique de chaîne de production globale et spécifique à cette culture constructive. Le projet architectural contemporain en pisé ne peut être envisagé sans comprendre, intégrer et recréer « l'intelligence constructive » dont témoignent les savoirs et savoir-faire traditionnels qui constituent la culture constructive instruite dans le rapport complexe qu'entretient le concepteur/bâtitteur avec la matière et le matériau, la structure et la forme, l'espace et l'usage mais aussi avec l'environnement physique, social, économique, culturel. Il s'agit de dépasser les études et recherches antérieures qui proposaient un premier catalogage monographique d'expressions constructives et architecturales diverses de cette culture régionale du pisé et de s'attacher davantage à analyser les exemples les plus représentatifs de cette culture à la lumière d'une étude historique et ethnologique complétant l'approche technique. Enrichir l'enquête constructive et architecturale précédemment menée *in situ* par une enquête sur les savoir-faire en questionnant les métiers (charpentiers-piseurs), en travaillant sur la mémoire orale des anciens, sur la mémoire écrite à partir d'une relecture des textes anciens rassemblés dans les archives et les bibliothèques régionales, nationales (fonds Cointeraux déposé à la B.N. par exemple). Il semblait aussi intéressant d'approfondir un premier travail engagé sur la géologie régionale afin de mieux situer cette architecture en pisé construite en « matériaux locaux » dans son environnement physique. Ce programme de recherche pose le socle d'une approche pluridisciplinaire, en vue de décoder un plus large registre de déterminants et leur mise en relation sur la chaîne de production globale et intégrée du pisé. A terme, la recherche vise à délivrer les outils concrets d'une nouvelle pratique constructive et architecturale « raisonnée » ou « réfléchie » pouvant s'inscrire dans le paysage de la production actuelle, autant sur le marché porteur de la restauration et réhabilitation du patrimoine bâti que sur celui de la construction neuve. Promouvoir les conditions d'une nouvelle pratique viable et fiable au plan technique comme économique et répondant aux besoins de la société sur l'espace de ces deux marchés identifiés comme déjà porteurs (celui de la restauration/réhabilitation) ou à dynamiser (celui de la construction neuve).

Pour cela, la recherche entend définir une nouvelle méthodologie de la production des architectures en pisé qui pourrait être adoptée et appliquée par les différentes disciplines sollicitées pour l'étude de la chaîne de production globale. Malgré la différence des objets d'études des disciplines, leur convergence sur l'étude de l'architecture en pisé, devrait permettre de proposer un canevas d'investigation et d'analyse en forme de découpage systématique pouvant être tout autant employé par l'historien, l'ethnologue ou l'anthropologue, l'architecte, le géographe, le sociologue, l'économiste mais également par le concepteur et le bâtisseur. Appliquée dans un premier temps à l'étude de la culture régionale du pisé, cette méthodologie serait applicable dans un deuxième temps à la production d'une architecture contemporaine. Elle fournirait un outil de référence permettant de prendre des choix raisonnés, techniques, socio-économiques et architecturaux à tous les stades de la

---

<sup>267</sup> CRATerre et ADRA, Guillaud et al. 1984 : GUILLAUD, Hubert (dir.), HENRY, Nicole ; ADRA : BARDAGOT, Anne-Monique, SABATIER, Nathalie, DAYRE, Michel – *Pour une étude raisonnée des architectures en pisé. Approche anthropologique*, éditions CRATerre, Grenoble, 1984, 361 p.

production. Par ailleurs, au-delà de son application à la dimension régionale et à la seule culture du pisé, par son adaptation et sa maturation, cette méthodologie devrait permettre d'engager une plus large étude des cultures constructives de l'architecture de terre en diverses régions du monde.

### ***Canevas méthodologique d'analyse de la chaîne de production du pisé :***

Le canevas méthodologique proposé décline trois grands niveaux d'investigation et d'analyse de la production du pisé avec un ensemble d'étapes de production propres à chacun de ces niveaux :

#### *Fiches méthodologiques de niveau I : la terre :*

- sous-fiche méthodologique de niveau 1 : choix de la terre ;
- sous-fiche méthodologique de niveau 2 : extraction et stockage de la terre ;
- sous-fiche méthodologique de niveau 3 : préparation de la terre.

#### *Fiches méthodologiques de niveau II : outillage :*

- sous-fiche méthodologique de niveau 4 : outils d'extraction et de préparation de la terre, outils de coffrage, outils de compactage de la terre.

#### *Fiches méthodologiques de niveau III : mise en œuvre, chantier :*

- sous-fiche méthodologique de niveau 5 : organisation du travail ;
- sous-fiche méthodologique de niveau 6 : organisation de la production ;
- sous-fiche méthodologique de niveau 7 : mise en œuvre de la maçonnerie, liaison entre soubassement et mur en pisé ;
- sous-fiche méthodologique de niveau 8 : élévation d'une banchée en pisé ;
- sous-fiche méthodologique de niveau 9 : construction d'une maison en pisé ;
- sous-fiche méthodologique de niveau 10 : enduits, isolation.

### ***Fondements théoriques de la méthodologie d'étude raisonné du pisé : hypothèses***

#### *L'architecture en pisé : un produit culturel élaboré et historiquement situé*

La production des architectures en pisé, dans un contexte historique donné, est conditionnée par un ensemble de déterminants agissant à partir du milieu physique (matériau disponible et utilisé, adaptations morphologiques du bâti à la topologie, au climat), par certaines tendances lourdes de nature ethnologiques et sociologiques (mémoire collective, usages et vécu, folklore, signes, décor), par des tendances socio-économiques et politiques (conditions du marché de la construction, niveaux de vie, visées d'amélioration des modes de vie, politiques d'aménagement du territoire, poussées de l'urbanisation sur le milieu rural), par des tendances techniques et culturelles (savoirs et savoir-faire, pratiques des métiers, cultures constructives). Ces déterminants agissent en forme de pressions permanentes ou changeantes, en séquences logiques sur la chaîne de production globale du bâti en pisé, depuis l'extraction de la terre pour construire, jusqu'à la finition du bâtiment. L'architecture en pisé doit être alors considérée comme l'expression de la pratique des métiers du pisé, totalement située dans son époque de production, dans la complexité des facteurs pluriels du milieu agissant sur cette production située, mais aussi dans la mémoire collective de cette époque. Car elle restitue tout autant un savoir atavique transmis de génération en génération, et un savoir contemporain de cette époque constituant une trajectoire culturelle. Cette pratique

située des métiers du pisé interprète l'ensemble de ces déterminants, des tendances et pressions exercées sur la production du bâti en des déclinaisons constructives et architecturales diverses qui entretiennent toutefois des références à des archétypes, invariants ou modèles constructifs et architecturaux transmis de génération en génération sur cette trajectoire culturelle. Les savoirs et savoir-faire inscrits dans la pratique des métiers du pisé constituent une mémoire culturelle qui s'incarne historiquement dans les faits de la production du bâti.

*L'architecture en pisé est une pratique sociale située.*

Toutes les séquences articulées de la chaîne de production globale du pisé sont lisibles sur l'architecture que l'on peut dès lors aussi appréhender en terme de pratique sociale située dans le temps de cette production. Cette architecture de pisé est tout à la fois un produit historique, géographique, politique, socio-économique, culturel et technique, méthodiquement élaboré. Elle est l'expression plus ou moins ordonnée des savoirs et des savoir-faire techniques d'une époque. Elle est le miroir des pratiques sociales des métiers, sur la chaîne de production globale, qui donnent du sens à ses expressions structurelles, spatiales et formelles ainsi qu'au traitement de tous ses détails. En effet, chaque détail appréhendé isolément demeure privé de sens s'il n'est pas considéré à la lumière de la chaîne de production globale, historiquement et socialement « située ». Ainsi, vouloir mieux connaître et comprendre l'architecture de pisé, c'est échapper nécessairement aux limites du seul questionnement technique en cherchant à interpréter le plus justement possible les traces d'un plus large environnement de production, de ces déterminants, tendances et pressions. L'interprétation de la technique doit laisser place à celle de la culture constructive qui donne sa pleine signification aux dispositions constructives et à la composition architecturale échappant aux caprices de la mode et incarnant cette culture, ses savoirs et savoir-faire dans le temps, à la fois dans leurs permanences et leur évolution.

*Vers une méthodologie opérationnelle.*

L'étude raisonnée des architectures en pisé, telle que nous la concevons et l'énonçons, ambitionne de promouvoir une nouvelle pratique du pisé qui soit réellement opérante. Pour ce faire, la méthodologie de cette étude intègre le plus large registre de questionnements et d'analyses de l'architecture en pisé traditionnelle, en développant une approche globalisante qui, dans un premier temps, met en relation l'architecture avec l'histoire, la géographie, l'ethnologie, la technologie, pour étendre par la suite ce questionnement aux pratiques sociales, économiques et politiques, institutionnelles et juridiques, de façon à bien intégrer la notion de culture constructive et de restituer un discours sur le sens de l'architecture en pisé qui ne soit plus fragmentaire et lacunaire. Cette méthodologie sera ensuite appliquée à la réalisation d'une architecture en pisé contemporaine également élaborée de façon raisonnée, réfléchie et méthodique à tous les stades de la chaîne de production et dans une nouvelle situation historique et sociale actualisée. On saisit aussi l'importance de cette approche au regard du souci d'enseignants et chercheurs de promouvoir une formation sur la construction et l'architecture en pisé, et plus largement en terre, car d'autres cultures constructives de la terre crue (bauge, adobe, torchis) en bénéficieront. Cette formation<sup>268</sup> devrait déboucher, à

---

<sup>268</sup> Rappelons ici que le développement de cette recherche sur l'étude raisonnée des architectures en pisé est effectué en 1983, année qui précède la définition d'un programme d'enseignement spécialisé sur la construction en terre répondant à un appel d'offre national de la Direction des Enseignements de la Direction de l'Architecture sur la mise en place des formations de

terme, sur une nouvelle pratique opérante, sur la promotion d'un savoir architectural et de savoir-faire constructifs actualisés à même de valider des choix, des partis de conception, des modes de réalisation reflétant à nouveau une pratique sociale située du pisé dans l'époque contemporaine. Une nouvelle pratique qui sera à nouveau en mesure d'analyser et d'interpréter de façon rigoureuse et cohérente les déterminants, tendances et pressions du milieu agissant sur la production, et de redonner du sens « lisible » et « compréhensible » à une architecture contemporaine en pisé.

#### Limites de l'étude raisonnée, en 1983.

Au stade de la recherche développée en 1983, la méthodologie d'étude et d'analyse raisonnée de l'architecture en pisé, n'est encore qu'ébauchée. Ce sont principalement les dimensions de l'analyse technique, constructive et architecturale, ethnologique et géologique, qui font l'objet d'une approche plus spécifique<sup>269</sup>. L'histoire de cette architecture en pisé, sur la base d'une relecture d'un choix de textes anciens, et la géologie, sur la base d'un schéma d'identification des terres, ont également fait l'objet d'une ébauche d'analyse plus poussée mais encore prématurée. Les autres disciplines susceptibles d'être interpellées pour une étude raisonnée globale ne sont alors pas encore sollicitées. Il est envisagé d'y surseoir progressivement<sup>270</sup> car les conditions ne sont pas encore réunies, peu d'autres disciplines, dans le champ des sciences humaines notamment, manifestant alors une attraction pour l'étude des architectures de terre, sauf cas très rares et associés à des études monographiques régionales<sup>271</sup>.

#### ***L'étude qui a été réalisée en 1984.***

L'étude restitue les données d'enquête de terrain (questionnaires et entretiens enregistrés, recherches bibliographiques, photographies, croquis et relevés) dans quatre groupes thématiques :

1. Ethnologie du pisé ;
2. Histoire du pisé ;
3. Géologie du pisé ;
4. Architecture du pisé.

---

3<sup>ème</sup> cycle de Certificat d'Etudes Approfondies en Architecture (CEAA). Le CEAA-Terre sera proposé en 1984 et lancé en 1985.

<sup>269</sup> Ce parti pris initial d'analyse interdisciplinaire, bien qu'encore fragmentaire, est possible car l'équipe de ce programme de recherche est alors constituée de deux architectes, deux ethnologues et d'un géologue.

<sup>270</sup> Cette approche disciplinaire élargie sera véritablement opérationnelle avec la mise en place des premiers échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue qui se tiendront à l'Ecole d'Architecture de Languedoc-Roussillon en novembre 2001 sur les procédés de terre modelée, découpée ou coffrée. Nous étions alors membre du Comité scientifique de ces premiers échanges puis avons assuré la coordination scientifique des Deuxièmes échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, les techniques monolithiques, pisé et bauge, qui se sont tenus aux Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau, en mai 2005. L'année 2008 verra la réalisation des Troisièmes échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, technique de la brique crue, qui seront réalisés en partenariat scientifique avec l'Université de Toulouse Le Mirail. Ces échanges favorisent la convergence des analyses des archéologues, historiens, ethnologues et anthropologues, architectes et entrepreneurs.

<sup>271</sup> C'est par exemple le cas pour l'étude des architectures traditionnelles en Afrique qui donnent lieu à de plus en plus nombreux ouvrages, avec une approche dominante de l'analyse ethnologique et anthropologique.

---

### 1 - Ethnologie du pisé :

L'étude tente d'associer les approches architecturales et ethnologiques afin de faire apparaître aussi bien des systèmes architecturaux que des pratiques de travail. Quoique fragmentaire et incomplète, l'étude réalisée constitue une première réflexion méthodologique pour l'élaboration d'un répertoire des techniques de construction en terre qui pourra couvrir par la suite d'autres régions, d'autres pays, afin de permettre une analyse comparative à la dimension internationale et en prenant en compte un plus large registre de techniques de construction en terre que la seule technique du pisé. La recherche ethnologique s'est déroulée en trois phases :

1. *rédaction d'une guide d'enquête* : celui-ci correspond au déroulement d'un chantier, soit aux principales actions qui président à la mise en œuvre d'un bâtiment en pisé. Ce guide sert d'aide-mémoire pour structurer les entretiens mais jamais de questionnaire, la méthode choisie étant l'entretien semi directif. Le contenu du guide d'enquête reprend le canevas méthodologique de la chaîne de production présenté en amont et porte donc sur les thèmes suivants :
  - choix de la terre à pisé ;
  - période de mise en œuvre du pisé ;
  - mode de fonctionnement d'un chantier de pisé ;
  - extraction de la terre ;
  - préparation de la terre ;
  - transport et stockage de la terre ;
  - teneur en eau optimale ;
  - méthode d'amélioration de la terre ;
  - portage de la terre aux ouvriers piseurs ;
  - matériel de coffrage et damage ;
  - fondations et soubassements ;
  - mise en œuvre du pisé : la banchée, les joints ;
  - élévation des murs ;
  - enduits : extérieurs et intérieurs ;
  - dégradations ;
  - qualité du pisé.
2. *Les enquêtes de terrain* : il s'agit de recueillir des témoignages directs de personnes ayant « fait du pisé » afin de rendre compte d'expériences concrètes de construction pouvant révéler des pratiques et des savoir-faire. Les enquêtes ont été limitées au département de l'Isère et principalement au milieu des charpentiers qui, par tradition, pratiquaient le pisé. D'autres contacts locaux ont été approchés. Tous les entretiens ont été enregistrés. Dès lors qu'un mini corpus sur les savoir-faire a été constitué, la méthode d'analyse proposée a été expérimentée. Une enquête complémentaire a été ensuite réalisée pour compléter les témoignages et affiner la méthode en élargissant les contacts aux agriculteurs et ouvriers agricoles fréquemment employés comme main d'œuvre d'appoint sur les chantiers de pisé. Des éléments de l'outillage traditionnel (banches, pisoirs) ont été retrouvés.
3. *Le traitement des informations* : la réalisation de fiches selon les différentes entrées thématiques du guide d'enquête fournit une documentation conforme aux témoignages des praticiens et prépare une analyse des pratiques et des savoir-faire de construction en pisé. Ces fiches sont réalisées en intégrant l'information issue d'une transcription intégrale par

écrit des entretiens enregistrés qui permet ensuite de ventiler l'information donnée par les témoignages selon les entrées du guide d'enquête. Puis un classement analytique est ordonné selon ces différentes entrées thématiques.

4. *Enregistrement des données* : il est organisé à partir d'une *liste des informateurs* intégrant les rubriques *ad hoc* (nom et prénom du contact, date de naissance, profession, lieu, et code de référence correspondant au contact), et d'un *tableau de renseignement des enquêtes* précisant à partir de la reprise du code de référence « contact » le mode d'enregistrement (bande ou cassette), le nom des enquêteurs, la date de l'entretien, et les nombre de page transcrites. Un index thématique définit les entrées de restitution des données sur les fiches d'enregistrement des données issues des témoignages et porte sur :
- le pisé : construction, apprentissage ;
  - le matériel : composition, coffrage, serrage, réglage, damage ;
  - le chantier : maître d'œuvre, organisation, paiement.
  - le choix de la terre : qualité, tests ;
  - la période de mise en œuvre : condition, restriction ;
  - la carrière : localisation, extraction, préparation, teneur en eau, transport ;
  - les fondations : fouilles, autres ;
  - le soubassement : pierre, briques, galets ;
  - le mur :
    - la banchée : coffrage, partage des tâches, remplissage, stabilisation de la terre, damage, teneur en eau, joint ;
    - élévation : tour de banchée, mur pignon, épaisseur, échafaudage, protection, incident ;
    - ouverture ;
    - enduit ;
    - dégradation ;
    - qualité du pisé ;
    - production.

Le corpus d'information ordonnée selon ces différentes entrées thématiques du guide d'enquête constitue un recueil de 150 fiches d'une grande richesse d'information. L'enquête ethnologique est complétée par un index alphabétique des principaux termes utilisés dans le répertoire l'évocation des pratiques et des savoir-faire du pisé.

## 2 – Histoire du pisé :

La méthode d'étude utilisée pour cette deuxième approche historique porte dans un premier temps sur l'analyse d'un choix restreint de textes anciens parmi les auteurs les plus connus. Parmi eux, le célèbre François Cointeraux qui produisait au XVIII<sup>ème</sup> siècle une littérature abondante sur le pisé, dont ses fameux quatre *Cahiers d'école d'architecture rurale* (1790-91) et créait ses « écoles d'architecture rurale » où il y enseignait la construction en « nouveau pisé », et d'autres auteurs contemporains de cette époque, soit Georges-Claude Goiffon et son *Art du maçon piseur* (1772), l'Abbé Rozier et son *Cours complet d'agriculture théorique et pratique* (1781-1786), d'autres auteurs plus récents tels Jean-Baptiste Rondelet et son *Traité de l'Art de Bâtir* (1802-1817). L'étude historique de ces textes anciens est passée au crible de la méthodologie d'analyse que l'on expérimente dans un premier temps sur le texte de Georges-Claude Goiffon, François Cointeraux et les autres auteurs choisis ayant précédemment fait l'objet d'études antérieures. Chaque passage du texte de Goiffon est

ventilé selon les entrées thématiques du canevas d'enquête, soit dans un premier temps sur trois rubriques, le choix de la terre, la préparation de la terre, et la mise en œuvre du pisé. La restitution écrite des données est accompagnée de croquis qui éclairent le propos technique par une représentation visuelle (type d'outillage, modes de mise en œuvre, détails constructifs, etc.). Un répertoire du vocabulaire propre à l'auteur est constitué qui permettra une comparaison avec celui employé par d'autres auteurs en vue d'établir un glossaire raisonné des pratiques et savoir-faire du pisé. Une première ébauche d'analyse comparée est proposée sur l'entrée thématique du choix de la terre en confrontant les textes de Cointeraux, Goiffon, l'Abbé Rozier et Rondelet, et les témoignages de quelques personnes enquêtées sur le terrain rendant compte des pratiques traditionnelles du choix de la terre à bâtir en pisé, dans le Dauphiné. Cela permet de mettre en évidence des conceptions similaires ou différentes issues de la littérature et du témoignage oral vivant sur les pratiques traditionnelles, de reconstituer en partie la dimension de la trajectoire historique et culturelle des pratiques du pisé (du XVIII<sup>ème</sup> siècle à nos jours).

### 3 – Géologie du pisé :

La géologie des terres à pisé, dans l'environnement régional et immédiat des bâtiments étudiés sur le terrain d'enquête, est aussi appréhendée au regard du canevas méthodologique de l'étude raisonnée. Cette sollicitation de l'analyse géologique vise à mieux identifier les propriétés physiques des terres à pisé locales et à mettre en évidence un savoir-faire dans ce domaine du choix de la terre à bâtir. L'information géologique sera confrontée aux données fournies par les textes anciens et par les témoignages des artisans et autres personnes enquêtées sur le terrain pour mieux valider la procédure du choix de la terre dans le cadre de futurs projets de restauration du bâti traditionnel ou de construction neuve. Cette première approche d'étude raisonnée de la géologie passe par deux phases d'approches. Une première phase consiste en une identification des terres, sur la base d'étude des cartes géologiques et des classifications pédologiques<sup>272</sup>, avec une restitution simplifiée de l'information à l'échelle régionale sur une carte synthétique et sur une coupe géologique. Une deuxième approche développe une méthodologie d'essais et de tests simplifiés de terrain<sup>273</sup> permettant d'identifier les terres à pisé dans l'environnement immédiat du bâti en pisé étudié. Cette deuxième approche tend vers l'élaboration réactualisée d'un savoir-faire sur l'identification et le choix de la terre que l'on peut aussi confronter avec les données issues des textes historiques et des témoignages recueillis sur le terrain d'enquête<sup>274</sup>.

<sup>272</sup> Cette étude porte sur les cartes ou extraits de cartes géologiques du B.R.G.M. au 1 : 320 000 ou au 1 : 250 000 (régionales), au 1 : 80 000 ou au 1 : 50 000. Les coupes géologiques mettent en évidence les profils dominants du substratum en présence. Les cartes pédologiques de l'INRA au 1 : 1 000 000 ou au 1 : 100 000 précisent les grandes familles de sols en présence. Les coupes pédologiques mettent en évidence les profils types des sols locaux.

<sup>273</sup> Les tests et essais simplifiés de terrain sont ceux qui ont été préalablement présentés dans l'ouvrage *Construire en terre* (1979) de CRA Terre : odeur, morsure, toucher, vue, couleur, lavage des mains, examen de l'éclat, essai de pénétration, essai de secousses (ressuage), essai du cordon ou du ruban (cohésion), essai de résistance à sec (pastille).

<sup>274</sup> A ce propos il est particulièrement intéressant de relever ici le témoignage d'un des charpentiers, Monsieur Louis Guinet : « Pour choisir la terre, c'est trois fois zéro !... On prépare un paquet de terre, on en prend une poignée dans la main, on la serre ; si on a un mur on la jette contre celui-ci (comme une boule de neige). Si elle reste écartée, la terre n'est pas fameuse, elle peut faire du pisé mais elle n'est pas vraiment bonne. Si elle fait « la pointe de diamant », c'est une terre qui est vraiment sensationnelle ». Cette méthode qui se démarque d'un certain degré de sophistication des tests et essais précédemment évoqués, correspond en fait à l'essai d'estimation de la teneur en eau. Il s'agit donc plus d'un test de chantier que d'un test préalable d'identification des propriétés géologiques de la terre à pisé.



---

#### 4 – L'architecture du pisé : relevé morphologique global et anatomie détaillée.

L'application du canevas méthodologique d'étude raisonnée à l'étude de l'architecture locale en pisé propose une méthode de relevé exhaustif portant à la fois sur la morphologie globale (plan, façades, coupes traditionnels), et sur l'anatomie détaillée d'un ensemble de bâtiment de fermes et ses annexes sur la commune iséroise de Dolomieu : la ferme de Mr. Joanny Bron. Sur les façades, le relevé classique, de type académique, valorise toutefois la nature des matériaux de construction, soit pour les soubassements, le pisé des murs et le rythme des banchées (calepinage), les matériaux de liaison entre le pisé et les autres systèmes constructifs (tableaux d'ouvertures, chaînes d'angles, par exemple), le matériau des couvertures. Un effort particulier est donné à la lisibilité de la représentation au trait qui doit restituer l'apparence fidèle des matériaux et des systèmes constructifs. La restitution des plans anticipe sur l'anatomie détaillée des systèmes constructifs en faisant par exemple apparaître la relation structurale entre les murs de pisé et les planchers (poutraison et solivage). De même pour la liaison entre les murs de pisé et la charpente qui est conjointement restituée par les coupes et par des croquis en perspective éclatée. Au-delà de cette phase de relevé classique est engagé un travail sur l'anatomie détaillée des systèmes constructifs qui vise à restituer l'intégralité de la séquence de construction du bâtiment. Tous les systèmes constructifs sont étudiés ainsi que leurs interrelations structurales, dans un ordre séquentiel logique du processus de construction : fondations, soubassement, première banchée, murs, ouvertures, charpente, couverture, puis systèmes fondation/soubassement, soubassement/mur, mur/ouverture, mur/charpente et charpente/couverture. Par suite, la méthode d'étude raisonnée appliquée au relevé architectural aborde plus directement la mise en œuvre, soit le chantier. Un accent particulier est porté sur l'étude de la banche, sa mise en place et son calage sur le mur. La représentation passe par un croquis éclaté des éléments constitutifs du coffrage et par une représentation en perspective des modes de calage et de serrage, en partie basse (clés, potelets, cales, serre-joints) comme en partie haute (clés, traverses, cordages, serrage). De même sont représentés les outils de compactage, pisoirs et dames, qui étaient traditionnellement utilisés localement par les charpentiers-piseurs<sup>275</sup>. Ces éléments relatifs à la mise en œuvre sont issus des enquêtes de terrain menées auprès des artisans.

#### Conclusion : une méthodologie d'étude raisonnée plus largement utilisée.

Cette méthodologie d'étude raisonnée des architectures de pisé s'est avérée pertinente pour le développement ultérieur de nombreuses enquêtes de terrain sur les patrimoines architecturaux en terre, qui ont été réalisées par les chercheurs du CRATerre, non seulement en France mais en beaucoup d'autres pays. Elle a été ensuite augmentée d'une étude plus précise sur les pathologies d'humidité et de structure des ouvrages en terre, avec une même approche rigoureuse et méthodique instruisant la chaîne de production globale située dans le milieu physique, historique et social, économique et culturel, permettant d'instruire une nouvelle méthode de diagnostic des architectures de terre que l'on évoquera par après. Pour ce qui est de la plus large utilisation de cette méthodologie d'étude raisonnée par la communauté internationale des chercheurs et praticiens, l'impact aura été plus tardif. L'appropriation de

---

<sup>275</sup> La description et la représentation graphique de cet outillage et de son utilisation fait référence à des informations fournies par plusieurs personnes : les charpentier Louis Guinet et A. Pizot, alors encore actifs sur les communes de Dolomieu et de Chimilin (38), un autre charpentier isérois, M. Marchand, actif sur la commune de Beaurepaire, un charpentier de l'Ain, M. Louis Barthoux, trois « anciens » du village de Dolomieu ayant participé dans leur jeunesse à des chantiers en pisé (Messieurs Vessiler, Rojon et Bron), et un jeune auto-constructeur ayant récemment construit sa maison en pisé, M. Rolland. L'information recueillie permet de modéliser l'outillage et les pratiques d'utilisation sur le chantier.

l'outil aura sans doute été favorisé par sa communication lors d'événements scientifiques (séminaires, colloques, conférences) et aura aussi nécessité la formation d'une nouvelle génération d'architectes spécialistes qui seront passés par le 3<sup>ème</sup> cycle de CEAA, puis de DPEA Terre. On commence à en évaluer les résultats avec un réel enrichissement du corpus des connaissances sur les architectures traditionnelles en terre crue, bien au-delà des résultats issus des démarches plus classiques de relevé académique et d'analyse typologique qui valorisent l'étude de la structure, de l'espace, de la forme et de l'usage du bâti, éludant encore trop souvent l'étude du matériau et des dispositions constructives et interrogeant si peu la dimension de la pratique des métiers et la valeur intangible des savoir-faire, la dimension de la culture constructive. Sur la question de l'appropriation de la méthodologie par d'autres disciplines scientifiques, la multiplication des événements nationaux et internationaux autour des architectures de terre, la réalisation au cours de ces dernières années des échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue que l'on évoquait précédemment, modèle repris par plusieurs réseaux scientifiques, le développement significatif d'un enseignement supérieur et d'une formation professionnelle spécialisés à l'échelle internationale, inspirés par les enseignements de CRA Terre<sup>276</sup>, montrent également de réelles avancées favorables au développement d'une pensée et de modes d'analyse plus largement partagés et adoptés par un éventail plus complet de disciplines, l'archéologie, l'histoire de l'architecture, l'ethnologie et l'anthropologie de l'habitat, la conservation architecturale, l'architecture et la construction. Cette méthodologie est en effet davantage adoptée pour l'étude des patrimoines archéologiques et historiques, vernaculaire / populaire ou savant / monumental, de même que pour apporter des réponses plus raisonnées et réfléchies dans les domaines de la conservation des patrimoines ou de la conception et construction actualisée. L'application de cette méthodologie est aussi favorable à une étude plus approfondie des « cultures locales du risque »<sup>277</sup> qui peuvent apporter des réponses pour l'amélioration de la réponse constructive et architecturale en terre dans les régions à risques sismiques, ou pour les interventions en situations de post-urgence à même de revaloriser les dimensions culturelles de l'architecture d'habitat local en terre ou autres matériaux locaux, pour un développement local durable. La notion émergente « d'habitat d'intérêt culturel »<sup>278</sup> qui propose une nouvelle approche théorique pour la conception d'une architecture située dans la diversité des contextes d'application et sur la trajectoire recréé des cultures constructives, semble bien avoir intégré toute la dimension de réflexion sur la chaîne globale de production d'une architecture culturelle « raisonnée » et « située ».

---

<sup>276</sup> Les actions de la Chaire UNESCO « Architectures de terre, cultures constructives et développement durable », à partir du réseau des anciens étudiants du CEAA, puis du DPEA-Terre, depuis 1985, méritent d'être relevées.

<sup>277</sup> Ce concept a été notamment développé à partir des travaux du Centre Universitaire Européen pour les Biens Culturels (CUEBC) de Ravello, en Italie (Prof. Ferruccio Ferrigni) et rejoint une réflexion similaire engagée par CRA Terre dans ses récentes mobilisations sur des projets de reconstruction parasismique (Iran, Maroc, Salvador, Pakistan, Inde).

<sup>278</sup> Ce concept s'oppose à la pauvreté de la réponse constructive et architecturale dans le domaine de l'habitat « économique » (abri minimaliste) et a été formulé par la *Fundación Tierra Viva*, en Colombie (Barichara, Santander). Nous y reviendrons.

---

**1985 : Pour une étude raisonnée des architectures en pisé : état des savoirs et savoir-faire « pisé » français et étranger<sup>279</sup>**

***Contexte de la recherche et problématique***

Le programme pluriannuel d'étude raisonnée des architectures en pisé s'est poursuivi en 1985 avec une étude des savoirs et savoir-faire du « pisé », français et étranger. Il s'agissait de faire un Livre Blanc de la situation dans ce domaine considérant alors qu'il existait un renouveau potentiel du redéploiement de ce savoir-faire pour de nouvelles applications architecturales. Le regard porté sur le contexte français confirmait l'évidence d'un acquis historique particulièrement remarquable par la lecture du patrimoine architectural vernaculaire régional, très divers quant à sa typologie et d'une grande qualité constructive validant l'existence d'un savoir-faire pouvant être remis en trajectoire. L'opération récemment achevée du *Domaine de la Terre* de l'Isle d'Abeau ayant permis le développement d'une nouvelle expérimentation constructive et architecturale, entre tradition et contemporanéité, ouvrait de nouvelles perspectives concrètes d'autant que cette opération exemplaire suscitait un intérêt d'ampleur internationale<sup>280</sup>. Simultanément, un projet de création d'un Institut International de la Construction en Terre, qui portait l'ambition d'installer un pôle d'excellence sur la revalorisation des architectures de terre (recherche, formation, application, diffusion des savoirs), était soutenu par la Ville nouvelle de l'Isle d'Abeau autour d'une association de partenaires réunissant des acteurs politiques nationaux, locaux, culturels et universitaires. Ce projet ne verra pas le jour mais sera à l'origine d'une dynamique favorable à l'émergence puis concrétisation de ce qui deviendrait plus tard les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau.

Comparativement à la situation française, à l'étranger, le renouveau du savoir-faire du pisé apparaissait alors à peine renaissant. On pouvait localiser quelques rares foyers émergents, en Allemagne avec le GHK de Kassel autour d'expérimentations technologiques développées par l'ingénieur architecte Gernot Minke<sup>281</sup>, aux Etats-Unis d'Amérique avec de

---

<sup>279</sup> **CRATerre, Guillaud et al 1985** : GUILLAUD, Hubert (dir. et rédacteur), DOAT, Patrice, ROLLET, Pascal, HOUBEN, Hugo - *Pour une étude raisonnée des architectures en pisé : état du savoir-faire « pisé » français et étranger*, éditions AGRA-EAG, Grenoble, 1985, 388 p.

**EAG-AGRA, CRATerre, Guillaud et al. 1986** : GUILLAUD, Hubert, DOAT, Patrice, HOUBEN, Hugo (CRATerre) - *Architecture de terre. Production du pisé*, Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme, Bureau de la Recherche Architecturale, éd. EAG, AGRA, Grenoble, 1986, 55 p.

<sup>280</sup> Cette opération de 65 logements HLM en terre, pilotée par l'Office Public d'Aménagement et de Construction de l'Isère (OPAC38) avec le soutien de l'Etat via le Plan-Construction & Habitat, l'expertise de CRATerre, faisait la démonstration d'une nouvelle faisabilité technique et économique et du potentiel de créativité architecturale du matériau terre utilisé sous forme de pisé, de blocs de terre vibro-compactés et de terre-paille. Dès son lancement et au cours des deux années qui ont suivi la réalisation du projet que l'on a personnellement suivi pour CRATerre, de nombreuses visites d'entrepreneurs, d'architectes, de maîtres d'ouvrages institutionnels, puis très rapidement l'accueil de délégations étrangères européennes, africaines, américaines, ont confirmé l'intérêt et l'impact de cette opération qui allait dynamiser le lancement d'autres projets sur le territoire français et à l'étranger (un programme au Maroc notamment et d'autres projets jusqu'en Australie). Par cette opération, la France occupait alors une position privilégiée d'avant-garde sur la scène internationale. Cette position a été renforcée par la suite par le développement de la recherche sur le matériau, les dispositions constructives du projet, par de plus en plus nombreuses expérimentations dans les pays en développement auxquelles CRATerre était associé dans le cadre de programmes de coopération bilatérale, par le développement significatif de la formation universitaire et professionnelle, et par l'engagement d'un vaste programme de médiatisation culturelle qui se déployait autour de la circulation internationale de l'exposition *Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire* du Centre Georges Pompidou à laquelle CRATerre était également associé (assistance logistique à la muséologie, conférences, séminaires, ateliers divers dans les facultés d'architecture et d'ingénierie dans les contextes de valorisation).

<sup>281</sup> Les expérimentations de **Gernot Minke** visaient à mettre au point de nouveaux procédés de compactage de la terre en coffrage par vibration du matériau (plaque vibrante auto tractée par impulsion électrique) et à valoriser la plasticité formelle, organique, de la matière en développant un procédé d'extrusion de longs boudins de terre empilés à l'état plastique et en libre

nouvelles réalisations d'entrepreneurs en Arizona et en Californie dans le secteur de l'habitat économique et bioclimatique. Peu d'autres évidences de renouveau étaient par ailleurs observables mais le terreau de grandes cultures constructives et architecturales en terre, dans plusieurs régions du monde, semblait être en mesure de pouvoir accueillir de nouvelles semences promises à un épanouissement potentiel. C'était notamment le cas du Maroc où la démonstration du *Domaine de la Terre* allait susciter plusieurs projets<sup>282</sup>. Malgré ce frémissement international en faveur d'un renouveau de la construction en terre, le constat qui était fait, relativement à une remise en trajectoire des cultures constructive dans l'actualité de la production constructive et architecturale, particulièrement en faveur d'un plus large accès à l'habitat dans les pays en développement, confirmait qu'un énorme travail de revalorisation du potentiel du matériau terre et des savoir-faire devait être déployé soutenu par une stratégie de développement cohérente associant la recherche, l'expérimentation s'ouvrant sur de plus larges applications, la formation universitaire et professionnelle et la médiatisation des connaissances scientifiques et techniques. Ce Livre Blanc sur la situation des savoirs et savoir-faire du pisé en France et dans le monde que l'on se proposait alors de réaliser constituerait une base absolument nécessaire à l'engagement d'un processus raisonné d'actualisation de la filière pisé, et plus largement des filières terre.

### ***Point de vue méthodologique.***

L'étude de la situation des savoir-faire sur les cultures du pisé, en France et à l'étranger, se donnait comme objectif de faire ressortir les apports utiles à un renouveau contemporain de ces cultures et des savoir-faire corrélés, dans chacune des dimensions abordées<sup>283</sup>. Pour cela, ce n'est pas tant sur le contenu explicite de ces différentes dimensions abordées que l'on entendait mettre l'accent – même si l'on en ferait une présentation explicite mais concise –, mais sur ce qui apparaîtrait comme potentiellement innovant, au plan technologique notamment, et porteur d'une nouvelle dynamique de valorisation devant assurer sa faisabilité technique et économique, devant contribuer à reconstruire une trajectoire culturelle située favorable à de nouvelles applications constructives et architecturales. Une telle trajectoire ne pouvait être envisagée sans faire valoir une analyse historique traduisant le *continuum* du potentiel des cultures constructives du pisé. La mise en évidence des aspects « porteurs » aurait inévitablement son pendant dans l'évidence des lacunes et des manques à combler pour s'assurer de revaloriser le potentiel de ces cultures mais aussi pour mieux consolider une position de choix qu'occupait alors la France sur le renouveau de la filière terre, plus largement. Ainsi, cette recherche s'inscrivait dans un plus large registre d'actions soutenant cette perspective portée par l'Etat et notamment le Ministère de l'Urbanisme du

---

disposition. Aux Etats-Unis, les expérimentations portaient sur de nouveaux principes de coffrages intégraux grimpants et sur une mécanisation de la filière pisé de façon à assurer sa fiabilité technique et économique dans le contexte du marché local. Toutefois, le renouveau des architectures de terre était davantage lié au développement très significatif des architectures bioclimatiques en adobe (*passive solaradobes*).

<sup>282</sup> Le projet *Marrakech 83* était en effet simultanément lancé dans le cadre d'une opération pilote du programme interministériel français REXCOOP (Recherche en coopération) et se concluait par la réalisation de plusieurs prototypes construits en pisé et en blocs de terre vibro-compactés. Ces opérations ont également stimulé la réalisation de plusieurs autres projets par de jeunes architectes marocains qui allaient devenir les chefs de file d'un renouveau des architectures de terre au Maroc. On pense ici à **Elie Mouyal** qui réalisera plusieurs projets de villas postmodernes luxueuses dans la palmeraie de Marrakech puis s'intéressera au renouveau de l'habitat économique. L'itinéraire de cet architecte en inspirera d'autres et l'on peut ici relever l'engagement similaire pris au Portugal par l'architecte **José Alegria**.

<sup>283</sup> Au regard de la stratégie de revalorisation de la filière terre qui était alors portée par les institutions d'état, ces différentes dimensions étaient la recherche scientifique et technologique, l'expérimentation, la réalisation de nouvelles applications architecturales notamment dans le secteur de la coopération avec les pays en développement, la formation universitaire et professionnelle, la diffusion des savoirs.

---

Logement et des Transports (Direction de l'Architecture), et le Ministère de la Recherche et de la Technologie (Direction de la Construction)<sup>284</sup>.

***Première partie de la recherche : Livre Blanc des savoirs et savoir-faire français.***

Les différentes dimensions abordées dans ce Livre Blanc qui constituent une remise en trajectoire historique du potentiel des savoir-faire français sont les suivantes :

Chapitre 1 : L'apport historique ancien et récent :

*La part des auteurs anciens* : notre examen revalorise les apports historiques de François Cointeraux (1740-1830) et de ses nombreux essais et pamphlets en faveur de la promotion d'un « nouveau pisé », du développement de ses « écoles d'architectures rurales à Grenoble, dans la région lyonnaise (Vaise) et à Paris, et de son large impact international par la traduction en plusieurs langues de son *Quatrième Cahier d'Ecole d'Architecture Rurale* (1791). Cointeraux apparaît être celui qui a fondé le socle de la modernité du pisé, non seulement par le rayonnement de ses écrits qui constituent la base de production ultérieure de traités de construction en terre, mais aussi par son souci de promouvoir de nouvelles compétences professionnelles par la formation, de médiatiser plus largement les savoirs, d'inventer de nouvelles technologies comme celle du bloc de terre comprimée, de réaliser de nouvelles démonstrations qui seront autant de modèles constructifs et architecturaux repris par des contemporains et des « poursuivants ». Cointeraux, à bien des égards, a instruit une stratégie de revalorisation du pisé qui sert d'exemple encore de nos jours : un « passeur » de culture.

*Les ouvrages et écrits récents* : nous passons ensuite au crible de notre examen plusieurs productions éditoriales récentes. Ainsi, le *Construction en terre* publié par l'Institut de l'Environnement en 1975, par l'association grenobloise ADETEN<sup>285</sup>, qui instruit un nouvel état des connaissances portant sur les techniques de l'adobe, du pisé, du torchis, de la bauge et du bloc de terre comprimée, et fournit une première bibliographie de 154 titres français et étrangers, la plus complète du genre à cette date. Puis le *Archi de terre*, ouvrage fondateur des éditions Parenthèses, publié en 1978 à la suite d'un voyage d'études aux Etats-Unis de ses auteurs<sup>286</sup>. Au-delà d'une présentation générale des techniques de construction en terre, ce petit livre valorise les cultures constructives des indiens *Pueblos* du Grand Sud-ouest et l'actualité des architectures de terre bioclimatiques portée par quelques architectes pionniers qui feront école dans le monde : Steve Baer, David Wright, Douglas Balcomb, Antoine Predock. Il fait aujourd'hui partie des grands classiques de la vulgarisation dans ce domaine et doit être situé dans la mouvance d'un mouvement environnementaliste naissant. Vient par la suite le *Construire en Terre* qui est fondateur de l'existence du groupe CRATerre. Cet ouvrage qui constitue un guide technique pour de nouvelles applications constructives en terre crue connaîtra un succès international jamais démenti pendant près de vingt années par ses

---

<sup>284</sup> Relevons encore ici la recherche sur *Les Voies de la Recherche Terre* qui était réalisées avec le soutien du Plan Construction & Habitat dans les années 1982-83 et que l'on a présentée en début de cette synthèse.

<sup>285</sup> Cette association d'étudiants de l'Unité Pédagogique d'Architecture de Grenoble (UPAG), réunit déjà les futurs fondateurs du CRATerre, en 1979.

<sup>286</sup> On a déjà évoqué ce voyage aux Etats-Unis réalisé par Patrick Bardou et Varoujan Arzoumanian et moi-même, alors étudiants en 4<sup>ème</sup> année d'architecture de Marseille, qui réorientait considérablement nos engagements professionnels ultérieurs, l'un et l'autre éditant *Archi de Terre* et créant les éditions Parenthèses et moi-même rejoignant le CRATerre peu après sa fondation à l'issue de mon diplôme d'architecte sur *l'Histoire et l'actualité de la construction en terre* (revoir en amont).

rééditions, ses multiples copies pirates, ses traductions, ses réactualisations, même si le relais était pris par le *Traité de construction en terre* publié chez Parenthèses en 1989. Au-delà de ces ouvrages, sont ensuite évoqués plusieurs articles, bulletins, plaquettes et magazines qui participent de ce mouvement général de revalorisation de la construction en terre au cours des années 1980<sup>287</sup>. Cette nouvelle médiatisation du renouveau de la construction en terre, par des supports très divers, que l'on doit replacer dans la mouvance générale de l'impact de la Contre-culture et du nouveau courant environnementaliste en recherche d'alternatives à l'industrie du bâtiment énergétivore et au sous-développement, confirme une position très dynamique de la France dans ce renouveau des architectures de terre, au cours de ces années 1980.

*Etat général des recherches françaises* : la France confirme alors un investissement important de l'Etat par le biais de plusieurs de ses ministères, de directions ministérielles et Agences nationales (ANVAR et AFME) qui apportent un soutien à la recherche scientifique et technologique sur le matériau terre, la construction et l'architecture de terre. On peut véritablement dire que cet investissement gouvernemental ne connaît aucune mesure similaire de par le monde. A partir du début des années 1980, les appels d'offres se succèdent et couvrent un large registre de centres d'intérêt : histoire de l'architecture, innovation technologique, formation supérieure et professionnelle. Des actions de coopération internationale sont développées avec le soutien du programme interministériel REXCOOP, particulièrement en direction du Maghreb et des pays d'Afrique francophone. La France est alors le seul pays au monde qui définit ses voies de la recherche terre en précisant l'échelle des priorités d'action et d'investissement. Des projets expérimentaux, menés sur le territoire national et dans les DOM-TOM, favorisent le développement simultané d'une recherche-innovation sur les outils de production du matériau terre (nouveaux types de coffrages, presses pour blocs de terre comprimée). Des recherches pilotées par le Centre Scientifique et Technique du bâtiment (CSTB), en lien avec CRATerre, couvrent les questions de l'identification du réseau terre français (professions, acteurs, actions, délimitation du périmètre et de la surface d'un marché porteur), de l'identification du matériau terre et des dispositions constructives du projet de construction. On les a présentées en amont. Elles contribuent aussi au lancement d'un vaste programme de recherche-évaluation sur le comportement des enduits en terre et aux liants artificiels, sur des murets exposés aux affres du climat local, dans l'enceinte du CSTB de Grenoble. Dans l'ensemble, ces recherches

<sup>287</sup> En 1979, CRATerre propose un article intitulé *La Terre, un matériau de construction actuel*, dans le n° 325 de la revue Techniques et Architecture dévolue au thème des quatre éléments. Cet article évoque les tentatives récentes de réactualisation dans les pays européens et aux Etats-Unis. Il s'agit d'un article « manifeste » qui inaugure le déploiement d'un nouveau propos militant destiné à capter l'intérêt des décideurs et des professionnels du bâtiment. En 1981, le n° 30 de la revue lyonnaise *Pignon sur Rue* est entièrement consacré à la construction en terre et fait le point sur les actions engagées en France par diverses équipes en matière de recherche, valorise des aspects du patrimoine régional en pisé et quelques projets. En septembre 1981, le n° 66 de la *Revue H*, de l'Union Nationale des H.L.M. pose la question de l'avenir du matériau terre et met en avant les tentatives de réactualisation de l'OPAC 38. Il part à l'assaut de la « reconquête d'un mythe » et du dépassement de préjugés culturels. Il fait aussi état de l'actualité dans les pays du Tiers-Monde comme dans les pays industrialisés et notamment aux Etats-Unis avec une présentation de quelques architectures solaires passives construites en adobe. Un bulletin spécial de l'IFA (Institut Français d'Architecture), le n° 61 d'octobre 1981, écrit par la jeune équipe CRATerre, est édité sous l'intitulé de *Terre ; construire en terre dans les pays industrialisés*. En 1984, un numéro spécial de la revue Techniques et Architecture, le n° 345, est consacré au thème « architecture et développement » et présente de nombreux projets d'habitat ou d'équipement des collectivités de plusieurs pays d'Afrique, réalisés en terre. Cette même année, la revue *Actualité Plan Construction & Habitat* propose un dossier : *La terre refait surface* qui fait le point sur l'ensemble des projets du *Domaine de la Terre* de l'Isle d'Abeau. Entre 1980 et 1985, on repère régulièrement des articles sur cette problématique du renouveau des architectures de terre, en France et dans le monde, publiés dans des médias très populaires (Le Monde, Le Nouvel Observateur). Enfin, des organisations professionnelles comme la CAPEB de l'Ain (Confédération des Artisans du Bâtiment) publie en 1984 une plaquette intitulée *Le pisé et l'artisan* qui propose une méthode de diagnostic et d'intervention pour la restauration du bâti traditionnel en pisé du département.

relèvent toutes l'indispensable lien qu'il convient de renforcer avec la médiatisation des savoirs scientifiques et techniques, et avec la formation supérieure et professionnelle de façon à mieux assurer un développement qualitatif de la filière terre renaissante sur un marché triplement porteur : la restauration des patrimoines architecturaux, l'habitat social et de qualité environnementale, moins énergivore, et la coopération avec les pays du « Sud ».

## Chapitre 2 : Le renouveau de la construction en terre

*La médiatisation culturelle, scientifique et technique des savoirs et des savoir-faire :*  
Au cours de cette première moitié de la décennie des années 1980, les actions françaises dans ce domaine sont exemplaires. Elles confirment l'engagement d'une stratégie globale et intégrée de la revalorisation des architectures de terre de portée nationale et d'impact international. L'exposition *Des architectures de terre* du Centre Georges Pompidou, présentée à Paris en février 1981, va connaître une itinérance internationale d'envergure jamais égalée par les précédentes manifestations de cette institution culturelle. Présentée dans de nombreuses capitales du monde, son catalogue sera traduit en plusieurs langues et sera le *best-seller* des éditions du Centre de Création Industrielle. Cet itinéraire mondial sera prolongé jusqu'à la fin des années 1990. Les pays receveurs apportent des compléments qui valorisent leurs traditions et leurs actions en faveur d'une réactualisation. La version sous forme de mini-exposition, un porte folio de 80 planches photographiques, accueillie de par le vaste monde par le réseau des ambassades de France et des alliances françaises, aura un impact considérable sur l'alimentation du débat mondial en faveur du renouveau des cultures de l'architecture de terre, sur le développement d'ateliers professionnels, de projets expérimentaux d'habitat, de lancement d'activités de recherche et de formation. Sur le territoire français, des associations et organisations locales, départementales, tels que les CAUE<sup>288</sup>, se font le relais de la présentation de la mini-exposition du Centre Georges Pompidou, proposent des expositions originales valorisant les patrimoines locaux, médiatisent l'information par le biais de conférences et de petits colloques qui retiennent l'intérêt du public et des professionnels de la construction et de l'architecture. Simultanément, des réalisateurs de documentaires proposent des films, tels *La terre au pied du mur*, alors que Antenne 2 suit de près les développements de l'opération du *Domaine de la Terre* de l'Isle d'Abeau. En Allemagne, la Zdf (Canal 2 de télévision) propose un documentaire de 2 heures qui valorise particulièrement l'actualité française. Cette émission est accompagnée de la réalisation d'un ouvrage que propose son réalisateur. Enfin, plusieurs colloques nationaux sont réalisés durant cette période qui accueillent une participation européenne<sup>289</sup>. Puis l'on commence à observer un déplacement de la dynamique française initiale vers d'autres pays d'Europe qui prennent en main l'organisation de colloques de grande ampleur internationale, tel celui qui est dévolu aux *Technologies de construction en terre pour les pays en développement*, réalisé en décembre 1984 à Bruxelles, par le *Post-Graduate Centre-Human*

---

<sup>288</sup> Parmi ces réalisations, l'exposition proposée par le CAUE de l'Ain, intitulée *Le pisé, entretien et restauration*, diffusée à la suite de la publication de l'ouvrage *Architecture de terre ; bâtiments caractéristiques de la Région Rhône-Alpes* édité en octobre 1983, une autre exposition de l'association *Pisé Terre d'Avenir* basée en Auvergne, illustrent particulièrement cette tendance de médiatisation culturelle locale. On ne compte pas les conférences que l'on aura réalisées durant cette période des premières années 1980, dans des maisons de la culture, des écoles, des mairies, des écoles.

<sup>289</sup> L'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE), l'Etablissement Public d'Aménagement de la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau (EPIDA) et le Plan Construction & Habitat, réalisent deux colloques en 1982 et 1984 dont l'un est intitulé *Le Patrimoine européen en terre* qui accueille de nombreuses contributions de plusieurs chercheurs des pays d'Europe. En 1983, le colloque *M.T.C.83 (Matériaux et Techniques de Construction)* réalisé par le Laboratoire des Ponts et Chaussées, est également centré sur la construction en terre.

*Settlements* de l'Université de Louvain, en Belgique, avec le soutien du Centre des Nations Unies pour les Etablissements Humains –Habitat (CNUEH)<sup>290</sup>.

*Le développement des expérimentations* : Le Livre Blanc sur l'état des savoirs et savoir-faire français reconstruit la trajectoire des expérimentations de caractère institutionnel en faveur d'un renouveau de la construction en terre. Celle-ci s'établit durant l'époque de la reconstruction qui suivait la Seconde Guerre Mondiale avec les projets du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme (MRU) à Ivry, suivi des réalisations pilotes des fermes Quesnel et Dupont du Bosquel, en Picardie<sup>291</sup>, au cours des années 1944-46. Mais la reconstruction de l'appareil de production industriel du bâtiment et le redéploiement massif de la technologie du béton, l'effort considérable de construction de logements sociaux qui trouvera sa pleine capacité technologique et économique à partir des années 1950 et au cours de la période des « Trente Glorieuses » (1950-1970), anéantira bien vite ce nouvel intérêt porté à un renouveau possible de la construction en terre. Il fallut attendre le choc pétrolier de 1973 pour que la recherche d'alternatives à la consommation énergétique du secteur du bâtiment relance l'intérêt pour le matériau terre. L'association ADETEN de l'UPAG réalise une première expérimentation en pisé à Vignieu, dans l'Isère, en 1976, développe des recherches sur de nouveaux procédés de coffrage à pisé. Cinq ans plus tard, en 1981-82, d'autres petits projets d'abribus et de vestiaires sportifs en pisé sont réalisés en Champagne, sur les communes de Termiers et Trépail par l'architecte Perrine Chapelon, dans le cadre de son diplôme. Dans cette même région, l'architecte conseil du Parc Naturel de la Montagne de Reims, Paul-Henri Boutin, constitue une équipe l'associant à une entreprise, « Construction Terre Bois International » (CTBI) qui engage des réalisations d'habitat HLM visant à revaloriser la culture locale du carreau de terre champenois. En Auvergne, l'association « Pisé Terre d'Avenir » engage un programme de recherche sur la thermique du matériau terre, avec le Laboratoire régional des Ponts et Chaussées, puis se positionne assez rapidement sur le marché du diagnostic et du conseil pour l'intervention en restauration du patrimoine en pisé local. Dans plusieurs régions (Isère, Corse, région de Nantes, Toulousain), des architectes, des entrepreneurs et des auto-constructeurs se lancent et réalisent des projets d'habitat en pisé ou en blocs de terre<sup>292</sup>. En 1980-81, au Castellet, dans le Var, l'association « à-venir » réalise le premier projet de bâtiment bioclimatique en terre<sup>293</sup>. En 1982, le CRATerre réalise un petit bâtiment dans l'enceinte du CSTB de Grenoble qui servira de support à une expérimentation sur les toitures en voûtes et coupoles et sur l'adhérence d'enduits en terre stabilisée sur les murs en blocs de terre comprimée. Toutefois, l'expérimentation constructive et architecturale prendra vraiment une nouvelle ampleur avec deux projets phares de ce début des années 1980. La France lance, à partir de 1981, le vaste programme d'habitat social sur l'île de Mayotte dans l'archipel des Comores, qui va être à l'origine de milliers de réalisations architecturales d'habitat et de bâtiments collectifs (Préfecture locale, bâtiments des directions ministérielles de l'Équipement et de l'Éducation) sur les vingt années suivantes et constituera un fantastique

<sup>290</sup> C'est dans le cadre de cette manifestation internationale qu'avec mon collègue Hugo Houben je produirai le *Earth construction Primer*, première version de notre futur *Traité de Construction en terre* (1989) et que l'on a précédemment présenté.

<sup>291</sup> Rappel : projets conçus par les architectes **Paul Dufournet** et **Jean Bossu**, réalisés avec l'assistance de Pierre Dupré et Maurice Grand-Jean.

<sup>292</sup> Il faut ici relever les réalisations de l'architecte Joseph Colzani à partir de son Centre de Lavalette, dans la région de Toulouse, qui promeut une architecture d'habitat en blocs de terre comprimée. En Corse sur les communes de Pigna et de Lumio (proches de Calvi), l'auto-constructeur **Christian Moretti** réalise plusieurs bâtiments en pisé couverts de voûtes et coupoles en blocs de terre comprimée. CRATerre prête la main au chantier d'une grande villa à Lumio. A la Ciotat, Bouches-du-Rhône, l'architecte **François Gauthier** réalise une villa en pisé avec l'entreprise *Terre et Soleil* qui avait auparavant réalisé une maison à Morestel, en Isère et qui participera au chantier du *Domaine de la Terre* de l'Isle d'Abeau.

<sup>293</sup> Rappel : j'ai été à l'origine du projet architectural de ce bâtiment.



levier de développement pour l'île. La filière terre génère un véritable patrimoine d'architecture contemporaine totalement originale au contexte de l'île. Puis, l'année 1983 voit le lancement du projet du *Domaine de la terre* de l'Isle d'Abeau, un programme de 65 logements HLM conduit par l'OPAC38 et dont CRATerre assurera le suivi du chantier pour le compte du Plan Construction. C'est la première grande opération expérimentale d'envergure au monde dans le secteur de l'habitat social et dans un contexte développé qui entend démontrer la faisabilité constructive et économique de l'architecture de terre dans les conditions réelles du marché en vigueur. L'opération, qui valorise plusieurs technologies de construction en terre, pisé, terre-paille et bloc de terre comprimée, sera achevée au printemps de 1985. Elle est inaugurée par plusieurs ministres du gouvernement français invitant plusieurs de leurs homologues et décideurs de pays africains dans la perspective du déploiement consolidé d'une politique de coopération sur l'habitat. Dès lors, la relance des architectures de terre est remise en perspective et présente un fort potentiel pour la valorisation d'un nouveau savoir-faire français, ce que confirmera le fantastique développement de la filière bloc de terre comprimée associée à la réalisation de nombreux projets d'habitat très social et d'équipements des collectivités (scolaires, sanitaires, sociaux) sur le continent africain à partir de ce milieu des années 1980 et jusqu'à ce jour. Cette période du début des années 1980 aura vu, par le vecteur de l'expérimentation constructive et architecturale oscillant entre aléas parfois contre démonstratifs et démonstrations patentes la renaissance et la consolidation de la filière terre française. Néanmoins, malgré cette position de tout premier plan, il faut convenir que la pleine appropriation de l'exemple français et l'épanouissement de ce savoir-faire renaissant au service de nouvelles réalisations architecturales, se feront par la suite sous d'autres latitudes européennes (en Allemagne et plus récemment au Portugal), la France n'ayant pas su maintenir l'effort de son investissement initial sur la durée nécessaire à l'obtention de résultats plus significatifs à même de retenir l'attrait de la demande sociale en faveur du renouveau des architectures de terre, condition indispensable au développement d'un marché viable. Pour autant, le rôle premier de la France en matière de recherche scientifique sur le matériau terre, sur l'innovation technologique et dans le domaine de la formation universitaire et professionnelle, dans le domaine de la revalorisation des patrimoines architecturaux à l'international<sup>294</sup>, restera par contre le vecteur d'une force motrice considérable qui semble être en mesure de retrouver aujourd'hui son *leadership* originel. Cette position et posture de la France en ces années 1970-80, dans son rôle de « passeur » vers la contemporanéité, d'ardent défenseur de la préservation et évolution de la diversité des cultures constructives et architecturales de la terre crue, ce rôle d'exemplarité rempli pour la reconstruction de la capacité scientifique, expérimentale et professionnelle, n'est-il pas finalement ce qui pouvait être envisagé de plus utile pour assurer l'avenir des architectures de terre dans le monde, pour préparer une contribution effective à la mise en œuvre du paradigme de développement durable qui verra le jour dans les années suivantes ? Ce rôle n'est-il pas comparable à celui joué en son temps

---

<sup>294</sup> Les recherches actuelles menées par CRATerre sur la matière en grains, en partenariat avec plusieurs laboratoires scientifiques de pointe (Ecole Supérieure de Physique et Chimie Industrielle de Paris, INSA de Lyon), qui débouchent sur une innovation dans le domaine des bétons de terre, les antécédents d'expérimentation sur le pisé et la bauge en blocs préfabriqués menées par des entrepreneurs et qui ont inspiré le développement de nouveaux procédés de mise en œuvre d'une remarquable performance, en Allemagne, en Autriche, l'existence de la seule formation universitaire de post master spécialisé à l'ENSAG et du pôle d'excellence de la *Chaire UNESCO Architectures de terre* facilitant le développement d'enseignements spécialisés dans des établissements d'enseignement supérieur et centres de formation professionnelle des pays en développement, le développement des *Projets GAIA*, puis *TERRA*, des projets *Africa 2009* et *Central Asian Earth 2012*, sur la conservation et gestion des patrimoines archéologiques et architecturaux en terre, pilotés par CRATerre en lien avec les institutions nationales de pays étrangers et avec le soutien du Centre du patrimoine Mondial de l'UNESCO, sont les vecteurs concrets qui soutiennent ce rôle premier de la France, rôle qui ne s'est jamais démenti depuis bientôt trente années.

par le Siècle des lumières et qui semble encore habiter un esprit mobilisant les idées au service de la recherche et de l'innovation se redéployant à partir de l'héritage des cultures constructives et de leurs valeurs ? Une nouvelle trajectoire inscrite dans le lignage de Georges-Claude Goiffon, François Boulard, l'Abbé Rozier, François Cointeraux, et de leurs disciples européens tels Henry Holland en Angleterre et par répercussion jusqu'aux Etats-Unis et en Australie, Wilhelm Tappe, Richter, David Gilly, Jacob Wimpf et Christian Ludwig Seebass en Allemagne, Karl Seidelin au Danemark et en Finlande, Giuseppe Del Rosso en Italie, Alfred Zschokke et Louis Raymond en Suisse, et aussi dans le lignage des encyclopédistes Diderot et d'Alembert en France, Abraham Rees, aux Etats-Unis<sup>295</sup>.

## ***Deuxième partie de la recherche : Livre Blanc des savoir-faire étrangers.***

### Chapitre 1 : L'apport historique ancien et récent.

*L'exportation d'un savoir-faire ancien* : Le rôle de l'Europe et de la France sur l'exportation des savoirs et des savoir-faire de la culture du pisé vers d'autres continents et pays étrangers, doit être ici brièvement rappelé. L'impact des traductions et adaptations en langues étrangères du *Quatrième Cahier d'Ecole d'Architecture Rurale* de François Cointeraux est patent en Europe et jusqu'en des territoires très lointains. Ce transfert de savoir sur le pisé s'opère par le chenal des sociétés savantes qui tissaient un réseau d'échange des idées à la dimension internationale. Pour les territoires les plus éloignés, tels les Etats-Unis d'Amérique et l'Australie, ce transfert bénéficiait aussi des grands flux migratoires des populations européennes (Hollandais, Allemands, Irlandais, Galliciens, ...) qui fuyaient leurs conditions le plus souvent miséreuses ou qui poursuivaient des motifs aventureux. L'accueil de ces importants flux d'immigrants européens soulevait immédiatement la question de leur condition d'habitat. Si les villes de ces « nouveaux mondes », en chantier permanent, se construisaient, utilisant la terre dans un premier temps, adobe et pisé, puis les matériaux industrialisés, pierre, brique cuite, acier puis béton, augmentant chaque jour leur capacité d'accueil, les régions rurales, sur de vastes espaces, étaient encore à conquérir bien que le processus de colonisation fût engagé depuis déjà quelques décennies. Pour ces immigrants-paysans édifiant leurs fermes et les marchands contribuant à la création des premiers villages et bourgs, le plus souvent très démunis, les solutions accessibles pour l'habitat se trouvaient dans l'emploi des matériaux locaux. Parmi ceux-ci, dans une première phase d'établissement, la terre fut le plus directement accessible et exploitable<sup>296</sup>. On repère en effet ce processus sur l'ensemble du continent américain, du Nord (Etats-Unis) au Sud (Brésil, Uruguay, Argentine, Chili), et également en Australie, où le torchis, la bauge, le *sod* (mottes de gazon), la brique de terre crue, le pisé, sont les matériaux privilégiés de l'habitat originel des colonisateurs européens. Les décideurs politiques et les élites intellectuelles<sup>297</sup>, eux-mêmes, recommandent

---

<sup>295</sup> Se reporter à ce sujet à notre monographie sur François Cointeraux (1997), op. cit.

<sup>296</sup> La grande majorité des immigrants européens apportaient avec eux les savoirs et savoir-faire de leurs cultures constructives. Or, la construction en terre, dans la plupart des pays d'Europe, était alors dominante. Ainsi, beaucoup d'habitations urbaines et rurales de l'Etat de New-York furent bâties en pisé puis en adobe. Dans les régions centrales des Etats-Unis, au Nebraska, les colons fermiers utilisaient le *sod*. Ce fut également ce matériau qui fut largement employé sous l'appellation de *terrón* en Uruguay et en Argentine. Au Brésil, les villes de São Paulo, de Ouro Preto (Minas Gerais), furent bâties en pisé. En Australie, les premiers colons bâtirent en bois et écorces de bois leurs premiers habitats provisoires, puis adoptèrent le bois et le torchis avant de passer à la bauge, à brique crue et au pisé dans une deuxième phase de sédentarisation durable et de pétrification de leur habitat. Se reporter à la présentation d'un article plus spécifique sur l'étude de la culture constructive du gazon que l'on a rédigé plus tard, en 2001 (ci-après).

<sup>297</sup> Aux Etats-Unis, Georges Washington et Thomas Jefferson ont pris un grand intérêt à la traduction anglaise du *Quatrième Cahier d'Ecole d'Architecture Rurale* de Cointeraux, réalisée par l'architecte anglais **Henry Holland** et communiquée au *Board of Agriculture*. **Abraham Rees** publiera des extraits du cahier de Cointeraux et ses illustrations sur le coffrage à pisé

leur emploi et dès lors que le processus de sédentarisation est en voie de consolidation, valorisent l'intérêt que peut présenter le « nouveau pisé » de Cointeraux pour un habitat résistant aux risques d'incendie, plus digne et plus durable. Cet impact de Cointeraux sera durable car la plupart des écrits qui ont été produits au cours du XIX<sup>ème</sup> siècle et même au cours du XX<sup>ème</sup> siècle, aux Etats-Unis et en Australie, y font systématiquement référence<sup>298</sup>. C'est également le cas en Europe avec les traductions et adaptations de David Gilly, Karl Seidelin, Giuseppe Del Rosso. En Allemagne, les modèles architecturaux de manufactures industrielles en pisé et de manoirs et maisons bourgeoises en pisé, sont repris par Jacob Wimpf, industriel à Weilburg, et par Christian Ludwig Seebass, professeur à l'université de Leipzig. C'est sur ce socle de référence à Cointeraux et aussi à d'autres auteurs français contemporains tels Goiffon et Boulard que s'est construite la trajectoire d'une modernité du pisé dans beaucoup de régions du monde.

*Le pisé traditionnel en pays étrangers* : notre Livre Blanc sur les savoirs et savoir-faire du pisé en pays étrangers fait ensuite état de la diversité de cultures constructives du pisé dans le monde. Cette approche, bien qu'encore générale, permet néanmoins d'esquisser une géographie mondiale tout en proposant une première ébauche de leur mise en trajectoire historique. L'étude porte plus précisément sur quelques territoires européens (Allemagne) et méditerranéens (Portugal), et sur d'autres cultures d'Amérique centrale et du sud (Mexique, d'Extrême-Orient (Chine), du Maghreb (Algérie, Maroc), qui sont alors mieux documentées. De récentes recherches effectuées au Maroc depuis 1983<sup>299</sup>, permettent de proposer une évocation plus précise de la grande tradition des Kasbahs, Ksour, Tighremts, et douars des grandes vallées du sud marocain (Draa, Dadès, Rhéris, Ziz) et du Moyen Atlas. Le Maroc confirme en effet l'excellence d'un patrimoine architectural bâti en pisé, à la fois d'origine populaire et qui n'a eu cesse de se renouveler au cours de l'histoire, et d'origine étatique avec la grande tradition du *Magzhen*. Cette tradition était associée à la réalisation de nombreux bâtiments publics, de palais royaux, d'ouvrages de génie civil et militaire qui témoignent encore de nos jours du génie des *maâlems* (maîtres maçons) marocains ayant porté cette culture du pisé à son plein épanouissement de créativité constructive et architecturale. Ainsi en témoignent les fortifications des villes anciennes et la plupart des cités édifiées entre le XIII<sup>ème</sup> et le XVII<sup>ème</sup> siècle comme Meknès, nouvelle capitale du royaume, projetée et construite par Moulay Ismaïl (1672-1727), protégée de quarante kilomètres de bastions et murailles en pisé, Tiznit, ville du sud fondée par Moulay al Hassane en 1882, Fès avec son enceinte de vingt kilomètres, les remparts de Marrakech et le luxueux palais El Badi édifié en pisé par Ahmed el Mansour de 1578 à 1603, ou encore la fameuse kasbah du Glaoui, puissant chef de tribu berbère, à Telouet, et celle de Taourirt à Ouarzazate. A l'époque où nous menons cette étude, le patrimoine architectural en terre marocain conserve encore ses caractères d'identité et d'authenticité même si un processus de dégradation semble s'accélérer notamment du fait d'un abandon des établissements bâtis par leurs occupants émigrant vers

---

dans son *Cyclopaedia or Universal Dictionary for Science and Literature* (1819). En Australie, le cahier de Cointeraux est publié sous forme de feuillet dominical dans le *Hobart Town Gazette* et le *Sydney Gazette*, au cours du mois de mai 1823. Dès lors ce « mode de construction introduit depuis l'Europe », à partir d'une localité dénommée Bathurst, sera adopté plus largement et ce jusqu'en Nouvelle Zélande. La référence à Cointeraux est encore faite dans des ouvrages récents publiés en Australie, tel le *Victorian Primitive* de **Miles Lewis** (1977) qui évoque l'histoire de l'habitat de la nation australienne, ou encore le *Mud and Man ; the history of earth building in Australasia* de **Ted Howard** (1989).

<sup>298</sup> Parmi les auteurs nord-américains les plus fameux que l'on a repéré (notre monographie sur Cointeraux, 1997, op. cit.) et qui méritent d'être à nouveau cités : **William Barber** avec son *Farmer's Dictionary* (1805), **Nicholson** avec son *Agricultural Dictionary* (1807), **Lugar** et son *Country Gentleman's Architect* (1807), **J.B. Papworth** et son *Rural Residences* (1818), **William Wild** et son *Cottages and houses* (1835), **Allen** et son *Cottage Building*.

<sup>299</sup> **CRATerre, Doat Guillaud et al. 1983**, op.cit.

les centres urbains ou construisant de nouvelles demeures en matériaux modernes conventionnels à la périphérie des ksour et des douars. Le Maroc a aussi été à la pointe de la revalorisation récente de sa culture constructive en terre, dès les années 1960, pour apporter des réponses à un besoin croissant de logements sociaux accessibles au plus démunis (opération Daoudiat menée à Marrakech, en 1962). D'autres opérations ont suivi qui ont été associées à des expérimentations technologiques sur de nouveaux modes de mise en oeuvre du pisé (à Ouarzazate avec le projet des ingénieurs Alain Masson et Jean Hensens qui imaginait en 1968 la réalisation de maisons économiques en pisé stabilisé et banché en coffrage intégral). Ce début des années 1980 marque au Maroc un regain d'intérêt pour ces cultures traditionnelles qui est motivé par l'exemple du projet français du *Domaine de la Terre*, dans le cadre d'une action de coopération du programme REXCOOP qui verra la réalisation de 4 logements prototypes, dont deux en pisé, sur la commune de Aït Ourir, en périphérie de Marrakech<sup>300</sup>. Dans la palmeraie de Marrakech, le jeune architecte marocain Elie Mouyal, diplômé de l'école française de Paris La Villette et qui est passé par une formation à CRATerre engage ses premières réalisations de villas luxueuses en pisé, adobe et blocs de terre comprimée pour une clientèle de la *jet society* internationale. Le Maroc témoigne alors d'une culture constructive du pisé qui est toujours vivante, notamment sur les territoires des vallées du sud et du Moyen Atlas, d'où elle est originaire et y fut magnifiquement développée<sup>301</sup>. Notre étude donne ensuite des éléments d'information sur les cultures du pisé en Amérique latine, en proposant une étude de cas sur la tradition péruvienne d'origine précolombienne<sup>302</sup>. Une tradition également remarquable mais qui, dans ses applications à l'architecture d'habitat populaire, n'atteignait pas la qualité des réalisations marocaines ou même ibériques (Espagne, Portugal), où l'excellence des bâtisseurs maures et arabes a rayonné pendant plusieurs siècles et fournit aujourd'hui un héritage architectural de grande valeur. Nous passons ensuite en revue la tradition de la Chine qui a été révélée par un magnifique ouvrage sur la Maison Chinoise<sup>303</sup> faisant notamment état de la culture constructive des Hakka de la Province du Fujian (Sud-est). Ces superbes maisons forteresses de forme ronde associant de hauts murs périphériques en pisé et des structures intérieures en ossature bois hourdées de briques crues ou cuites, constituent un modèle architectural unique au monde. La culture chinoise du pisé est aussi remarquable dans son procédé de mise en oeuvre en coffrages grimpants constitués de demi fûts de bois glissant le long des hautes portes (ou closoirs) de ces coffrages. L'édification des structures en pisé adopte ainsi le principe des voiles trumeaux mitoyens bâtis en progression à la fois verticale et linéaire. Puis, nous terminons cette évocation des cultures constructives traditionnelles du pisé et leur mise en trajectoire historique, dans les pays étrangers, en évoquant l'histoire du pisé dans les territoires lointains d'Australie, renouant avec l'influence historique de François Cointeraux, patente sur la réalisation de nombreux projets au cours du XIX<sup>ème</sup> siècle<sup>304</sup>, et les relais

<sup>300</sup> Ce programme a bénéficié de l'assistance scientifique et technique de CRATerre et j'ai été moi-même chargé de son pilotage entre 1983 et 1987.

<sup>301</sup> Lorsque le Roi Moulay Ismaïl décide de créer la nouvelle capitale du royaume, Meknes, il fait appel à des *maâlems* et des maçons piseurs de ces régions du sud du pays.

<sup>302</sup> L'une des plus belles références de cette tradition précolombienne de la construction en pisé, au Pérou, est fournie par le site de Puruchuco, de culture Lima. Les bâtisseurs en pisé de ces époques avaient développé l'usage de coffrages maintenus par de hautes perches en bois ce que confirme l'absence de trous de clé de support des coffrages comme dans les traditions européenne et nord-africaine.

<sup>303</sup> **Dunzhen 1980**, op. cit.

<sup>304</sup> On a évoqué cet impact de Cointeraux à partir de la localité de Bathurst, lequel s'est notamment étendu aux états de Victoria et de New South Wales. Si, au départ, la construction en pisé australienne moderne est assez rudimentaire (pisé entre poteaux de bois), de nouvelles formes d'applications plus élaborées et originales verront le jour dans la région d'Albury, vers 1850, avec des constructions en murs trumeaux couvertes d'une large toiture en pavillon. L'influence française sur le pisé moderne australien sera également patente jusqu'en Nouvelle Zélande où un architecte d'origine lyonnaise, **Louis Perret**,

récents instruisant un renouveau du pisé australien avec les projets de John Harcourt dans la communauté d'artistes de Montsalvat à Eltham, en périphérie de Melbourne, les projets de G.F. Middleton<sup>305</sup>, expert retraité des Nations Unies qui revalorisait la technique au début des années 1950. Cette nouvelle trajectoire allait ensuite être poursuivie par des architectes et entrepreneurs contemporains, dont David Oliver dans le Queensland (à Buderim et Brisbane), et Stephen Dobson, en Western Australia (région de Perth). Si notre étude n'aura proposé qu'une brève évocation des cultures du pisé en pays étrangers, elle aura toutefois confirmé l'importance d'une grande diversité culturelle internationale et d'une trajectoire historique qui maintient vivante ces cultures du pisé dans le monde. Elle aura aussi montré que les évolutions technologiques et les nouvelles applications architecturales qui pourraient être en mesure de donner au pisé son label de modernité ne sont pas encore très développées alors que perdurent pour beaucoup des cultures, savoirs et savoir-faire de nature très traditionnelle. Néanmoins, on pouvait déjà observer les frémissements d'une nouvelle phase d'évolution avec des tentatives d'application expérimentale de la technologie du béton au pisé, sur des projets réalisés en France (le *Domaine de la terre*), aux Etats-Unis (Nouveau Mexique et Arizona, Californie), et en Australie (Queensland et Western Australia).

*Publications et littérature récentes dans les pays étrangers* : Le Livre Blanc fait aussi le point sur la production récente de littérature technique sur le pisé dans les pays étrangers. Sont particulièrement remarquables des ouvrages écrits en Allemagne à partir des années 1940, époque qui voit une montée en puissance de la politique d'armement hitlérienne absorbant la plus grande part de la capacité industrielle au détriment du secteur de la construction. Ainsi, la relance des technologies de la construction traditionnelle et notamment celles exploitant les ressources du matériau terre a été décidée par Hitler lui-même, et Albert Speer, et soutenue par une entreprise de production littéraire technique à même de favoriser la formation et une large communication des savoirs et savoir-faire. Les auteurs prodiges de cette époque<sup>306</sup> souscrivent à la volonté de l'Etat allemand de promouvoir une nouvelle construction en pisé, une formation professionnelle en adoptant une attitude très didactique fondée sur l'utilisation abondante de l'illustration graphique évoquant les situations de chantier. Ils affichent aussi une volonté de modernisation des procédés de mise en œuvre en déclinant plusieurs variations sur les procédés de coffrage du pisé, en proposant un catalogue très actualisé de dispositions constructives qui répondent à la norme qualité de cette époque. Toutes les étapes de la production, du matériau aux finitions des bâtiments, sont clairement consignées, précisées, détaillées. Parmi ces remarquables ouvrages techniques, il convient particulièrement de relever le *Lehmbaufibel* de Toni Miller (1947). La période de reconstruction de l'après-guerre d'une Allemagne complètement sinistrée par les bombardements fera également appel à nouveau à la terre et au pisé et produira d'autres références de littérature technique<sup>307</sup>. On a pu

---

supervise la construction en 1841-42 d'un bâtiment de mission catholique à Kororareka, aujourd'hui classé au répertoire des monuments historiques de la grande île zélandaise. Ce bâtiment de remarquable qualité constructive constituera un modèle du genre qui enthousiasma plusieurs constructeurs à suivre le sillage ouvert vers d'autres réalisations. **William Kelly** introduisait alors le pisé à Melbourne en 1853 puis **Charles Mayes** propose un « pisé amélioré » en 1854, réalisé à l'aide de coffrages métalliques, développa le « béton de pisé » stabilisé à la chaux. Des immigrants allemands s'installant en Victoria vers 1850 ont aussi développé le pisé qu'ils avaient précédemment expérimenté dans les régions de Hamilton et Penhurst. La source documentaire utilisée ici est le *Victorian Primitive* de Miles Lewis (1977), op. cit.

<sup>305</sup> **Middleton 1953 et 1975**, op. cit.

<sup>306</sup> Relevons ici : **Miller et al 1947** : MILLER, Toni, GRIGUTSCH, E., SCHULZE, Konrad Werner – *Lehmbaufibel. Darstellung der reinen Lehmbauweisen mit 55 Abbildungen*, éd. Herausgegeben durch die Forschungs-gemeinschaften Hochschule/Weimar, Allemagne, 1947, 104 p.; **Fauth 1948**: FAUTH, Wilhelm, *Der praktische Lehmbau*, ed. Singen-Hohentwiel, Weber, Allemagne, 1948.

<sup>307</sup> **Pollack et Richter 1952** : POLLACK, E., RICHTER, E. – *Technik des Lehmbaues*, éd. Verlag Technik, Berlin, Allemagne, 1952.

évaluer l'impact de cette littérature et de la formation professionnelle sur les réalisations allemandes en pisé au cours de ces périodes d'avant et d'après guerre qui se comptent en milliers d'ouvrages dont la qualité de production fut validée par l'édition d'une norme DIN allemande sur la construction en terre, publiée de 1951 à 1957. Sous d'autres contextes comme l'Australie, nous avons déjà précédemment repéré la littérature récente pour ne pas y revenir. L'impact de celle-ci au-delà des années 1950 (Middleton, 1953, op. cit.), ne sera pas aussi important que cela aurait pu être envisagé et ce n'est qu'avec la décennie des années 1970, après le choc pétrolier de 1973 et l'émergence du mouvement environnementaliste international que l'on pourra observer une relance plus significative de la construction en terre sur ce continent. Aux Etats-Unis d'Amérique, la production littéraire récente qui réveille l'enthousiasme pour le pisé dont avait fait montre plusieurs auteurs du XIX<sup>ème</sup> siècle, revoit le jour à partir de la fin des années 1950 et au cours des années 1960-70. Ce sont des ouvrages édités avec le soutien des Nations Unies<sup>308</sup> qui traduisent la volonté de cette organisation d'apporter des réponses à l'habitat dans les régions en développement alors que s'étend la décolonisation des pays européens en Inde, en Afrique, et que s'affirme l'évidence d'un fossé se creusant davantage entre deux niveaux de développement et sous-développement du Nord et du Sud. Mais, si le pisé retient l'intérêt pour apporter des réponses alternatives à la pénurie en matériaux industrialisés et au coût souvent rédhibitoire des réalisations pour les plus démunis, c'est davantage la nouvelle technologie du bloc de terre comprimée stabilisée, donnant un label de modernité à la construction en terre, qui est mise en avant. Néanmoins, au début des années 1980, un avocat du Colorado, David Miller, expérimente le pisé sur la construction de sa propre maison et se fera dès lors le chantre de cette technologie en créant son *Rammed Earth International Institute (REII)*<sup>309</sup> qui sensibilisera de nombreux constructeurs et maîtres d'ouvrages et sera en partie à l'origine d'une nouvelle génération de bâtisseurs en pisé nord-américains principalement actifs dans le Grand Sud-ouest, Nouveau Mexique, Arizona, Colorado, Nevada, Californie. Il convient également de relever, s'inscrivant dans le mouvement environnementaliste nord-américain et reprenant dans un domaine spécifique le relais du fameux *Whole Earth Catalog* de Steward Brand, l'apparition au cours des années 1970 d'un magazine spécialisé sur la construction en terre, le *Adobe Today's* de Joe Tibbets, qui sera l'un des principaux vecteurs de revalorisation de l'architecture en terre dans ce grand Sud-ouest. Ce magazine d'abord principalement dévolu à la construction en adobe valorisera davantage la construction en pisé à partir des années 1980. Pour cet aspect de la littérature récente sur le pisé, notre étude remarque également l'édition d'un livre en Inde, daté de 1979, dont la publication a été associée à la réalisation de deux villages de démonstration dans le Tamil Nadu (Sud de l'Inde). Ce livre<sup>310</sup> a été publié par l'ashram de Sri Aurobindo à Auroville (près de Pondichéry) avec le soutien de la coopération allemande. La culture du pisé qui n'est pas traditionnellement présente dans ces régions méridionales de l'Inde ne fera pas prise. Revenant par après sur le contexte marocain, notre étude montre que, pour les époques récentes, c'est sans doute ce pays qui a été le plus

<sup>308</sup> Notons ici les versions françaises du *Manuel des constructions en béton de terre stabilisée*, de Fitzmaurice (1957), puis *Le béton de terre stabilisé, son emploi dans la construction* (1964). Et également le *Handbook for building homes of earth* de **Lyle A. Wolfskill, Wayne A. Dunlop** et **Bob. M. Callaway**, publié au cours des années 1960 avec le soutien des Nations Unies et réédité par un éditeur privé, Chamisa Books, à Albuquerque en 1979, puis par le *Rammed Earth International Institute*, à Greeley, Colorado, en 1983.

<sup>309</sup> Cet Institut International du Pisé est créé à Greeley, Colorado. **David Miller** publie en 1982 son *Manual for building a rammed earth wall* où il propose un système de coffrage intégral grim pant en bois pour édifier des structures en murs trumeaux. Il publiera aussi par la suite une bibliographie sur le pisé à laquelle coopèrera mon collègue de CRA Terre, Hugo Houben.

<sup>310</sup> *Rural India, Village houses in rammed earth*, 1979. Les deux villages réalisés se nomment Mahaveerapuram et Tindivanam Taluk et comptent plusieurs dizaines de maisons d'habitation.

prolifère en production de littérature anthropologique, architecturale et technique sur le pisé. Cette production est initiée dès la fin des années 1930, sous l'impulsion de Hubert Lyautey qui fut Résident Général durant le Protectorat français au Maroc (d'avril 1912 à octobre 1925), avec les études de René Montagne sur l'habitat berbère du village de Massat dans le Sud Marocain (1924), sur les agadirs de l'Anti-Atlas (1929), puis à nouveau sur les villages et kasbahs berbères (1930). Elle est poursuivie par le travail de Henri Terrasse sur les kasbahs berbères de l'Atlas et des Oasis puis par les remarquables ouvrages de Djilali Jacques-Meunié sur les greniers collectifs, les greniers citadelles, les sites et forteresses de l'Atlas, les architectures et habitats du Dadès<sup>311</sup>. Elle connaîtra une relance à partir des années 1960 et au cours des années 1970, prenant place dans le cadre d'actions de coopération bilatérale engagée par le Maroc avec la France et la Belgique. L'architecte Jean Hensens relance les études sur les habitats traditionnels du Maroc puis porte ses efforts sur la promotion d'un habitat social économique en terre, pisé et adobe<sup>312</sup>. De nombreux ouvrages de caractère plus technique sont dès lors publiés à l'initiative des architectes et chercheurs coopérants, qui travaillent avec leurs collègues marocains au Centre d'Etudes et de Recherches Françaises (C.E.R.F.)<sup>313</sup>, ou dans les services des directions ministérielles de l'habitat, au Ministère de l'Intérieur du Maroc. La production gouvernementale est considérable. Elle accompagne des études techniques sur le matériau terre - notamment sur le pisé, les bétons de terre stabilisée ou les blocs de terre comprimée stabilisée - des expérimentations sur de nouveaux systèmes constructifs (voûtes en béton de terre stabilisée, parois en terre et roseaux), des études et projets de rénovation des habitats traditionnels des vallées présahariennes (Draa), des plans de développement d'habitat et d'urbanisme, des projets opérationnels. Le Maroc sera alors l'un des rares pays qui engage la réalisation de projets de grande envergure comme l'opération BTS62 à Daoudiat, Marrakech, comptant près de 3000 logements en terre stabilisée, puis l'opération BTS67, à Ouarzazate qui innovera dans le domaine des procédés de mise en œuvre du pisé et du coffrage intégral de voûtes en béton de terre stabilisée. Notre révision de la littérature récente sur le pisé se termine sur le repérage de quelques publications réalisées en Amérique latine. Parmi ceux-ci, un livre de CRATerre<sup>314</sup> dont quelques membres développent des actions de coopération au Pérou en lien avec les communautés dans le cadre de *faenas familiares* et *comunales* (chantiers réalisés en entraide collective). Sont également repérées des publications d'institutions gouvernementales, au Mexique, comme l'une d'entre elle, entièrement consacrée à la construction en terre, publiée par la CONESCAL<sup>315</sup>, en Bolivie, soutenues par les Nations Unies, et au Brésil, à l'initiative de la Faculté

<sup>311</sup> **Montagne 1924** : MONTAGNE, René – *Une tribu berbère du Sud Marocain : Massat*, Hespéris, Archives Berbères et Bulletin de l'Institut des Hautes Ecoles Marocaines, tome IV, 4<sup>ème</sup> trimestre, Paris, 1924, pp. 357-403. **Montagne 1929** : MONTAGNE, René – *Un magasin collectif dans l'Anti Atlas : l'Agadar des Ikouna*, Hespéris, Archives Berbères et Bulletin de l'Institut des Hautes Ecoles Marocaines, tome IX, 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> trimestre, Paris, 1929, pp. 145-205. **Montagne 1930** : MONTAGNE, René – *Villages et Kasbah berbères*, éd. Allan, Paris, 1930, 20 p. **Terrasse 1938** : TERRASSE, Henri, *Kasbah berbères de l'Atlas et des Oasis*, Paris, 1938. **Jacques-Meunié 1949** : JACQUES-MEUNIÉ, Djilali – *Greniers collectifs*, Hespéris, Archives Berbères et Bulletin de l'Institut des Hautes Ecoles Marocaines, tome XXXVI, 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> trimestres, Paris, 1949. **Jacques-Meunié 1951** : JACQUES-MEUNIÉ, Djilali – *Greniers-citadelles du Maroc*, Institut des Hautes Ecoles Marocaines, tome LII, Paris, 1951. **Jacques-Meunié 1949** : JACQUES-MEUNIÉ, Djilali – *Sites et forteresses de l'Atlas, monuments montagnards du Maroc*, Paris, 1951. **Jacques-Meunié 1962** : JACQUES-MEUNIÉ, Djilali – *Architectures et habitats du Dadès*, Librairie Klincksieck, Paris, 1962, 127 p.

<sup>312</sup> **Hensens 1970** : HENSENS, Jean – *Enquête nationale sur l'habitat rural traditionnel au Maroc*, Bulletin Economique et Social du Maroc, n° 118-119, juillet/décembre 1970, Rabat, pp. 99-115.

<sup>313</sup> Parmi les membres actifs du C.E.R.F., au cours des années 1970, on repère la présence de **Jean Hensens**, **Jean Dethier**, **Gérard Bauer** et **Bernard Hamburger**. Jean Dethier sera plus tard, en 1981, à l'origine de l'exposition *Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire* au Centre Georges Pompidou.

<sup>314</sup> **CRATerre, Hays et al 1982** : HAYS, Alain, MATUK, Sylvia, VITOUX, François, VILDOSO, A., MONZÓN, F. M. – *Seguir construyendo con tierra*, éd. Centro de Investigación y aplicación – Tierra, Huancayo, Pérou, 1982.

<sup>315</sup> Il s'agit d'un organisme d'état chargé du développement des constructions scolaires au Mexique. CRATerre a réalisé un atelier de formation pour cet organisme en 1982.

d'Architecture de l'Université de São Paulo. Dans l'ensemble, cette révision de la littérature récente en pays étrangers aura montré qu'il existe une trajectoire continue de recherche architecturale et de production technique, laquelle connaît des époques fastes souvent liées à des périodes de crise économique devant simultanément faire face à une grande production de logements sociaux et économiques, comme on l'a repéré pour l'Allemagne dans la période d'avant et d'après la Seconde Guerre Mondiale, au Maroc dans la période suivant le Protectorat et avec l'indépendance du pays, et dans les années 1970, à la suite du premier choc pétrolier de 1973 cherchant des alternatives à la construction énergétivore et retrouvant les vertus thermiques et de confort, doublées d'économies d'énergies et de devises, du matériau terre et des cultures constructives dérivées. Il y aurait donc une actualité permanente de production de littérature sur la construction en terre mais essentiellement associée à la production d'un habitat populaire « économique », rural ou périurbain (pour les réalisations les plus récentes), mais peu en mesure de reproduire des valeurs reconnues d'intelligence constructive et de qualité architecturale que les cultures constructives les plus élaborées au cours de l'histoire, ont léguées. Le matériau terre, malgré l'évidence qualitative de ces patrimoines semble être encore associé, au début des années 1980 à une relative absence de qualité et contemporanéité architecturales dignes de ces appellations. Ce saut n'est pas encore accompli. Pour autant, cette tension d'intérêt pour le matériau terre et ses cultures constructives et architecturales, soutenue par cette production régulière de littérature est sans doute le signe d'une capacité de régénération culturelle toujours renouvelée qui annonce d'autres étapes de réalisation.

## Chapitre II - Le renouveau de la construction en pisé à l'étranger.

*La diffusion culturelle des savoirs et du savoir-faire* : Notre Livre Blanc sur la situation du renouveau du pisé à l'étranger relève l'impact remarquable qu'a eu l'exposition *Des architectures de terre ou l'avenir d'une tradition millénaire* du Centre Georges Pompidou à mi-parcours de son itinérance internationale. Le bilan qui peut en être fait, en 1985, confirme une fréquentation internationale à hauteur de 2 000 000 de visiteurs pour la grande exposition (900 m<sup>2</sup>) alors que la mesure de l'impact de la mini-exposition de 80 planches circulant par le chenal des services de la coopération française et des alliances françaises dans le monde ne peut être justement apprécié. C'est considérable et la diffusion du catalogue de l'exposition, sa traduction en plusieurs langues, vient abonder la dimension de cet impact. Cette exposition est à l'origine de l'activation d'un grand débat international au carrefour des problématiques de valorisation des patrimoines et de la réponse utile des cultures constructives de la terre crue pour l'habitat, dans les pays en développement. On peut ainsi mesurer toute l'importance du débat de nature culturelle sur le débat technologique qui n'occupait que peu de place dans l'exposition. En périphérie, la première moitié des années 1980 a également favorisé l'organisation de conférences, colloques et séminaires, qui offrent à la communauté scientifique et professionnelle des occasions plus nombreuses de communiquer les avancées des recherches et la réalisation d'opérations de projets expérimentaux revalorisant l'emploi du matériau terre en construction et réalisation de projets d'habitat et d'équipement des collectivités locales. Le bilan fait aussi apparaître l'insuffisance d'une diffusion culturelle pouvant avantageusement s'appuyer sur d'autres médias tels l'édition d'ouvrages, la réalisation de productions documentaires télévisuelles ou cinématographiques destinées à un plus large public. L'importance du rôle promotionnel joué par l'amplification d'un débat international de nature sociale et culturelle pour accompagner le renouveau des architectures de terre apparaît alors majeure en cette moitié des années 1980.



---

*Expérimentations et projets :*

*Au Maroc :* notre bilan relève particulièrement la position dynamique du Maroc en faveur du renouveau de la construction en terre, sur la base d'une forte mobilisation en recherche architecturale et expérimentale accompagnée de publications et de projets expérimentaux pilotes, durant et au-delà du Protectorat (1912-1956). Ce sont notamment les études d'historiens et d'ethnologues développées dans les années 1930-40, telles celles de René Montagne (1924, 1929, 1930), puis de Henri Terrasse (1938) et Djilali Jacques-Meunié (1949, 1951, 1962) que l'on précédemment citées en notes. Concernant les réalisations architecturales, il convient de relever le rôle de premier plan qui a été joué durant le Protectorat par les autorités militaires françaises établissant les infrastructures des garnisons (baraquements des troupes et logements des cadres) sur les territoires des vallées présahariennes, en grande majorité construites en terre et en applications des cultures constructives locales du pisé et de l'adobe. C'est le cas dans la vallée du Draa, à Ouarzazate, à Agdz et Zagora, dans la vallée du Ziz, à Ksar es Souk rebaptisé par la suite Errachidia et dans les vallées du Dadès, à Boulmane, et au Torda, à Tineghir. Les bâtiments s'inspirent de l'architecture régionale des ksour. Ces constructions stratégiques sont très vite complétées de constructions civiles, bâtiments d'administration, scolaires, dispensaires médicaux et villas de hauts fonctionnaires, bâtiments commerciaux, entrepôts, petits hôtels, qui sont tous réalisés en pisé et en adobe. Il s'agit là de l'une des premières grandes opérations de réalisation d'ouvrages en terre modernes, planifiées et développées, sur le territoire africain. Au-delà du Protectorat, la présence toujours active de la coopération française, en lien avec les autorités marocaines (Ministère de l'Intérieur) et leurs institutions *ad hoc*, contribuera au développement de plusieurs projets d'habitat social économique pour les populations les plus défavorisées. Ces projets s'inscriront dans une tendance suivant l'indépendance où les doctrines culturelles antérieures, favorables à la promotion d'un métissage entre traditions et modernité, laissent place à la diffusion de nouveaux modèles en faveur d'un urbanisme fonctionnel et d'une architecture de style international, conformes aux objectifs de la Charte d'Athènes. Les travaux de Michel Ecochard, architecte et urbaniste en chef du Maroc, intègrent pleinement cette tendance. La nouvelle génération d'urbanistes et d'architectes tente de s'affranchir de l'histoire coloniale et entend contribuer au développement de solutions modestes mais réalistes à certains problèmes spécifiques du Tiers-Monde. C'est dans ce contexte que prennent place de grandes opérations d'habitat en terre, telles celles de BTS 62, (Cité Daoudiat) à Marrakech qui aboutira à la construction de 2700 logements en blocs de terre stabilisés, puis le projet expérimental de Alain Masson et Jean Hensens à Ouarzazate en 1968 qui se conclura par la réalisation de 10 logement en pisé et voûtes de terre stabilisés au ciment mettant en œuvre un procédé révolutionnaire de coffrage métallique intégral. 190 logements suivront qui remplaceront les solutions en voûtes par des dalles de béton, plus facile à mettre en œuvre. Au cours des années 1970, plusieurs interventions sont entreprises visant à restaurer de beaux ensembles du patrimoine architectural en terre dans les vallées présahariennes, patrimoine qui avait été confisqué par l'Etat marocain après la soumission du Glaoui. C'est ainsi qu'est restaurée la superbe Kasbah de Taourirt, à Ouarzazate, et qu'est élaboré un projet de rénovation et réhabilitation des ksour de la vallée du Draa, intégré dans un plus vaste programme bénéficiant de l'aide des Nations Unies et notamment de la FAO avec le programme du Plan d'Alimentation Mondiale (PAM). Ce sont près de 2500 logements répartis dans une vingtaine de ksour qui sont concernés. Parmi l'une des plus belles réalisations qui conserve encore aujourd'hui son cachet et qui fait la fierté de ses habitants, on relève celle du ksour de Tissergat, situé en aval de Beni Zouli, dans un oasis bordant la

nationale 9 reliant Ouarzazate à Zagora<sup>316</sup>. Les années 1970 connaîtront le développement d'une architecture de style international réalisée en matériaux conventionnels, béton et blocs d'agglomérés de ciment et granulats, qui va profondément changer l'aspect des villes marocaines, de leurs périphéries, contribuer évidemment au logement massif des populations urbaines tout en accroissant la dépendance économique du pays aux importations des technologies extérieures. Ce n'est qu'à partir des années 1980 et avec l'impact de l'exposition du Centre Georges Pompidou et de la réalisation expérimentale du *Domaine de la Terre* de Villefontaine, que le Maroc relancera l'idée de construire de nouveaux logements sociaux en terre. L'opération *Marrakech 83*, pilotée par l'ERAC de la Région du Tensift, dans le cadre d'une action REXCOOP menée avec la France, constituera une nouvelle tentative à laquelle CRATerre apportera son appui d'expertise<sup>317</sup>. Cette opération qui prévoyait la réalisation de près de 60 logements ne donnera finalement le jour qu'à 4 unités d'habitations expérimentales en BTC (à Marrakech) et en pisé (à Aït Ourir), montrant par là les réalités, malgré des motivations politiques affichées et médiatisées<sup>318</sup>, d'une inertie administrative et d'une politique préservant les intérêts d'importants lobbys constructeurs. L'important travail d'élaboration d'une norme pour la construction en terre, mené alors avec le LPEE (Laboratoire Public d'Etudes et d'Essais) et la DCTC (Direction du Contrôle Technique de la Construction), n'aboutira pas. La fin des années 1980 et les années 1990 verront un glissement du renouveau des architectures de terre au Maroc vers la réalisation de projets de villas luxueuses pour les classes aisées marocaines et des membres de la *jet society* internationale, notamment dans la palmeraie de Marrakech, sous l'impulsion du jeune architecte Elie Mouyal. Ces réalisations vont contribuer à une revalorisation culturelle des architectures en pisé en redéfinissant une esthétique et un vocabulaire architectural proposant des formes nouvelles de syncrétisme culturel fondées sur des références marocaines et méditerranéennes, gréco-romaines, recrées en contemporanéité. Nous avons contribué récemment à la réalisation d'un ouvrage qui retrace la perspective de ces architectures de terre entre tradition, modernité et contemporanéité<sup>319</sup>.

*En Algérie* : notre bilan relève l'évidence d'un timide renouveau, par suite avorté. Le contexte politique était pourtant favorable dès lors que les autorités algériennes lancent, en 1970, un programme pour la construction de 1000 villages ruraux dans les wilayas du sud du

<sup>316</sup> Le projet de restauration de la Kasbah de Taourirt a été proposé par Jean Hensens, en 1966. Les interventions réalisées dans le cadre du PAM et notamment celle menée sur Tissergat ont été lancées en 1968 à l'initiative de quatre architectes coopérants au sein de la Direction de l'Urbanisme et de l'Habitat du Maroc, Gérard Bauer, Bernard Hamburger, Jean Hensens et Jean Dethier.

<sup>317</sup> J'ai moi-même assuré le pilotage de l'assistance technique et du suivi de ce projet, entre 1983 et 1987. Deux publications couvrent ce projet : **CRATerre, Doat et al. , GAITerre, Laraki et al. 1983**, op. cit, et **CRATerre, Guillaud et al. 1987** : GUILLAUD, Hubert, DOAT, Patrice, ESTEVE, Josep, HOUBEN, Hugo, ROLLET, Pascal, VERNEY, Pierre-Eric – *Marrakech 87 Habitat en terre*, éd. CRATerre, Grenoble, 1987, 253 p. Nous reviendrons par la suite sur ces deux publications.

<sup>318</sup> Une délégation officielle de l'Etablissement Régional d'Aménagement et de Construction de la Région du Tensift, organisme public chargé de la réalisation des programmes d'habitat social dans provinces du Sud Marocain, s'est rendue en visite au *Domaine de la Terre* de Villefontaine, en 1983 et un séminaire de programmation initiale de l'opération *Marrakech 83* a été réalisé à Villefontaine. Par la suite, un colloque franco-marocain sur les Matériaux et Techniques de Construction (MTC84) a été réalisé à Marrakech à l'initiative de la DCTC et en partenariat avec l'Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat (ENTPE) de Lyon. Ce colloque s'inscrivait dans une dynamique plus large de production de tels événements qui bénéficiaient du contexte de réalisation du *Domaine de la Terre*, soit le séminaire *Actualité de la construction en terre en France* (octobre 1982, Actes, 223 p.) et le séminaire *Modernité de la Construction en terre* (octobre 1984, Actes, 520 p.) tous deux produits sous l'égide du Plan Construction & Habitat en partenariat avec l'ENTPE et l'Etablissement Public d'Aménagement de la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau (EPIDA). Suivait en 1987 un colloque international *Le patrimoine européen construit en terre et sa réhabilitation* (Actes, 583 p.), également réalisé à l'ENTPE, sous l'égide de l'Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat (ANAH).

<sup>319</sup> **Zerhouni et Guillaud 2001**, op. cit.

pays. Les options affichées pour le développement de ce programme valorisent l'emploi des matériaux locaux, l'emploi d'une main d'œuvre locale non qualifiée à former, la réduction de la consommation de ciment par l'utilisation de la terre stabilisée, et le dépassement des préjugés psychologiques à l'égard de la construction en terre par des réalisations de projets démonstratifs. Entre 1973 et 1975, le Laboratoire National des Travaux Publics et du Bâtiment (LNTPB) et l'entreprise CPRA du Ministère de l'Agriculture et de la Révolution Agraire (MARA) qui possèdent une expérience antérieure sur la construction en terre, sont désignés par l'Etat algérien pour entreprendre la réalisation de 300 logements en béton de terre stabilisée à Mostefa Ben Brahim dans la Wilaya de Sidi Bel-Abbès. Les travaux débutent sous la direction de Paul Pedrotti, Dirk Belmans et Hugo Houben<sup>320</sup> avec une première tranche de 33 logements. Par suite, 192 logements furent construits en blocs agglomérés de granulats ciment. Là encore, le bilan technique et économique, plutôt bon, n'est pas à l'origine de cette déviation des objectifs initiaux mais plutôt des priorités politiques. En effet, le Service Technique de Sidi Bel-Abbès fut simultanément chargé de réaliser 150 Coopératives Agricoles Polyvalentes Communales de Services (CAPCS) et de deux autres villages agricoles. Cette charge de travail a eu un effet démobilisateur vis-à-vis du chantier de Mostefa Ben Brahim d'autant que le matériel de chantier nécessaire, grue et bulldozer, fut affecté à ces autres chantiers au-delà de la réalisation des 33 unités initiales de logements. D'autres pressions locales opposant une tradition locale de la construction en pierre à celle du pisé stabilisé, considérée comme nouvelle et importée, ont aussi joué. Pourtant, l'opération a réellement démontré sa faisabilité et ses avantages économiques par rapport à la construction en béton et demeure exemplaire à d'autres autres égards : habitabilité (120 m<sup>2</sup>) et fonctionnalité respectant les usages traditionnels, confort thermique.

*En Allemagne* : La fin des années 1970 et le début des années 1980 mettent au premier plan les recherches technologiques et les réalisations expérimentales d'une équipe d'ingénieurs-architectes du *Gesamthochschule* de Kassel (GHK) réunie autour du Professeur Gernot Minke. Cette équipe, qui est précédemment intervenue dans le cadre d'un programme de reconstruction à la suite d'un séisme au Guatemala en 1978<sup>321</sup>, inaugure des solutions de réalisation de pisé à l'aide de coffrages grimpants et un procédé de compactage autonome par dame auto vibrante mue par impulsion électrique. Par suite, ces innovations sont appliquées dans le contexte de la réalisation, en 1982, d'un prototype d'habitat pour un village écologique, sur le terrain de l'Université de Kassel, où Gernot Minke propose des solutions de parois en ossature bois et murs en pisé non porteurs, intercalés entre poteaux, des cloisonnements intérieurs en boudins de terre extrudée empilés et une toiture végétale. Les murs de pisé sont élevés sur des soubassements en béton de terre allégé constitué d'un mélange de barbotine argileuse et de billes de fibre de verre. Au-delà de ces expérimentations, Gernot Minke a beaucoup agi en faveur d'un renouveau des architectures en terre de caractère environnemental, en Allemagne. Il a également été à l'origine d'une revue spécialisée, *Bauen mit Lehm*, qui a été publiée à partir de l'année 1984 et au cours des années suivantes. Son travail a été par la suite partagé entre des activités de recherche sur le matériau terre, au sein de son laboratoire du GHK et la réalisation de projets, en qualité de maître d'œuvre, qui

---

<sup>320</sup> Hugo Houben a été l'un des membres fondateurs de CRATerre, en 1979 et Dirk Belmans a également fait partie de l'équipe dans les années 1980.

<sup>321</sup> Les prototypes de Gernot Minke, dans ce contexte du Guatemala, proposaient de nouvelles solutions de construction en trumeaux de pisé auto stables (en forme de « T »), armés de tiges de *caña brava*, reliés par des chaînages en bois alors que la toiture était indépendante, élevée sur une structure en bois. D'autres prototypes valorisaient des solutions de construction d'abris en sacs de coton remplis de sable, empilés, puis badigeonnés à la chaux, avec des toitures végétales également soutenues par des structures en bois indépendantes des parois, non porteuses.

valorisent des solutions constructives en blocs de terre comprimée et en voûtes et coupoles. Il demeure à ce jour l'un des mentors de ce mouvement renaissant des architectures de terre en Allemagne et en Autriche avec un relais qui a été pris par une nouvelle génération de jeunes architectes et constructeurs qui compte, parmi les plus fameux, Martin Rauch<sup>322</sup>.

*Aux Etats-Unis d'Amérique* : sur la base d'informations que nous avons récoltées lors de deux voyages successifs réalisés aux Etats-Unis, en 1976 puis en 1981, augmentées d'un suivi régulier de l'actualité couvrant les architectures de terre dans ce pays, nous avons pu dresser un bilan de la situation à mi-parcours des années 1980. Si le mouvement du *adobe revival* (renouveau des architectures en adobe), étroitement associé aux réalisations d'architecture solaire bioclimatique, domine, notamment dans le Grand Sud-ouest des Etats-Unis (Nouveau Mexique, Arizona), la construction en pisé connaît un nouveau développement à partir du début des années 1980. C'est à la suite des premières réalisations pionnières et exemplaires de David et Lydia Miller, à Greeley dans le Colorado, à la fin des années 1970, que d'autres constructeurs se lancent. En 1981, un constructeur d'Arizona, Tom Schmidt, et son entreprise, *Schmidt Builders* établie à Saint David (sud de l'état), entreprend ses premières réalisations d'habitat. La tendance est au développement de solutions de coffrages intégraux, en métal et contreplaqué, et à la mécanisation des chantiers pour le transport de la terre et son déversement dans les coffrages, à l'aide d'un manitou à godet. En Californie, également en 1982, l'ingénieur architecte David Easton, à partir d'une première expérience de projet en ossature bois, parois non porteuses en pisé et toiture végétale (maison Menzel) met au point un coffrage en bois grim pant pour réaliser des portions de murs trumeaux indépendants et par suite reliés par colonnes et chaînages en bois ou en béton armé. Si la maison que David Miller réalisait pour son compte dans les années 1970 demeure encore à ce jour exemplaire dans son parti constructif et architectural, traduisant la pleine intégration intelligente d'une logique spécifique de construction en pisé (murs rectilignes et lourds en pisé en façade nord associés à des façades légères en ossature bois et verre pour l'orientation au sud), et des solutions optimisées de construction à l'aide de coffrages grim pants en bois le long de portes de banches toute hauteur d'étage, les premières réalisations de ces nouveaux constructeurs en pisé, au ce début des années 1980, sont maladroites, peu élaborées au plan de leur conception architecturale et mettent davantage l'accent sur l'évolution technologique, sur la recherche hésitante d'une qualité d'exécution des maçonneries où le pisé cohabite avec des éléments de structure en béton armé. Toutefois, la phase d'expérimentation laisse vite place à une expérience autorisant d'autres performances qualitatives qui encouragent et font école. Bien vite, d'autres entreprises se lancent dans la construction en pisé dans la région de Santa Fe, tel *Rammed Earth Contractors*, de Don Woodman et Richard Yates, et de nouveau en Arizona avec *Rammed Earth Contractors Inc.* de Quentin Branch et Rick Howell, à Tucson, *Living Systems*, de Michael Frerking, à Chino Valley. Les réalisations se font de plus en plus nombreuses et un article publié dans *Earthbuilder* en 1983 relève que deux des principales entreprises spécialisées d'Arizona, celles de Tom Schmidt et de Quentin Branch ont déjà mis en œuvre 5000 tonnes de murs en pisé dans le sud de cet état<sup>323</sup>. Le début des années 1980 est

<sup>322</sup> **Martin Rauch** est aujourd'hui le fer de lance d'une tendance d'expression brutaliste des architectures de terre qui donne toute sa place à l'expression de la texture et des variations de coloration de la matière. Il est aussi à l'origine d'un procédé révolutionnaire de production de composants en pisé préfabriqués en ateliers, transportés sur site et mis en œuvre par empilement. On lui doit de très belles réalisations, en Allemagne, en Suisse et en Autriche, notamment dans le Vorarlberg. L'un de ses projets les plus emblématique est la Chapelle de la Réconciliation entre les deux Allemagnes, conçue par les architectes Reitermann et Sassenroth, réalisée à Berlin, en 1999. Se reporter à son livre ; **Rauch 2001** : RAUCH, Martin – *Lehm und Architektur*, Ed. Birkhauser, Basel, Suisse, 2001, 159 p.

<sup>323</sup> Article intitulé *Rammed Earth Construction, Inc. – Tucson's other conspicuous company*, revue *Earthbuilder* n° 43, 1983, p. 61.

également propice à la publication de ces premiers projets en pisé dans des revues alternatives valorisant la construction et l'architecture de terre, telles *Rodale's New Shelter* ou *Fine Home Building*, *Earthbuilder*, qui remplissent un rôle promotionnel et vantent aussi les bénéfices thermiques du pisé contribuant à un amortissement des températures saisonnières, « froides en hiver » et « chaudes en été » dans ces régions. L'attitude pragmatique des nord-américains permet rapidement l'intégration du procédé de construction en pisé dans les *Uniform Building Codes* (guides de recommandations pour la construction, de valeur normative) de plusieurs comtés des états du Sud-ouest. Ce sont là les bases d'un mouvement renaissant en faveur du pisé qui prendra ensuite de l'ampleur et qui motivera dans les années 1990 d'autres architectes contribuant dès lors à instruire une toute nouvelle tendance d'architecture contemporaine<sup>324</sup> d'avant-garde.

*Autres pays* : Si l'on ne relève pas également l'évidence du *continuum* culturel des pratiques traditionnelles dans plusieurs autres pays où le pisé est couramment employé pour la réalisation de l'habitat populaire (Pérou, régions des contreforts himalayens tels l'Etat d'Himachal Pradesh en Inde, le Bhoutan ou le Laddakh, la Chine), on doit constater que la tendance au renouveau du pisé dans de nouvelles formes d'expressions architecturales contemporaines en pays étrangers, demeure à peine renaissante quoique augurant une réelle perspective de développement futur. Au moment où nous rédigeons cette recherche, soit en 1985, nous n'avons pas encore d'éléments sur ce qui est en train de se développer sur un mode des plus dynamiques et exemplaires, en Australie. Nous commencerons à combler ce manque d'information à partir de l'année 1987, avec une participation à une conférence internationale réalisée dans le cadre de l'Année Internationale des Sans Abri, sous l'égide des Nations Unies, à Melbourne et Sydney.

Notre révision de la situation internationale se conclut brièvement sur l'inauguration d'une formation spécialisée, à l'école d'architecture de Grenoble, par le lancement en 1984 du Certificat d'Etudes Approfondies en Architecture de terre (CEAA-Terre), proposée par notre équipe CRATerre avec le soutien de la Direction de l'Architecture. Cette formation de troisième cycle constitue alors le seul enseignement supérieur intégrant, entre autres contenus, des cours théoriques et des ateliers pratiques valorisant la construction en pisé et s'adressant à un public d'étudiants et de professionnels issus de divers horizons du monde. Cela constitue un événement dans le domaine de l'enseignement supérieur et traduit clairement la volonté d'une contribution active, alors posée en première nécessité, à la préparation des professionnels de l'architecture pour apporter des réponses au logement accessible des populations les plus démunies en mobilisant les ressources techniques, économiques, sociales et culturelles du matériau terre. Cette formation, de CEAA-Terre, qui est devenu par la suite un DPEA (Diplôme propre aux écoles d'architecture), pour finalement évoluer tout récemment vers un DSA-Terre (Diplôme de spécialisation et d'approfondissement), de niveau post master, n'a pas désemploi depuis sa création, soit à ce jour depuis 23 ans. Chaque nouvelle promotion d'étudiants, tous les deux ans, accueille une moyenne de 25 participants sélectionnés rigoureusement sur un nombre de candidatures toujours supérieur à 100. Cela confirme un réel attrait mondial pour la revalorisation des cultures constructives en terre et leur remise en trajectoire culturelle pour répondre aux questions de l'habitat et aussi de la

<sup>324</sup> Parmi ces architectes bâtisseurs en pisé désormais reconnus comme les plus fameux aux Etats-Unis sont **Samuel Mockbee** - et les réalisations de Rural Studio, en Alabama, habitats et équipements communautaires réalisés par des étudiants du studio (dans le cadre de leurs diplômes) pour des populations démunies, qui valorisent le pisé dans plusieurs projets - et les réalisations de Rick Joy, en Arizona, dans le désert de Soñora, ou encore celles du Studio Jones. Voir **Joy et al 2002** : JOY, Rick, HOLL, S., PALLASMA, J. - *Desert Works*, Ed. Princeton Architectural Press, New York, 2002, 176 p.

conservation et gestion des patrimoines architecturaux, qui ne peuvent être sérieusement envisagées sans s'appuyer sur la formation des compétences professionnelles.

### 2005 : Evolution de la culture constructive et architecturale du pisé<sup>325</sup>

L'année 2004 voit la programmation des II<sup>èmes</sup> *Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue* par un Comité scientifique<sup>326</sup> qui me confie la coordination de l'organisation et de la réalisation de cet événement. Celui-ci se tiendra aux Grands Ateliers de Villefontaine, les 28 et 29 mai 2005, dans le cadre du festival annuel « Grains d'Isère », piloté par CRA Terre. Ces deuxièmes échanges prolongent une rencontre précédente qui s'était tenue à l'école d'architecture de Languedoc-Roussillon (Montpellier), en novembre 2001. L'objectif qui est poursuivi vise une confrontation des regards et des apports de recherche des sciences sociales et des sciences de la technique (archéologie, anthropologie, histoire, sociologie, économie, architecture, construction), et des tendances d'évolution des pratiques constructives et architecturales (artisans, entreprises et architectes praticiens) sur l'objet des constructions en terre et sur la thématique ciblée des constructions en maçonnerie de terre massive, pisé et bauge, les premiers échanges ayant porté davantage sur les éléments moulés et façonnés dans le cadre desquels j'avais proposé une communication sur la culture constructive du gazon (voir par après). Avec cette nouvelle rencontre scientifique, je propose une communication sur l'évolution de la culture constructive et architecturale du pisé qui m'offre l'occasion de rédiger une synthèse des recherches développées sur cet objet au cours des années précédentes et de redéfinir une trajectoire historique et culturelle pour cette culture constructive qui a connu de profondes mutations au cours de la deuxième moitié du XX<sup>ème</sup> siècle.

*Lexicologie du pisé et discussion d'hypothèses sur les origines de la technique* : On reconnaît deux référents lexicologiques désignant la technique du pisé qui permettent de situer un état historique de son évolution technologique et culturelle. D'une part à partir du vocable arabe *tabîya*<sup>327</sup>, dérivé de *otob* et de *toub* désignant la construction en terre en Egypte et qui se déclinera en *tapia* en espagnol, en *taïpa* en portugais, pour les époques de al-Andalus où la construction en pisé pour l'édification d'ouvrages militaires de défense (murailles) mais aussi pour celle d'ouvrages publics et d'habitat, est dominante sur les territoires de l'actuel Maghreb comme sur la péninsule ibérique. Le coffrage à pisé est désigné par les termes *tapijal* en espagnol et par *tabout* en berbère. Cette filiation lexicologique donnera également *tapy* en langue d'Oc. D'autre part à partir du latin *pinsare* d'où seront dérivés les termes *pisay*, *pisey*, *pesay*<sup>328</sup>, en français. Prendre date de ces référents et de ces filiations lexicologiques ne permet pas pour autant de valider une origine de la technique du pisé dans l'espace historique méditerranéen et arabe. En effet, un procédé de compactage de la terre par cylindrage à la pierre est attesté par la recherche archéologique chinoise ayant repéré la réalisation de plate-

<sup>325</sup> **Guillaud 2005** : GUILLAUD, Hubert – *Evolution de la culture constructive et architecturale du pisé*, in *Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue*, 2 mai 2005, éditions de l'Espérou (en cours de publication, ENSAM, Montpellier, 38 p., pp. 188-220 (sur maquette d'édition, la publication étant prévue pour septembre 2007).

<sup>326</sup> Le Comité scientifique de ces II<sup>èmes</sup> *Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre* est constitué de chercheurs, archéologues, historiens et architectes : l'archéologue Claire-Anne de Chazelles, rattachée à l'UMR 5140 du CNRS à Lattes (Hérault), les archéologues Olivier Aurenche et André Bazzana, rattachés à l'Université de Lyon 2, Maison de l'Orient Méditerranéen et UMR 5648, l'architecte historien Dominique Chancel des Services de la Conservation du Patrimoine de l'Isère, l'architecte Alain Klein de l'association de recherche Architerre, et moi-même, directeur scientifique du CRA Terre-ENSAG.

<sup>327</sup> Se reporter à cet égard à : **Bazzana 1993** : BAZZANA, André – *La construction en terre dans al-Andalus : le Tabiya*, in *Actas, Comunicações, 7º Conferência Internacional sobre o Estudo e Conservação da Arquitectura de Terra*, éditions de la D.G.E.M.N., Lisbonne, Portugal, 1993, 659 p., pp. 76-82.

<sup>328</sup> **Diderot et d'Alembert 1771**, op. cit.

formes en terre damée destinées à recevoir des habitats en ossature bois et torchis, au II<sup>ème</sup> Millénaire avant n.è. Ce sont les palais Yin d'Anyang de l'époque dynastique Shang. Puis les fortifications en terre damée de Zhengzhou. De même, dans l'espace méditerranéen, ce procédé de compactage de la terre a été couramment développé par les constructeurs phéniciens (I<sup>er</sup> Millénaire av. n.è.) pour la réalisation des toitures terrasses de leur habitats comme le confirment les fouilles menées sur les sites de Sidon, Tyr, Ugarit, au Levant. Ce procédé a semble t-il été adapté ensuite par les constructeurs puniques, dès lors qu'ils fondaient le site de Carthage en 814 av. J-C. à partir du site de la colline de Byrsa (actuelle Tunis), ne trouvant pas immédiatement les carrières de pierre (celles du cap Bon) leur permettant de reproduire la construction en blocs massifs de gros appareils comme il l'avait développée en Phénicie. L'éclectisme de la construction punique montre un grand usage de la terre damée dans les maçonneries des habitats, entre les poteaux et harpes du procédé *d'opus africanum* décrit par les romains et retrouvé sur les fouilles du quartier métallurgique de Bysra par Serge Lancel et Robert Thuillier. Ce procédé a-t-il influencé les constructeurs romains dont on connaît la capacité d'assimilation et de réappropriation des innovations technologiques ? Sans aucun doute au-delà des établissements de la Rome primitive des premières époques républicaines élevés sur le site des sept collines et principalement édifiés en ossature bois et torchis<sup>329</sup>. Par la suite, les influences helléniques, sensibles en Campanie à partir du VIII<sup>ème</sup> s. av. J-C., contribuaient à introduire la brique de terre crue alors que le pisé semble avoir retenu l'intérêt des constructeurs ruraux, principalement pour l'édification de murs de clos des fermes rurales, à partir du III<sup>ème</sup> s. av. J-C. et plus couramment dans les siècles suivants<sup>330</sup>.

*Présence des cultures constructives du pisé dans le monde :* Notre article relève la présence universelle des architectures de pisé et rappelle l'excellence des cultures du Maroc (vallées du Sud, Moyen Atlas, p.e.), d'Algérie (ksour du sud et de l'Erg occidental), qui ont été couvertes par de nombreuses recherches que l'on a précédemment référencées<sup>331</sup> mais aussi les traditions chinoises avec les établissements fortifiés des habitats du groupe *Hakka* du *xian* de Yongding, au Fujian (Sud-est), les cultures des contreforts himalayens au nord de l'Inde, aux Bhoutan, Ladakh et Népal, en Himachal Pradesh (Vallée du Spiti aux déserts d'altitude), au Tibet, les cultures ibériques d'Espagne et du Portugal transférées aux époques coloniales vers l'Amérique latine (Colombie, Equateur, Pérou, Chili, Brésil), et enfin les cultures européennes, la française sur les territoires du Dauphiné, du Forez, du Val de Saône et de la vallée du Rhône, jusque en Comtat Venaissin, l'italienne en Piémont et Toscane, l'allemande en Schleswig-Holstein. L'ensemble de ces traditions mondiales déclinent une culture constructive identique faisant appel à des procédés de mise en œuvre similaires par coffrages en bois sur clés de bois à déplacement linéaire, à l'exception de la culture chinoise qui procède aussi par déplacement vertical pour réaliser des portions de murs trumeaux successivement ajoutés. Seules varient, les expressions architecturales, fruit du rapport situé dans l'espace et le temps des composantes architecturales que sont le matériau, la structure, l'espace, la forme et les usages, les cultures de l'habiter. Ainsi est vérifiée le processus de genèse et d'évolution des cultures constructives, dans l'espace et dans le temps, à partir de l'expérimentation des bâtisseurs (essais et erreurs, adaptations), puis de l'acquisition d'une expérience (archétypes et modèles constructifs, référents des typologies architecturales) qui fondent ces cultures constructives à l'articulation des savoirs et des savoir-faire. Cette

<sup>329</sup> Se reporter aux travaux de l'archéologue italien **Davico** à propos des sites de Culture Villanovienne du VIII<sup>ème</sup> s. av. J-C.

<sup>330</sup> Voir le corpus des textes antiques dont le *Res Rusticae* de Varron (I<sup>er</sup> s. av. J-C.) et le *De Re Rustica* de Columelle (I<sup>er</sup> s. ap. J-C.).

<sup>331</sup> Op. cit. : René Montagne (1930), Henri Terrasse (1938), Djilali Jacques-Meunié (1951, 1962).

introduction aux cultures constructives du pisé dans le monde montre qu'une innovation technologique s'est faite jour à partir des années 1960 en s'inspirant de la technologie des bétons. Apparaissent alors les coffrages intégraux métalliques (Hensens et Masson, 1967, Ouarzazate, Maroc), les coffrages en bois ou métalliques grimpants (corporation des industriels des ciments et bétons, à São Paulo, Brésil ; David et Lydia Miller au Colorado), dans les années 1970 et les coffrages spéciaux en « T » ou en « L » pour réaliser les angles de murs gouttereaux et les liaisons entre gouttereaux et refends (G.F. Middleton, Australie, 1953), pour réaliser des piliers trumeaux auto-stables reliés en leur sommet par des chaînages (Gernot Minke, Allemagne et Guatemala, 1979), des coffrages spéciaux pour éléments de murs aux formes spécifiques moulés en forme (Entreprise Terraco, Melbourne, Australie, 1988). Puis, plus récemment, les procédés de préfabrication au sol, *in situ* des chantiers (Nicolas Meunier, France, 1987) ou en atelier (Martin Rauch, Autriche, fin des années 1990, Giles Hohnen et *Rammed Earth Structures*, Australie, début des années 2000). Enfin, l'évolution résolument novatrice vers des pisés de terre stabilisée projetée (David Easton et *Rammed Earth Works*, Californie, Etats-Unis, fin des années 1990) et des pisés de terre coulée (CRATerre-ENSAG, France, 2005). Ces évolutions technologiques sont également à l'origine d'une véritable mutation des architectures de pisé qui s'extraient enfin de leur gangue historique traditionnelle pour s'installer en contemporanéité avec un renouvellement du rapport entre matériau, structure, espace et forme tout en répondant aux besoins et aux usages renouvelés de l'habitat.

*Le legs technique et culturel du corpus des textes historiques* : L'article redéfinit la trajectoire de production de textes évoquant l'intérêt pour la construction en pisé depuis l'Antiquité (auteurs grecs et romains, tels Hérodote, Columelle, Caton, Varron, Palladius). Il observe l'absence de références européennes pour les époques du Moyen Age, à l'exception de sources ibériques maures tels les écrits de Ibn Abdun et Ibn Jaldun repérés par l'historienne de l'art espagnole Juana Font (2003), recherches complétées en 2004 et 2005 qui révèlent l'existence d'un plus large corpus de textes ibériques. Puis est relevé un retour d'intérêt avec la Renaissance (Traité d'Alberti puis de Scamozzi et Rusconi parmi les plus fameux) qui prépare l'entrée en modernité du pisé aux XVIII<sup>ème</sup> et XIX<sup>ème</sup> siècles avec des réalisations françaises (Charleval, Provence, village construit en pisé en 1741 à l'initiative de Pierre-César de Cadenet), anglaises (Milton Abbas, Devon, autre village construit en pisé en 1773 par le Comte de Dorchester). Dès lors, à partir de la deuxième moitié du XVIII<sup>ème</sup> siècle, le corpus de textes sur le pisé accueille une série d'essais et d'articles (Delorme 1745 ; Diderot et d'Alembert 1771 ; Georges-Claude Goiffon 1772 ; Jean-Etienne Guettard 1782 ; Arthur Young 1789 ; l'Abbé Rozier et François Boulard 1786) qui annoncent le grand œuvre de François Cointeraux avec ses fameux quatre *Cahiers d'Ecole d'Architecture rurale* publiés entre 1790 et 1791 et traduits dans plusieurs langues, assurant ainsi un nouveau rayonnement de la culture du pisé d'origine lyonnaise et dauphinoise dans le vaste monde (Giuseppe Del Rosso, Italie, 1793 ; Henry Holland, Angleterre et David Gilly, Allemagne, 1797 ; K.H. Seidelin, Danemark, 1796 ; Christian Ludwig Seebas, Allemagne, 1803), jusqu'aux Etats-Unis et en Australie où le pisé fera son apparition. La consécration du pisé sera assurée par la publication d'un article dans le célèbre *Traité de l'Art de Bâtir* de Jean-Baptiste Rondelet, élaboré entre 1802 et 1817. Au XX<sup>ème</sup> siècle, ce n'est qu'aux lendemains de la Seconde Guerre Mondiale que le pisé fera l'objet d'un nouvel engouement, se posant alors comme matériau et technique alternatifs de reconstruction des habitats ruraux, en Allemagne notamment où de nouveaux traités pratiques sont édités (Miller 1947 ; Fauth 1948 ; Pollack et Richter 1952) alors que la France publie des textes normatifs intégrés au répertoire des éléments de construction (REEF) après la réalisation des projets expérimentaux des fermes du



Bosquel, en Picardie, en 1945-46, sous la conduite des architectes Paul Dufournet et Jean Bossu. Cet engouement n'aura qu'un faible impact et il faudra attendre la recherche de réponses au choc pétrolier de 1973 pour que soit relancée l'activité d'éditions sur la construction en terre (CRATerre, 1979, 1984, 1989) inaugurant alors toute une génération d'ouvrages, en de nombreux pays du monde. Notre article révèle ainsi l'existence d'une véritable trajectoire historique de textes, qui précède ou accompagne des phases de relance de la construction en pisé.

*Logique constructive (chantier) et logique architecturale (projet) du pisé :* Notre article établit l'évidence d'un rapport entre les procédés de mise en œuvre du pisé et les morphologies structurales, les déclinaisons spatiales du plan et les expressions formelles des architectures de pisé. Sont ainsi passés en revue les procédés traditionnels de coffrages en bois à progression linéaire générant des édifices en enveloppe monolithiques qui contiennent l'espace, les procédés de coffrages grimpants à progression verticale où les murs trumeaux peuvent aussi contenir l'espace (pans de murs accolés) ou bien en définir les « limites » (alternance de murs trumeaux en pisé et de vides), de coffrages intégraux où les pans de murs en libre disposition et forme contribuent davantage à définir des « frontières » de l'espace. Puis les coffrages spéciaux ou moules à pisé, les solutions plus récentes d'éléments préfabriqués qui, selon les types d'éléments de murs produits par moulage, leurs modes d'installation (logique de continuité, d'alternance de pleins et de vides, d'empilement) peuvent tout autant contribuer à contenir l'espace (éléments accolés et empilés) ou le définir en ses limites (alternance de pleins et de vides en continuité) et en ses frontières (liberté de formes des éléments et de leur disposition au sol). Enfin, l'évolution vers les pisés-bétons, ou bétons de terre coulée en coffrages, installe la technologie du pisé dans les mêmes logiques constructives et architecturales que celles du béton de ciment.

*Bilan des évolutions contemporaines des architectures de pisé en quelques pays phares :* L'article fait le point sur l'évolution résolument engagée vers une contemporanéité du pisé dans quelques pays choisis, particulièrement représentatifs de cette tendance : la France, le Portugal, l'Allemagne et l'Autriche, l'Australie et les Etats-Unis.

*En France :* cette tendance est inaugurée avec les premières expérimentations de l'association ADETEN de l'Unité Pédagogique d'Architecture de Grenoble, qui construit un prototype d'ouvrage en pisé sur la commune de Vignieu, en Isère, en 1976. Cette réalisation motivera cette jeune équipe d'étudiants qui fondera par la suite le CRA Terre, en 1979. Dès lors une nouvelle trajectoire de recherche, d'expérimentation puis d'enseignement, était inaugurée, en France, à partir de cette école d'architecture. Puis viendra l'impact de l'exposition du Centre Georges Pompidou, à partir de 1981, avec sur sa lancée, entre 1983 et 1985, le projet expérimental du *Domaine de la Terre* de Villefontaine, où prend place la construction de seize logements en pisé répartis en quatre lots distincts. Cette opération, dont nous avons assuré la coordination du chantier pour CRA Terre en contrat avec le Plan Construction, bien que démonstrative au plan technologique et économique, n'a pas eu la résonance immédiate que l'on aurait pu espérer sur le territoire hexagonal. Les conditions de développement d'un marché viable pour les architectes et les entrepreneurs n'étaient pas réunies : absence de textes normatifs confinant les professionnels à une certaine frilosité d'investissement sur de nouvelles propositions de projets, commande publique et privée peu motivée du fait d'une médiatisation de l'opération non fondée sur un bilan qui ne sera pas réalisé par la suite alors qu'il aurait pu être à même de mieux valoriser l'intérêt des résultats obtenus au plan de la faisabilité technique et économique de la construction en terre relancée

en situation de production réelle avec tous les acteurs de cette production : maître d'ouvrage public, architectes, bureaux d'études, entreprises, bureaux de contrôle technique. Toutefois, un suivi de l'impact international de cette opération a été réalisé qui confirme une grande fréquence de visites de délégations de professionnels et de publics variés, au cours des années suivantes. Ce sont véritablement des milliers de personnes qui sont venus visiter le *Domaine de la Terre* et qui ont trouvé sur ce site l'inspiration d'un engagement en faveur d'une relance de l'architecture de terre. Les effets se sont fait sentir dans l'espace européen avec une forte mobilisation dès le milieu des années 1980 en Allemagne, puis en Italie, à partir de la Sardaigne, autour de la revalorisation des architectures en briques de terre crue (*mattoni, ladriri, ladroni*) des plaines des *Campidani*. L'impact du projet a été aussi patent au Maroc, dans la mouvance de la réalisation du projet *Marrakech 83-87, Habitat en terre* que l'on a précédemment évoqué et qui servit assez directement à une nouvelle génération d'architectes créatifs et promoteurs d'une nouvelle architecture de terre de villas luxueuses dans la palmeraie locale, tels Elie Mouyal. Un architecte constructeur australien, David Oliver<sup>332</sup> est également venu visiter le *Domaine de la terre*, en cours de construction, et a confirmé son inclination à réaliser des projets chez lui, à partir du Queensland. Certes quelques architectes ou des auto constructeurs, en France, ont tenté d'autres réalisations, dans la foulée du *Domaine de la terre*, mais celles-ci sont restées relativement confidentielles<sup>333</sup>. C'est davantage sur le marché de la restauration et réhabilitation du bâti ancien que les opérateurs français se sont par la suite positionnés. Ainsi, un constat s'impose que l'on a énoncé dans notre article : « *Si la France a été à l'avant-garde dès la fin des années 1970 et occupe toujours une position avancée sur le renouveau contemporain des architectures de terre, un décalage semble aujourd'hui exister avec d'autres pays qui montrent davantage d'innovation technologique et d'expression architecturale renouvelée* ». Ce constat que nous dressions en 2005 est en passe d'être remis en question par les nouvelles avancées de la recherche scientifique fondamentale sur la matière en grains que CRATerre développe en lien avec l'Ecole Supérieure de Physique et Chimie Industrielle de Paris (ESPCI) et l'INSA de Lyon. Ces recherches augurent l'invention des nouveaux bétons de terre de demain qui sont d'ores et déjà testés sur prototypes de nouveaux systèmes constructifs, aux Grands Ateliers de Villefontaine.

*Au Portugal* : Riche d'une tradition d'architecture en pisé vernaculaire et populaire (régions d'Alentejo et de l'Algarve notamment), doté d'un remarquable patrimoine militaire de forteresses en pisé dans ces mêmes régions (Alcácer do Sal, Paderne, Silves, p.e.), le Portugal a récemment refondé un engagement dans le renouveau des architectures de terre qui est sans doute l'un des plus dynamiques de l'espace européen, avec l'Allemagne et l'Autriche. Dans cette tendance, le pisé ou *taipa*, occupe une place de premier choix. Si des architectes ont fait œuvre de pionniers du renouveau des architectures de pisé dans ce pays, dès les années 1990 et ont tenu cette position depuis lors, tels Alexandre Bastos, Henrique Schreck, Teresa Berrão, Graça Jalles, justement sur fonds de culture constructive en Alentejo,

<sup>332</sup> **David Oliver** était alors installé dans la localité de Buderim, au nord de Brisbane et commença par construire son bureau d'architecte et sa propre maison que l'on a visités en 1988. Il est depuis lors membre associé de CRATerre et l'un des fers de lance de la revalorisation du pisé en Australie, suivant un entrepreneur qui l'avait précédé, **Stephen Dobson** et son entreprise *Ramtec*, à Perth en *Western Australia*. D'autres entreprises suivront telles celle de **Giles Hoehnen** et son entreprise *Rammed Earth Structures*, à qui l'on doit aujourd'hui de nouvelles réalisations en éléments de pisé préfabriqué.

<sup>333</sup> Il convient d'évoquer ici la réalisation, dans les années 1990, d'un lotissement de villas sociales en pisé dans la région de Rennes, à Romillé, par l'architecte rennais **Dominique Urien**. De même les réalisations de gîtes ruraux construits par l'agriculteur **Alain Bozier** à la Bodeterie, dans le Poitou. CRATerre a prêté la main à ces opérations par l'appui de ses chercheurs et de jeunes architectes alors formés dans le cadre du CEAA-Terre, soit pour une formation préalable des constructeurs, soit pour un encadrement des chantiers.

si l'institution nationale portugaise en charge du patrimoine architecturale, la *Direção Geral dos Edifícios e Monumentos* (D.G.E.M.N.) a pris l'initiative d'organiser la Septième Conférence Internationale sur la Conservation des Architectures de Terre, à Silves, en Algarve, en 1993, poursuivant son effort avec la création d'un cours spécialisé de construction en terre pour les maîtres maçons, dans la ville de Serpa, en 1996<sup>334</sup>, cette tendance a pris corps avec l'organisation d'un réseau national dont l'initiative de mobilisation et création a été portée par de jeunes architectes portugais qui ont été formés dans le cadre du CEAA-Terre de l'École d'Architecture de Grenoble, au cours des années 1990. Ces jeunes architectes, Mariana Correia, Catarina Pereira, Miguel Mendes, associés à d'autres professionnels, sont en effet à l'origine de la création du *Centro da Terra*, fédération nationale des professionnels et universitaires assurant la promotion d'une nouvelle architecture de terre dans le pays alors qu'une école d'architecture privée, l'*Escola Gallaecia de Vila Nova de Cerveira*, dirigée Mariana Correia, propose des enseignements théoriques sur l'architecture vernaculaire portugaise et de projets pour la revalorisation des cultures constructives traditionnelles en terre. Le *Centro da Terra* et l'*Escola Gallaecia* organisent régulièrement des expositions, rencontres et colloques prenant désormais une dimension internationale, participent activement à un programme d'édition d'ouvrages dans une collection lancée par l'éditeur Argumentum que dirige l'architecte Felipe Jorge, à Lisbonne. Enfin, comme signe d'un véritable décollage vers la contemporanéité des architectures de pisé dans ce pays, nous relevons la réalisation en cours, alors que nous proposons ce bref bilan de la situation portugaise, d'un magnifique projet de villa en pisé, aux lignes et formes renouvelées se dégageant des références traditionnelles. Il s'agit de la villa du sculpteur Rui Sanchez, établie dans la campagne de Beija, conçue par un architecte reconnu du Portugal, Bartolomeu Costa Cabral<sup>335</sup> travaillant au sein du fameux atelier de Nuno Teotónio Pereira, à Lisbonne à qui l'on doit de nombreuses réalisations d'architecture contemporaines assorties de créations d'art, de grande qualité.

*En Allemagne* : Le renouveau des architectures en pisé est engagé dans ce pays, dès la fin des années 1970, avec des recherches et expérimentations développées à l'Université de Kassel par le Prof. Dr. Ing. Gernot Minke. Ces nouvelles approches de la terre sont situées dans la mouvance du *Die Grünen* et revendiquent leur situation dans la recherche d'alternatives écologistes à la production énergivore des architectures de l'époque, suivant le choc pétrolier de 1973. Gernot Minke est un inventeur qui imagine de nouveaux procédés techniques de coffrage et de compactage pour le pisé, propose des solutions de cloisonnement en boudins d'argile extrudée empilés décrivant des formes organiques, des toitures végétales. Il se positionne également sur la filière bloc de terre comprimée et sur la production d'une architecture de terre en arcs, voûtes et coupes, dont les avantages économiques, thermiques, esthétiques, sont fortement médiatisés. Avec sa revue *Bauen mit Lehm*<sup>336</sup> qu'il édite entre 1984 et 1987, il tient le haut du pavé et tire en avant un mouvement allemand qui va s'organiser autour d'autres personnes en créant en 1992 son réseau national de constructeurs

<sup>334</sup> Ces deux opérations pilotées au Portugal par la D.G.E.M.N. ont été réalisées avec le soutien du Projet GAIA (CRATerre et ICCROM) de préservation des architectures de terre. CRATerre a particulièrement apporté son appui au projet de l'École de Serpa en définissant l'entièreté du programme pédagogique de la formation spécialisée des maîtres maçons.

<sup>335</sup> Nous venons de visiter ce chantier au cours de ce mois de février 2007 alors que nous participions à un projet européen, Terra Incognita, destiné à préparer un Livre Blanc sur la situation des patrimoines architecturaux en terre dans l'espace européen.

<sup>336</sup> Nous avons participé à cette publication par l'écriture de plusieurs articles successifs valorisant les projets du *Domaine de la Terre* et d'habitat social sur l'île de Mayotte, ainsi que sur la présentation du patrimoine architectural en terre de France.

---

en terre, le *Dachverband Lehm*<sup>337</sup>. Ce réseau organise régulièrement des manifestations techniques et scientifiques (en lien avec l'Université de Weimar notamment), les foires professionnelles « *Lehm* », depuis 1996, où les constructeurs allemands valorisent leurs réalisations et une nouvelle filière commerciale de diffusion de composants et produits de construction en terre - briques crues, panneaux de cloisonnement préfabriqués, solutions d'isolation et terre et copeaux bois, hourdis en terre stabilisée, mortiers prêts à l'emploi livrés en sacs conditionnés pour la réalisation d'enduits - que proposent des entreprises spécialisées<sup>338</sup> pour leur utilisation sur les marchés de la construction actuelle et de la restauration et réhabilitation du patrimoine architectural en terre du pays. Par ailleurs, l'Allemagne, est aussi à l'origine d'une réelle mobilisation d'architectes sur la conception de projets contemporains de grande qualité qui ouvrent la voie à l'expression contemporaine. Ce sont les réalisations du désormais célèbre constructeur Martin Rauch, à l'origine d'un procédé révolutionnaire de préfabrication en atelier de panneaux de murs en pisé, d'un traitement esthétique à la fois sculptural, chromatique et brutaliste de la matière du pisé, autant en Allemagne, qu'en Autriche (dans le Vorarlberg), qu'en Suisse, en collaboration avec des architectes de renom. La Chapelle de la Réconciliation entre les deux Allemagnes, conçue par les architectes Reitermann et Sassenroth et édifiée à Berlin en 1999 par Martin Rauch, prend une valeur emblématique dans ce mouvement renaissant des architectures de pisé dans ce pays. Mais également d'autres projets conçus par les architectes Herzog et De Meuron (locaux de stockage de la fondation Emmanuel Hoffmann, à Basel, Suisse, réalisés en 1999-2000), ou des parcs et jardins dessinés par le célèbre paysagiste Kienast Vogt qui déclinent la beauté esthétique de la matière du pisé, ou d'autres projets qui inaugurent de nouvelles logiques constructives par empilement de ces composants préfabriqués préparés et livrés sur chantier par Martin Rauch (Imprimerie Gugler, à Pielach, Autriche, réalisée en 1998-99). On a plus précisément décrit ces réalisations allemandes dans notre article.

*En Australie* : Si historiquement, comme on l'a précédemment évoqué, l'influence du *Quatrième Cahier d'Ecole d'Architecture Rurale* de François Cointeraux, édité par l'auteur en 1791 à Paris, traduit par l'architecte néoclassique anglais Henry Holland en 1797, a influencé le développement d'une architecture en pisé sur ce continent (Lewis 1977 ; Cody 1985<sup>339</sup>) – comme aux Etats-Unis – au cours de la première moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, cette renaissance a été ensuite estompée par une préférence donnée à la construction en briques de terre crue, pratique constructive en maçonnerie de petits éléments plus accessible, techniquement et économiquement, notamment pour la construction des ouvrages dans l'extension des nouveaux établissements humains de caractère urbain. Il fallut attendre les années 1930, avec les projets de Justus Jorgensen, fondateur de la Communauté de Montsalvat, à Eltham, près de Melbourne (Victoria), puis de John Harcourt, qui réinvente la culture constructive du pisé avec les dispositions structurales en murs trumeaux (pans de murs massifs alternés avec des vides comblés par des solutions en ossature bois) pour que le pisé reviennent à l'actualité, en Australie. Par la suite, l'impact de l'édition de *Build Your House of Earth* (G.F. Middleton 1953), traité pratique de construction en pisé, et des réalisations de son auteur qui avaient été inspirées par les réalisations de Harcourt et d'un autre architecte, McKnight, ouvraient de nouveaux horizons pour une architecture de terre économique et accessible à la classe moyenne australienne, aux lendemains de la Seconde Guerre Mondiale,

---

<sup>337</sup> L'entrepreneur **Peter Breidenbach** et l'ingénieur **Horst Schroeder**, professeur à l'Université de Weimar, en sont les actifs promoteurs.

<sup>338</sup> Celle de Peter Breidenbach, Claytech, installée à Viersen, et qui a désormais ses relais franchisés en France, est l'une des plus connues du genre.

<sup>339</sup> **Cody 1985**, op. cit.

période de développement de la construction. Mais ce renouveau restait encore timide car la préférence de l'emploi de l'adobe promu par un autre constructeur de renom, Alistair Knox<sup>340</sup>, s'imposait, qui fonderont de nouvelles références pour le mouvement de la Contre-culture australienne porté par des immigrants européens (allemands, hollandais notamment) et des environnementalistes australiens, dans les années 1980 (communauté de Bendigo, dans l'arrière pays de l'état de Victoria, autour de l'architecte Russel Andrews), comme à l'étranger. Pour autant, le renouveau du pisé s'engageait en Victoria dès 1976 avec la création de l'entreprise *Stabilised Earth Structures*, par Giles Hoehnen et Tom Roberts, mais aussi à des milliers de kilomètres, à l'ouest, en Western Australia, à Perth, où le constructeur Stephen Dobson (entreprise *Ramtec*) déclare<sup>341</sup>, vers la fin des années 1980, être l'auteur d'un cumul de près de 200 réalisations d'habitat et d'équipements commerciaux (des stations services, des chais viticoles, des bâtiments de stockage). Cet exemple a été ensuite suivi par David Oliver et son entreprise *Terrastone/C.E.A.C.* à partir du Queensland en 1983, puis par Ian et Tina Collett créant leur entreprise *Stabilised Earth*, en Adelaïde, en 1986. Chacune de ces entreprises et plusieurs autres depuis lors, ont ouvert la voie d'une véritable contemporanéité de l'architecture en pisé en Australie, déclinant elles aussi plus récemment, à l'instar de Martin Rauch en Autriche et en Allemagne, une nouvelle culture constructive du pisé préfabriqué pour la réalisation de bâtiments publics de grande envergure, tels le *Tarra Warra Museum of Arts* ou le *Computer form print factory*, à Broadmeadows, en Victoria, des bâtiments de la *Magill University*, en Adelaïde, que l'on doit à l'entreprise *Stabilised Earth Structures* précédemment nommée. Mais également, des architectes issus du giron de Glenn Murcutt, tel le groupe Troppo (Adrian Welke et Phil Harris), qui sont à l'origine de projets résolument novateurs où le pisé reprend ses marques de noblesse dans la récréation heureuse du rapport de la matière terre avec l'environnement naturel (projet du *Bowali Visitors Information Centre* promu par l'Agence Nationale pour la Conservation de la Nature, situé dans le Parc National de Kakadu, 1992-1994). L'Australie est résolument le continent où les architectures contemporaines en pisé sont autant de nouvelles démonstrations de grande qualité qui devraient être davantage inspiratrices pour la nouvelle génération d'architectes et d'entrepreneurs européens.

*Aux Etats-Unis* : L'influence de François Cointeraux a été patente au cours de la première moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, en Nouvelle Angleterre, soit dans les états de New South Wales, New Jersey, New York et Pennsylvanie, comme on l'a déjà relevé (Cody 1985 ; Dassler 1990). Mais cet attrait sera éclipsé par les travaux de Joseph Aspidin, homologue du grenoblois Louis Vicat, et promoteur du ciment Portland, puis durant la période troublée de la Guerre de Sécession (1861-1865). Ce n'est qu'un siècle plus tard que les vertus du pisé seront redécouvertes par un avocat du Colorado, David Miller, qui construisit lui-même sa maison en pisé, inaugurant lui aussi un nouveau principe de coffrage grim pant et la construction en murs trumeaux qui allait faire école. Des entreprises que l'on a déjà nommées, telles *Schmidt*

<sup>340</sup> **Alistair Knox**, postier de son statut professionnel, développait l'architecture en adobe au sein de la Communauté de Montsalvat, à Eltham. S'inspirant du rapport entre architecture et nature prôné par Frank Lloyd Wright, mais aussi des travaux de deux des plus fameux architectes australiens, Francis Greenway and Walter Burley Griffin, il fut considéré comme le premier « architecte » environnementaliste de sa génération (son travail a été consacré dans les années 1980 juste avant sa mort) ayant été parmi les premiers à réaliser des habitats bioclimatiques. Il a également travaillé avec Gordon Ford et Peter Glass, tous deux fameux paysagistes de la période suivant la Seconde Guerre Mondiale. Alistair Knox est aussi connu pour son Livre, « *Build with environment* » qu'il publia en 1975.

<sup>341</sup> Nous avons réalisé une mission en Australie, en 1987, Année Internationale des Sans Abri, à l'invitation du *Ministry of Housing* de l'état de Victoria afin de participer à une conférence internationale sur l'architecture de terre. Cette mission nous donnait l'occasion de rencontrer Stephen Dobson et de nous entretenir avec lui sur son remarquable travail de constructeur en pisé à l'avant-garde d'un renouveau déjà très dynamique.

*Builders* en Arizona, *Rammed Earth Works* de David Easton, en Californie, parmi d'autres, allaient prendre le relais d'un *pisé revival* très étroitement associé au développement des architectures bioclimatiques dans ces territoires du Grand Sud-ouest. Ce sont d'abord des réalisations modestes mais qui font preuve d'une innovation technologique visant à optimiser la production et donc les coûts de réalisation au regard des conditions en vigueur du marché qui privilégient d'autres technologies, telles l'adobe ou les solutions en ossature bois (*frame wall*), la construction préfabriquée avec parements en briques cuites. Une fois ménagée l'ouverture sur ce marché, avec l'appui de médias valorisant (revues spécialisées), et la construction en pisé validée par les *Uniform Building Codes*, (recommandations de construction publiées par les Comtés régionaux) celle-ci va connaître un développement rapidement spectaculaire, autant pour des réalisations de logements de la classe supérieure et de la classe moyenne, que pour des applications à l'habitat très économique comme en attestent les projets réalisés par les étudiants de Samuel Mockbee et Rural Studio, à l'Université d'Auburn, en Alabama. C'est sur ce terrain dégagé par ces précédents que des architectes comme Rick Joy font œuvre de grande inventivité architecturale contemporaine avec ses réalisations à Tucson et dans le désert de *Soñora*, ou encore les projets de Jones Studio, en Arizona. Nous sommes là, résolument, dans une expression structurale, spatiale et formelle renouvelée, bien que puisant encore des références dans l'architecture d'un Mies Van der Rohe (conception jouant sur les frontières du plan) et la fluidité des formes que donnent de grands voiles linéaires en pisé, massifs, associés à la transparence de parois en verre s'ouvrant sur le paysage environnant.

*Conclusion : un avenir ouvert pour la culture constructive du pisé.*

*Un renouveau du pisé à plusieurs vitesses selon les contextes culturels* : Cet article que l'on a écrit en 2005 sur l'évolution de la culture constructive en pisé proposait une synthèse de l'ensemble des recherches que l'on avait précédemment développées sur le pisé et apportait un nouveau regard en instruisant plus précisément la notion de culture constructive du pisé. Il confirmait l'existence d'une trajectoire historique renouvelée de cette culture et des architectures qui en sont issues, depuis des temps très anciens, avec une capacité des bâtisseurs à rechercher de nouvelles solutions technologiques adaptées aux conditions changeantes et diverses, dans l'espace et le temps. C'est bien là en effet l'évidence d'une capacité permanente d'adaptation et d'évolution des cultures constructives du pisé connaissant des retours, des interruptions, des périodes plus fastes semblant répondre à des formes de crises, politique, sociale et économique, et qui contribuent à la manifestation d'un souci public, de dimension sociétale, pour une amélioration de la qualité du logement populaire. On voit alors s'opérer, à partir d'une sédentarisation durable mais dans un climat où demeure encore une grande précarité générale de l'habitat, un processus de consolidation des habitats. C'est alors qu'évoluent les architectures en torchis ou en bauge vers des architectures en adobe ou en pisé. Ces périodes fastes pour un renouveau du pisé répondent aussi au souci d'économie de réalisation sur fonds de croissance des établissements humains. On construit davantage tout en affrontant des difficultés d'accessibilité à des matériaux et techniques encore largement coûteuses. La terre s'impose alors comme un recours à ce manque d'accessibilité économique et technique de par sa disponibilité directe et du fait de l'existence de savoirs et de savoir-faire utiles et exploitables. Plus récemment, l'évidence d'une situation alarmante quant à l'évolution de l'environnement naturel et des ressources et énergies non renouvelables (pétrole principalement), en cours d'épuisement, contribue à la manifestation d'un souci de respect et de protection à leur égard. Le pisé, que l'on compare de plus en plus à un béton naturel, économe en énergie pour sa production, offrant d'autres

avantages thermophysiques (masse, inertie et amortissement des  $t^\circ$ , déphasage des énergies accumulées, perméance aux flux de vapeurs, ...) revient alors au premier plan.

Toutefois, dans cette évolution et adaptation de la culture constructive du pisé au cours de l'histoire, et notamment aujourd'hui, la capacité d'invention technologique et constructive, quoique renouvelée, paraît décalée par rapport à l'innovation architecturale. Pour autant, cela varie selon les contextes de redéploiement de la culture. Ainsi, ce renouveau des architectures en pisé semble aujourd'hui s'inscrire entre folklorisme et contemporanéité avec une autre échelle de décalage, de caractère éminemment culturel, entre le continent européen – où l'on peut aussi distinguer les attitudes méridionales, latines - davantage enclines à une réflexion théorique et scientifique ouvrant des voies innovantes - des attitudes septentrionales, fondées dans les cultures anglo-saxonnes, plus pragmatiques et douées pour la mise en application. Dans ce dernier cas, l'expérimentation se meut rapidement en expérience renouvelée des savoirs et savoir-faire, soit des cultures constructives et architecturales avec leur remise en trajectoire récréative. C'est bien ce que semble montrer les positions d'avant-garde prises par les entrepreneurs, qui précèdent d'ailleurs l'engagement des architectes, en Australie comme aux Etats-Unis, sur une expression architecturale résolument contemporaine, alors que les réalisations européennes restent encore pour beaucoup serties dans la gangue de l'héritage patrimonial et donc dans des formes d'expression folkloristes, voire maniéristes. Cette différence est aussi corroborée par les difficultés qu'affrontent encore les pays européens – particulièrement au sud - à faire émerger leurs normes de construction en pisé, alors que dans les pays d'Europe septentrionale et les autres régions du monde que l'on a évoqués, l'expérimentation et l'acquisition d'une expérience renouvelée fournissant les preuves d'une faisabilité technique, architecturale et économique, précèdent et invitent la norme à être publiée. Cela pourtant semble être en passe de changer car l'ère de la communication numérique, qui s'étend à la dimension internationale, ne cesse de fournir ces preuves évidentes de faisabilité, par l'image, de la nouvelle qualité architecturale du pisé, qui sont en mesure de motiver davantage de mobilisation professionnelle et publique en sa faveur.

*Vers les nouveaux bétons de terre:* Les récentes recherches fondamentales développées par le laboratoire CRATerre-ENSAG avec le laboratoire de physico-chimie structurale et macromoléculaire de l'Ecole Supérieure de Physique et Chimie Industrielle de Paris (ESPCI), et le laboratoire MATEIS de l'INSA de Lyon, sur le comportement de la matière en grains et sur l'étude de la propriété de cohésion de la fraction argileuse, mettent en évidence le rôle de liant de l'eau qui génère des ponts capillaires entre les plaquettes d'argile et entre les grains minéraux inertes (sables et graviers) composant la terre à pisé. Elles montrent que le pisé et les bétons sont des matériaux très proches quant à la structure de l'empilement des grains (empilement apollonien), et le rôle de leurs liants respectifs, l'eau et l'argile formant l'argile hydratée ou liant de la terre, l'eau et le ciment formant le ciment hydraté ou liant du béton. Si l'industrie du béton maîtrise de mieux en mieux cet empilement des grains en évoluant vers l'empilement espacé d'une part, grâce à l'adjonction de fumée de silice, et les réactions physico-chimiques de cristallisation et de liaison entre les grains en activant le processus de création des Silicates de Calcium Hydratés (CSH) qui constituent la colle du ciment, il reste à trouver d'autres additifs compatibles avec les terres, qui rempliront le même rôle pour les transformer en véritable bétons de terre. Les approches nouvelles de la Chimie douce, ainsi dénommée par le Professeur Jacques Livage à l'ESPCI, qui tire son origine de l'observation de la capacité des êtres vivants à synthétiser des minéraux par biominéralisation, la biotechnologie qui utilise le vivant (bactéries) pour fabriquer des ciments, semble être en mesure de fabriquer une nouvelle génération de ciments biogènes.

Elles ouvrent la voie pour rechercher de nouvelles formes de stabilisation physico-chimique des terres pour leur transformation en bétons<sup>342</sup>.

**2001 : La culture constructive du gazon**<sup>343</sup>

En décembre de l'année 2000, je suis invité par la Faculté d'Architecture et d'Urbanisme de l'Université de la République d'Uruguay, et son Unité Nord de Salto, à participer à un cours-atelier sur la construction en terre. Le séjour initial que je passe alors à Montevideo me permet de revoir une collègue architecte, Cecilia Alderton Belluni, que j'avais contribué à former lors de deux cours régionaux panaméricains sur la conservation et la gestion des patrimoines archéologiques historiques en terre, réalisés sur le site de Chan Chan au Pérou, en 1996 et 1999, dans le cadre du Projet TERRA (CRATerre – ICCROM – Getty Conservation Institute). Cette architecte développe dans la périphérie de Montevideo (quartier de Canelones) des réalisations de villas secondaires et club houses, qu'elle construit en *terrones* ou blocs de gazon. Je profite de ce passage pour documenter ces réalisations et recueillir auprès de Cecilia Alderton des informations d'intérêt historique sur ce procédé de construction qui fut notamment employé par les immigrants européens s'installant en Uruguay, au XIX<sup>ème</sup> siècle. Particulièrement intéressé par cette culture constructive dont je ne disposais que de notions sommaires fondées sur des références d'architectures du Moyen Age dans les pays et régions d'Europe du Nord (Ecosse, Danemark, Scandinavie), j'entame une recherche plus approfondie que je valorise par une communication présentée en novembre 2001 à l'occasion des I<sup>ers</sup> Echanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue, réalisés à l'Ecole d'Architecture de Montpellier.

L'article publié en 2003 dans les actes de la rencontre scientifique de 2001 valorise ces recherches menées sur cette culture constructive du gazon très peu étudiée jusqu'alors et considérée à tort comme désuète, ce que contredisent les réalisations récentes de l'architecte uruguayenne Cecilia Alderton. Il introduit des repères historiques sur l'emploi du gazon dans l'Antiquité à partir de références données aux époques romaines (I<sup>er</sup> s. ap. J.-C.) par Pliny l'ancien dans son *Histoire naturelle*, à propos d'ouvrages militaires puniques observés en Espagne, et par Tacite dans son *Germania*, à propos de l'habitat des Germains. Il montre toute l'importance de son emploi pour l'édification des habitats au Moyen Age dans la plupart des pays européens septentrionaux, aux îles britanniques avec le site anglais de Hound Tor et de Lydford, dans le Devon, au Danemark, avec la forteresse de Solvig dans le Jutland, datée du XIV<sup>ème</sup> siècle. Le large emploi du gazon en mottes empilées a été attesté par les recherches historiques dans beaucoup d'autres territoires européens froids et venteux et à sols argileux couverts d'herbe bien drue, en Norvège, sur les côtes d'Allemagne du Nord, en Islande, en Irlande et en Ecosse, en Campine belge et même en France (Normandie), comme en témoigne les travaux de Jean Chapelot et Robert Fossier sur la maison au Moyen Age<sup>344</sup>. Sont ensuite présentées plus précisément les grandes cultures vernaculaires de Grande-Bretagne (Ecosse et

---

<sup>342</sup> D'après Anger 2007 : ANGER, Romain - *Architecture de terre et diversité des matériaux granulaires*, article, février 2007, 12 p. article publié dans le cadre du développement d'une recherche doctorale codirigée par l'INSA de Lyon et CRATerre-ENSAG, intitulée *La matière en grains : de la géologie à l'architecture*.

<sup>343</sup> Guillaud 2001 : GUILLAUD, Hubert – *Construire en blocs découpés et mottes de gazon*, in Echanges transdisciplinaires sur les architectures et les constructions en terre crue, 1 – Terre modelée, découpée ou coffrée, matériaux et modes de mise en œuvre, Ecole d'Architecture de Languedoc-Roussillon à Montpellier, 17-18 novembre 2001, éditions de l'Espérou, 2003, 460 p., pp. 185-211, 26 p.

<sup>344</sup> Chapelot et Fossier 1980, op. cit., pp. 265-266.



Irlande) sur la base de recherches récemment publiées par le *Historic Scotland*<sup>345</sup>, et d'Islande, à partir d'une documentation réunie sur des bâtiments de ferme édifiés avec ce matériau, à Glaumbaer, datés des XVIII<sup>ème</sup> et XIX<sup>ème</sup> siècles. Puis, l'étude d'un fonds iconographique remarquable de la Société Historique du Nebraska, legs de la collection d'un photographe, Solomon Devoe Butcher<sup>346</sup>, permet de rendre compte de la culture des *soddies* (maisons en *sod*) qui a été considérablement développée aux Etats-Unis d'Amérique, au XIX<sup>ème</sup> siècle, par les colons paysans des Etats du centre. Le gazon était alors le matériau le plus directement accessible, à portée de main, pour les foyers ruraux à très bas revenus qui ne pouvaient utiliser les autres matériaux modernes, coûteux et par ailleurs mal distribués par un réseau ferroviaire ignorant encore de nombreuses régions isolées ou enclavées. Pour autant, cette culture constructive du gazon a été parfaitement maîtrisée par l'expérience acquise comme en témoignent de superbes manoirs édifiés dans le Comté de Custer, au Nebraska, à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Un autre ouvrage, de Roger L. Welsch<sup>347</sup> fournit également une documentation historique, ethnologique et architecturale de toute première importance sur ces *soddies* du Nebraska, valorisant leurs qualités climatiques, décrivant très précisément le mode de production des blocs de *sod* à l'aide d'une araire à lame spécialement conçue pour à la fois tailler les blocs dans les prés herbeux et les relever, araire dénommée *grasshooper* (ou sauterelle), décrivant aussi très précisément toutes les étapes d'implantation, de construction et de finition de ces *soddies*. L'article fait également le point sur l'utilisation de ce procédé de construction en Australie (Lewis, 1977) et en Nouvelle Zélande (Allen, 1990) qui aurait été développé aux époques primitives de la colonisation européenne, aucune évidence de leur emploi ne pouvant être attesté sur les traces d'habitat indigène des Aborigènes et des Maoris, et introduit bien avant qu'aux Etats-Unis, soit au début du XVIII<sup>ème</sup> siècle. En deuxième partie, l'article évoque des variantes de matériaux en terre découpée, repérées dans différentes traditions vernaculaires, en Afrique, tel le bloc de latérite indurée (Burkina Faso, Nigeria), en Amérique latine, tel le *tepetate* ou le *caliche*, au Mexique, au Nicaragua, au Salvador ou au Honduras, au Chili, tous matériaux découpés dans des sols de nature volcano-sédimentaire ou tuf volcanique ; ou encore en Inde dans la région de Gao. L'article s'attache ensuite à remettre en perspective le renouveau de cette culture constructive dans le contexte de production d'une architecture écologique, en décrivant les réalisations de l'architecte Cecilia Alderton que l'on a documentées en Uruguay, tentative de réactualisation de la grande tradition des *ranchos* ruraux constituant une part importante de l'identité historique et culturelle moderne d'une population d'immigrants d'origine européenne formant le *melting pot* uruguayen. Cette recherche aura également donné l'occasion de faire le point sur l'ensemble de la lexicologie internationale des termes français, anglais et espagnol<sup>348</sup> qui désignent ce matériau, la motte de gazon, et ses nombreuses variantes, ainsi que pour les autres procédés de construction en

<sup>345</sup> Walker et McGregor 1996 : WALKER, B., MCGREGOR, Ch. – *Earth structures and construction in Scotland*, Technical Advice Notes n° 6, ed. Historic Scotland, Edimbourg, 1996, 128 p.; et Walker et al. 1994: WALKER, B., MCGREGOR, Ch., STARK, G. – *Earth building in Scotland and Ireland*, in actes de la Conférence internationale *Out of Earth*, Université de Plymouth, U.K., 1994, pp. 26-36.

<sup>346</sup> Ce médecin, photographe amateur, a réalisé un fantastique travail de repérage et d'inventaire photographique, entre 1886 et 1892, couvrant la vie et l'habitat en gazon des pionniers mormons du Nebraska. On lui doit une collection de 1500 clichés qui furent sauvés d'un incendie ayant ravagé son bureau. Il s'agit d'un véritable fonds d'étude ethnologique.

<sup>347</sup> Welsch 1968 : WELSCH, R.L. – *Sod walls. The story of the Nebraska Sod House*, ed. Purcells Inc., Broken Bow, Nebraska, Etats-Unis, 1968.

<sup>348</sup> Si le français restitue une terminologie très limitée, celle de gazon, il n'en est pas de même pour l'anglais où l'on voit cohabiter des termes comme *sod*, *turf* ou *turves* (plur.), *sward*, *flag*, *flaw*, *feal*, *fale*, *fail*, *pones*, *divot*, avec tout un outillage spécifique pour l'extraction des blocs tel que les *flaughter spades* ou les *breast ploughs*, alors que l'américain a plus généralement adopté le terme *sod* qui donnait *soddy* et *soddies* (plur.) pour désigner la maison en gazon. L'espagnol adopte le terme générique de *gasón*, alors que les sud américains emploient les vocables *torta*, *terrón* ou *terrones* (plur) et désignent les habitats précaires construits en gazon par le mot de *ranchito*.

blocs découpés qui ont été considérés dans une acceptation élargie de cette culture constructive comme l'une des plus intéressantes alors que se manifeste une demande sociale de plus en plus forte pour les matériaux de construction naturels, dans la perspective de l'écoconstruction.

*Conclusion : Quel avenir pour la construction en gazon ?*

Notre article sur la construction en bloc de terre découpée, avec un accent donné au procédé des mottes de gazon, entendait faire le point sur une culture constructive qui n'avait jusqu'alors que très peu retenu l'attention des chercheurs et l'intérêt de professionnels. Le propos développait une double approche avec un regard historique et culturel, d'une part, et une mise en perspective technique et architecturale, d'autre part. Concernant l'aspect historique et culturel, il est clairement apparu que la construction en blocs de terre découpés remonte à des temps très anciens. Si ce procédé de construction a été notamment associé à l'édification d'ouvrages militaires tels que fossés consolidés, remparts, murs ou digues dont les exemples du Mur d'Hadrien (143 ap. J-C.) et de la maison-forte de Solvig (XIV<sup>ème</sup> s.) témoignent, et dont de nombreux autres exemples ne peuvent plus témoigner (ouvrages liés par exemple à l'édification des premiers châteaux à mottes à partir de la fin du X<sup>ème</sup> s.), il a été bien davantage employé pour la construction des habitats. Il est bien sûr aujourd'hui extrêmement difficile, voire souvent impossible, sur le terrain des fouilles archéologiques et historiques, même face à l'évidence de structures à poteaux de bois, d'identifier les matériaux et les techniques de construction en terre qui ont été employés pour le hourdage des parois dressées entre ces poteaux. Cela vaut notamment pour établir une claire distinction entre un torchis – dont l'évidence peut être implicitement induite par des empreintes du maillage de petits bois dans des fragments pétrifiés ou indurés de parois, par exemple - et des mottes de gazon que le temps a complètement désagrégé. Les évidences d'emploi de mottes de gazon pour la maison forte de Solvig ou pour d'autres sites fameux comme Hound Tor ou Lydford (Devon) restent rares. Et pourtant, ce procédé de construction en mottes de gazon a été très employé depuis l'Antiquité, durant le Moyen Age et jusqu'à une époque récente pour l'habitat rural, et sans doute pour une large typologie d'édifices militaires et civils. Il y a donc lieu de s'interroger plus avant sur les modes d'analyse de l'évidence d'emploi de ce matériau au cours de l'histoire. Une autre dimension historique a été relevée qui concerne le transfert de cette culture constructive des mottes gazonnées depuis l'Europe vers les Amériques et l'Australie, à partir du XVIII<sup>ème</sup> siècle avec les grands mouvements d'émigration et de colonisation de nouveaux territoires. L'emploi de quelques pièces de bois et des mottes gazon permet de dresser assez vite un abri prenant place sur les terres que l'on entend défricher et mettre en valeur. Cette pratique, avec l'exemple des colons des grandes plaines d'Amérique du Nord (Nebraska), de la région de Victoria en Australie comme des territoires de la Pampa d'Uruguay et sans doute d'Argentine, s'impose comme « la » culture constructive de ceux que l'on a appelé les « pionniers » ou les « colons ». L'étude scientifique de la collection de clichés remarquables de Solomon Devoe Butcher, comme du fonds des « histoires de pionniers », au-delà du travail réalisé par Roger L. Welsch (1968), devrait être en mesure de fournir bien d'autres éléments de connaissance sur la production des matériaux, sur la technique de construction, les systèmes constructifs et leurs performances structurales, la typologie architecturale. Il apparaît notamment très clairement que, même si la plupart des habitats de ces familles paysannes peu aisées ont été modestes, certains ont atteint des degrés d'élaboration très étonnant (maison Gordon Haumont dans le Comté de Custer, p.e. tel que le montre l'un des clichés de Butcher). Par ailleurs, la recherche technique et architecturale actuelle bute sur un manque de données concernant les traditions constructives vernaculaires -

anciennes et plus récentes - des régions d'Europe centrale et septentrionale, des territoires d'Asie centrale, qui ont valorisé l'utilisation des mottes de gazon. De telles recherches mériteraient d'être davantage soutenues. Ce sont là autant d'éléments utiles à une revalorisation de la technique, à la fois dans une perspective historique et culturelle, et dans une dimension technique prospective. Quel peut être alors l'avenir pour la construction en mottes de gazon découpées sur la base de la reconnaissance d'un véritable « art de bâtir » à part entière qui n'a somme toute régressé et disparu que très récemment et que l'on tente aujourd'hui de réactualiser en récréant de nouvelles expressions architecturales de bien meilleure qualité qui relèguent en désuétude les formes précaires de la plupart des *soddies* du Nebraska ou des *ranchos* d'Uruguay ?

Concernant justement cette dimension prospective que l'on peut établir sur ces pratiques de réactualisation récente, plusieurs niveaux de questionnement sont révélés. Dans le domaine de la conservation du patrimoine, des actions de valorisation du type de celles qui ont été réalisées par le Musée de Kingussie, dans les Highlands d'Ecosse, devraient être davantage encouragées. La « restitution » d'édifices anciens, à des fins d'analyse historique, d'étude technique, comme de valorisation culturelle, même de nature folkloriste, offre des voies de travail des plus intéressantes. Elle confirme aussi le constat de la grande difficulté à retrouver le savoir-faire utile pour de telles restitutions comme d'ailleurs pour une construction réactualisée car s'impose à nouveau l'expérimentation pour la reconstitution de l'expérience. Néanmoins, une analyse technique et économique plus poussée s'impose d'autant qu'une demande sociale et de nouvelles perspectives de marché semblent être en mesure d'émerger en application du nouveau paradigme de développement durable.

### **3.2.2. - Construction en terre**

Au cours de notre parcours de recherche au sein du laboratoire CRATerre, nous avons aussi contribué à élaborer les références scientifiques et techniques utiles pour les opérateurs de la conception architecturale - architectes et ingénieurs - ou de la mise en œuvre - entrepreneurs et artisans - confrontés à la réalisation de projets et de chantiers. Ces contributions ont pris la forme d'aides à la conception architecturale, de guides techniques de construction en terre ou de cahiers de recommandations et de spécifications techniques dont la production a été principalement associée au développement de programmes pilotes soutenant la relance de la construction en terre dans des contextes expérimentaux, soit sur le territoire national, soit dans le cadre de programme de coopération bilatérale. Nous présentons par après les productions les plus représentatives qui jalonnent ce parcours qui a été engagé pour combler un important déficit de références et d'outils théoriques et pratiques à même de soutenir le développement d'un art renouvelé de bâtir en terre.

#### **1982 : Recommandations pour la conception du Village terre de l'Isle d'Abeau**<sup>349</sup>

Lorsqu'en fin de l'année 1981, dans la foulée de la présentation de l'exposition *Des architectures de terre* au Centre Georges Pompidou, les conditions de programmation pour la réalisation d'une opération démonstrative de construction de logements en terre sont réunies dans la région Rhône-Alpes - deux maîtres d'ouvrage publics, l'Etablissement Public

---

<sup>349</sup> AGRA-UPAG, CRATerre, Doat et al. 1982, op. cit.

d'Aménagement de la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau (EPIDA), l'Office Public d'Aménagement et de Construction de l'Isère (OPAC-38) et le Secrétariat Permanent du Plan Construction, organe d'Etat soutenant l'expérimentation innovante dans le domaine de la production du logement social ayant validé l'idée de lancer un concours national pour la réalisation d'un Quartier en terre de 65 logements - CRA Terre est sollicité pour être associé en amont à cette phase de programmation et de préparation du concours qui exigera une information technique préalable des maîtres d'œuvre qui seront sélectionnés sur l'appel à participation, puis pour le suivi technique de l'opération, sur le chantier. Aucun document technique n'existe alors en France - à l'exception d'éléments qui ont été publiés en 1979 avec *Construire en terre* - qui pourrait être utilisé par les opérateurs, les seuls textes de valeur normative qui avait été publiés au répertoire des éléments de construction (REEF) à la fin des années 1940 ayant été retirés. Il faut donc produire un tel document technique de référence. L'objectif que CRA Terre se donne alors est d'apporter des éléments de réponse à deux préoccupations principales des architectes et des entreprises :

- définir les principales filières terre et leurs conditions d'exploitation dans le cadre du projet du quartier en terre de l'Isle d'Abeau : blocs comprimés, adobe, pisé, béton de terre armé, briques de terre étirées et terre-paille ;
- définir les conditions de conception d'une architecture en terre.

Pour autant, il est clair qu'il ne s'agit pas de proposer un livre de « recettes » ni un « code de bonne pratique » car d'une part, le projet du quartier en terre sera réalisé dans un contexte particulier, unique, dans des conditions de caractère expérimental et exceptionnel, et d'autre part parce que CRA Terre n'est pas habilité pour produire un quelconque document pouvant prendre un caractère normatif, seul le Centre Scientifique et technique du Bâtiment (C.S.T.B.) et la réunion d'un comité et de commissions techniques *ad hoc*, selon une procédure appropriée, étant en mesure de le faire. Ainsi, l'exploitation du document qui sera produit sera réservée aux seuls opérateurs du projet du quartier en terre de l'Isle d'Abeau et à ce seul contexte d'opération.

Pour réaliser ce document de recommandations pour la conception des bâtiments du quartier en terre de l'Isle d'Abeau, l'équipe se fonde sur *Construire en terre* qu'elle a publié en 1979, sur *Archi de terre* édité la même année par les éditions Parenthèses, et sur une sélection de livres et documents techniques publiés aux Etats-Unis où la construction en terre, bien qu'essentiellement en adobe, est alors une pratique courante et ayant fait l'objet de textes techniques faisant référence auprès des architectes et constructeurs, ou ayant valeur normative par leur intégration au catalogue des *Uniform Building Codes* des Comtés des états du Sud-ouest (Nouveau Mexique, Arizona, Californie). A cela s'ajoute l'expérience de constructeur en terre qui a été récemment développée par deux des membres de l'équipe, Hugo Houben et Dirk Belmans, sur un projet réalisé en Algérie, celui de Mostefa Ben Brahim (Sidi Bel Abbès).

Le document qui sera remis au Secrétariat Permanent du Plan Construction est structuré en cinq chapitres que l'on présente brièvement :

#### *Chapitre 1 : Filières terre :*

La terre :

- Description de la structure pédologique de la matière (horizons du sol de surface) et de sa composition physique granulaire : texture d'une terre locale à pisé comparée à celle des

agrégats et des liants courants, produits de concassage, sable, ciment Portland et chaux aérienne éteinte.

Construire en terre :

- Classification des différents modes de production, à partir :
  - o des différents états hydriques de la matière terre : liquide, plastique, humide, sec ;
  - o des différents modes de mises en œuvre : couler, pétrir, extruder, étaler, empiler, modeler, compacter, compresser, couper, remplir, recouvrir, creuser ;
  - o des différents matériaux de construction qui endérivent : terre banchée coulée, briques découpées, briques moulées mécaniquement, briques moulées dans des formes, briques moulées à la main, briques extrudées, torchis, bauge entre clayonnages, bauge banchée entre poteaux, bauge en murs épais, façonnage direct, pisé, blocs compactés, blocs comprimés, blocs découpés, mottes de gazon ou tourbe, briques entre colombage, terre sèche en remplissage d'enveloppe, terre en recouvrement de structure, terre creusée ;
  - o des différents systèmes de construction : en maçonnerie de petits éléments bâtis au mortier, en murs massifs et monolithiques ;
  - o des différentes fonctions structurelles : en structure portante, en structure autoportante.

Les filières :

- Chacune des filières terre retenues pour son emploi sur le projet du quartier en terre - blocs comprimés, adobe, pisé, béton de terre armé, briques étirées et terre-paille - fait l'objet d'une fiche descriptive avec des éléments de référence historique, d'une description sommaire des modes de production (équipement et outillage), des performances de production, des principales qualités et caractéristiques typiques des matériaux produits.

*Chapitre 2 : Eléments de production :*

La terre en général : plusieurs aspects sont pris en compte :

- Le schéma général de production en faisant succéder l'approvisionnement, le stockage de la terre brute, la préparation, le stockage de la terre tamisée ou pulvérisée, la production, le premier séchage et stockage, le stockage définitif, et le chantier. Ces phases sont mise en relation avec l'utilisation de l'eau, différentes opérations de production qui les accompagnent pour produire les matériaux de construction ou les mortiers, puis les opérations de stabilisation et de tests et contrôle de qualité.
- L'estimation du prix de revient qui est ici rapportée au type d'équipement de production et d'organisation de la production de l'entreprise, au rendement, en donnant quelques indicateurs de calcul de ce prix, des données issues d'expériences antérieures et d'un recoupement avec d'autres données.
- Les questions que l'on se pose du point de vue de la production sur le type de matériel et outillage à mobiliser, où le trouver, à quel prix et pour quelle efficacité, sur la constitution des équipes de production, les temps d'exécution, les coûts, les exigences particulières relatives au matériau pour la planification de la production, les précautions spéciales à prendre sur le chantier.
- Les réponses à ces questions sont renvoyées à une littérature spécialisée dont la liste est proposée.

- Quand enduire ? A cet égard, plusieurs précautions à prendre et recommandations à considérer sont énoncées : question du tassement des murs, de la migration d'eau et des vapeurs dans les parois de terre, en illustrant le propos pour les cas des supports de murs à enduire en pisé, en maçonnerie de blocs ou briques, en terre-paille.
- La protection contre la pluie durant le chantier : 10 commandements sont énoncés pour garantir cette protection.
- Le planning en regard des saisons étant donné qu'il est peu recommandé de construire en terre en période très froide (risque de gel) et en saison très pluvieuse.

Blocs compressés, adobe, pisé et autres produits :

- Pour chacune de ces filières produisant ces matériaux, le document décrit les unités (briqueterie, unités semi industrielles ou industrielles) ou les modes de production (compactage) en précisant le schéma de production spécifique venant compléter le schéma de production général précédemment présenté au chapitre 1, les équipements et outillages nécessaires, des données relatives au planning d'organisation de la production et de la construction avec les modes d'organisation des chantiers (postes de travail, équipes et main d'œuvre) selon ces différentes filières exploitées et les matériaux utilisés. Des données sur les temps de production et d'exécution sont fournies, notamment pour le pisé et pour différentes étapes et modes de mise en œuvre : l'exécution de la banchée seule, du gros œuvre d'une maison banchée incluant toutes tâches (soubassements, baies, chaînages, planchers, charpente et toiture), de la maison banchée et préparation de la terre, de la maison banchée et préparation et extraction de la terre. Ces données sont fondées sur une dizaine de chantiers de référence et prennent aussi en compte les conditions de réalisation, très bonnes, bonnes, mauvaises ou très mauvaises. Les aspects économiques sont également traités au regard des rendements de production et des temps d'exécution, des coûts de main d'œuvre en vigueur, et une analyse comparée des coûts entre le pisé et le béton est également présentée.

*Chapitre 3 : Spécifications techniques :*

Composants :

- Sont pris en compte la matière terre, l'eau, les stabilisants (ciment, chaux, bitume, autres produits), les adjuvants et les caractéristiques qui leurs sont rapportées : la granularité, la plasticité, la compactibilité et la composition chimique de la terre, la qualité de l'eau (pH), les prescriptions de qualité des stabilisants.

Blocs compressés, adobe, pisé et autres produits :

- Sont précisés pour chacun de ces matériaux et produits, les critères de convenance des terres (granularité, plasticité, compactibilité), leurs caractéristiques physiques (aspect, dimensions, bons états de finition et défauts, leurs performances dans la mesure où elles sont connues (rareté des essais de contrôle de qualité). Pour le pisé, précision est donnée sur les modes de mise en oeuvre des banchées, les joints verticaux ou biais, et horizontaux, les dispositions spéciales pour le traitement des angles de murs lorsqu'ils sont renforcés par des chaînes d'angle en briques cuites, au mortier de chaux ou en béton, en référence aux traditions régionales.

Chemins et aires :

- Sont précisés les critères de convenance des terres pour ce type d'œuvre en référence aux travaux d'infrastructures viaires (géotechnique), les modes préparatoires (nivellement de

l'assiette, compactage), la stabilisation des matériaux au liants classiques, ciment ou chaux, la mise en œuvre des mélanges avec les différentes étapes ( aire d'essai, conditions atmosphériques, confection et transport du mélange, mise en forme, compactage, joints, finition, protection), les contrôles réalisés en cours d'exécution et les critères de réception des ouvrages.

Analyses, essais, contrôles :

- Le document distingue et décrit les analyses d'identification des matériaux de base, les essais de mise au point des matériaux de construction, les analyses de contrôle durant la production, les essais d'acceptation pour vérification de la conformité du produit final. Il renvoie aux procédures normalisées des laboratoires et à l'interprétation des spécialistes.

*Chapitre 4 : Caractéristiques :*

Caractéristiques :

- Sont principalement fournies les caractéristiques physiques des matériaux, soit pour les blocs comprimés, les adobes, le pisé, le béton de terre armé, les briques étirées et la terre-paille. Les données concernant ces caractéristiques résultent de différentes recherches menées dans le monde qui ont permis de rassembler une littérature d'origine étrangère ayant valeur de recommandations ou de normes (principalement aux Etats-Unis pour l'adobe) et auprès de laboratoires de pays étrangers qui ont œuvré en faveur du développement de la filière bloc de terre comprimée (Maroc, autres pays d'Afrique), ou pour une relance de la construction en terre-paille (Allemagne). Pour les autres matériaux et produits, les sources sont d'origine industrielle ou proviennent d'organismes d'ingénierie ou de bureaux d'études et de contrôle technique. Les caractéristiques sont rapportées à quatre classe de qualité, A, B, C et D. relatives aux résultats obtenus. Les principales caractéristiques physiques retenues sont :
  - La stabilité des matériaux, avec : la résistance en compression à sec et humide, la résistance à la traction à sec, la résistance à la flexion, au cisaillement, le coefficient de Poisson (contraction de la matière perpendiculairement à l'effort appliqué), le module de Young (élasticité), la masse volumique apparente (densité), le gonflement et le retrait au séchage.
  - La stabilité des murs en terre, avec : la résistance à l'impact d'un corps mou (hauteur de chute d'un sac de sable de 27 kg), la résistance à l'écrasement en charge excentrique verticale (avec coefficient de réduction selon le rapport d'élancement de 7 à 8 pour un mur de 30 cm d'épaisseur), la résistance à la flexion (en pression horizontale uniforme du vent), la résistance à une poussée horizontale localisée (sous pression d'un disque de 2,5 cm de Ø), le coefficient de dilatation thermique.
  - L'étanchéité, avec : la perméabilité, l'absorption d'eau par la face à enduire, l'absorption totale, la susceptibilité à la gélivité, la susceptibilité aux efflorescences (sels), la durabilité sous exposition aux intempéries.
  - Le confort thermique, avec : la chaleur spécifique, le coefficient de conduction, le coefficient d'amortissement, le coefficient de décalage horaire (déphasage de restitution pour un mur de 40 cm).
  - Le confort acoustique, avec : le coefficient d'affaiblissement acoustique pour un mur de 40 cm et un mur de 20 cm d'épaisseur.
  - La sécurité au feu, avec : la résistance au feu, l'inflammabilité, la vitesse de propagation des flammes.

- Autres caractéristiques diverses : la compatibilité avec des enduits adaptés (accrochage sans moyen mécanique), l'uniformité des dimensions finies pour les matériaux et produits.

#### Aspects thermiques :

- Les recommandations portent sur plusieurs aspects thermiques :
  - o d'une part *les caractéristiques hygrothermiques*, avec :
    - la conductivité en humidité d'équilibre moyenne sous nos climats (4% en volume ; 2,5% en poids) dont la valeur peut considérablement diminuer à l'état sec du matériau (réduction jusqu'à 40%) ou augmenter (jusqu'à 60%) pour un matériau qui atteindrait un taux volumique de 12%. Ces variations étant tributaires des températures et de l'humidité relative ambiante et pouvant s'étaler entre 1,5% en été et 7% en hiver.
    - le stockage thermique, qui peut être augmenté par une forte capacité calorifique des matériaux, une forte conductivité et selon leur absorption / résorption d'humidité.
    - l'isolation qui peut être augmentée par une faible conductivité, une faible absorption d'eau externe et par la migration et condensation d'humidité interne
  - o d'autre part l'isolation des murs externes qui oblige à traiter simultanément deux problèmes : l'isolation thermique du mur externe, le contrôle de l'accumulation d'eau dans le mur. Le document restitue des coupes types de murs et les courbes de  $t^{\circ}$  externe et interne, de pression de vapeur réelle dont les diagrammes superposés peuvent montrer des risques de saturation et d'accumulation d'humidité dans les murs. Ces données sont fournies pour trois cas type de murs :
    - murs sans isolation ;
    - murs à isolation interne ;
    - murs à isolation externe.

#### Chapitre 5 : *Eléments de construction* :

##### L'eau :

- Sont énoncés les principes généraux de protection des structures construites en terre contre l'eau. Les paramètres conditionnant la présence de l'eau dans l'environnement ou à proximité des ouvrages sont précisés ainsi que les formes d'eau et d'humidité reconnaissables. Cet énoncé rappelle le bon sens d'un dicton populaire du Devon à propos des habitats construits en *cob* (bauge) : « *Tout ce dont une maison en bauge a besoin c'est d'un bon chapeau et de bonnes bottes* », soit d'une bonne toiture et d'un bon soubassement.
- Puis sont décrites l'ensemble des dispositions constructives qu'il convient d'adopter pour concevoir des ouvrages en terre crue de bonne qualité constructive, structurale et architecturale. Cette description présente sur près de 70 pages contenant moult croquis et textes d'explications l'ensemble de ces dispositions constructives : les fondations, les murs, les baies et saillies, les chaînages, les pavements, les planchers, les équipements en réseaux d'eau, d'électricité et mobilier des pièces humides, les solutions de protection de surface par badigeons, peintures et enduits, les principes et solutions de toitures.



*Annexes :*

- Trois annexes sont proposées qui couvrent les aspects suivants :
  - o Les aspects juridiques : responsabilité des opérateurs, maîtres d'ouvrage, architectes et entreprises relativement à la situation actuelle de reconnaissance ou non reconnaissance de la construction en terre dans le cadre normatif. La possibilité d'appeler à la notion de technique traditionnelle et à la qualification maçonnerie telle qu'elle est alors définie, ou à la notion de « technique non courante » agréée par un réseau d'entreprises, le GABAT, et un contrat type d'assurance fixant les termes des obligations réciproques de trois parties : l'assureur, le fabricant et le maître d'œuvre agréé.
  - o Un glossaire régional du pisé qui est proposé par une association d'architectes travaillant dans l'Ain en lien avec le Conseil d'Architecture d'Urbanisme et d'Environnement (CAUE) de ce département, le *Groupe Pisé*<sup>350</sup>.
  - o Adresses importantes.

***Conclusion : les apports à la constitution d'une base scientifique et technique sur la construction en terre, et à une approche théorique :***

La réalisation du document *Recommandations pour la conception des bâtiments du Quartier en terre de l'Isle d'Abeau* aura marqué une étape importante pour la constitution d'une base scientifique et technique destinée aux opérateurs du bâtiment, maîtres d'ouvrage, maîtres d'œuvre et entrepreneurs qui ne disposaient jusqu'alors d'aucune référence en la matière à l'exception des éléments fournis par *Construire en terre*, livre manifeste du CRATerre, édité en 1979 et de quelques autres éléments épars, dans la littérature internationale allemande ou américaine identifiée par quelques rares intéressés et peu accessible. Au-delà de sa dimension scientifique et technique explicite couvrant l'étude du matériau terre, ses propriétés et ses caractéristiques, proposant des recommandations de conception constructive et architecturale, ce document pose aussi les grands fondements implicites d'une approche théorique fondée sur l'observation du comportement des ouvrages en terre dans leurs environnements de réalisation, et sur l'expérience des bâtisseurs en terre. Cette observation traduit l'évidence d'un véritable savoir, de savoir-faire constitutifs d'un « art de bâtir » propre, et donc d'une culture constructive très élaborée que l'on peut appréhender comme telle et spécifique. De cela on peut faire ressortir un ensemble de référents qui fondent une idée théorique de la construction en terre, de sa faisabilité technologique et de ses qualités constructives et architecturales indéniables. Ces référents associent étroitement la matière terre, ses propriétés et ses caractéristiques propres aux capacités des bâtisseurs à s'en saisir, et aux situations (environnements physique, technologique, économique, social et culturel), à les épanouir au-delà d'un long cheminement d'expérimentation et de développement d'une « intelligence constructive et architecturale ». Celle-ci se décline en pratiques de conception et de mise en œuvre valorisant de façon exceptionnelle le potentiel de cette matière terre accessible, à portée de main, et ayant accompagné l'acte humain de construire depuis des millénaires. Ces référents théoriques ne sauraient être résumés au dicton du Devon que l'on a rappelé et qui semble réduire l'intelligence constructive et architecturale des bâtisseurs en terre au contrôle du rapport à

---

<sup>350</sup> C'est avec ce *Groupe Pisé* de l'Ain que CRATerre avait préalablement réalisée une étude sur les architectures de terre dans la région Rhône-Alpes (étude réalisée en 1982 et ouvrage publié aux éditions S.M.E. Résonances, à Lyon, en 1983, op.cit.) et que j'avais pilotée.

l'environnement physique, et notamment au rapport avec l'eau dont il faut se protéger. Car ce rapport avec l'eau est beaucoup plus complexe que l'on ne saurait être enclin à le penser dès lors que sa présence dans l'épaisseur même du matériau, sous forme d'humidité, de vapeur, est un régulateur des conditions de confort des ouvrages, dès lors que l'eau, à l'échelle physico-chimique, structurale et macromoléculaire de la matière, est garante de la cohésion et de stabilité même des ouvrages comme le montrent les plus récentes recherches fondamentales sur la matière en grain et sur la propriété de cohésion de la terre. Les savoirs et savoir-faire des bâtisseurs, qui résultent de l'expérimentation accumulée et de l'expérience acquise au cours de l'histoire, gardent encore une part de connaissance intuitive, mal expliquée, voire non expliquée, et la science est en passe de résoudre cette part de mystère, de démontrer peut être que l'eau n'est pas un ennemi de la construction en terre mais peut-être, plutôt, son amie indéfectible.

Les *Recommandations pour la conception des bâtiments du quartier en terre de l'Isle d'Abeau* n'intégraient certes pas ces données récentes issues de la recherche scientifique fondamentale et s'en tenaient à la restitution de l'observation du comportement des ouvrages en terre et de l'expérience des bâtisseurs. Les bases théoriques alors fournies qui en découlaient, consistant en un établissement des connaissances sur le matériau terre et son emploi en construction, s'appuyaient sur des fondements scientifiques et techniques qui n'étaient que partiellement consignés dans la littérature, éparpillés, et qui étaient rassemblés, ordonnés, pour la première fois. Il convient pourtant de dire ici, que ce document reste encore à ce jour, en France, le seul qui serve de référence aux opérateurs du bâtiment, avec *Construire en terre* qui l'a précédé, en 1979, avec d'autres documents qui ont été publiés par suite et qui bénéficiaient directement de la réflexion apportée à son élaboration, en 1982. On pense ici au *Earth Construction Primer* publié dans les actes de la Conférence Internationale sur les technologies de construction en terre pour les pays en développement de Bruxelles, en décembre 1984, qui préfigurait le *Traité de Construction en terre*<sup>351</sup>, publié aux éditions Parenthèses, en 1989.

**1983-1987 : Aide à la conception architecturale en terre : Marrakech 1983 : de nouvelles avancées dans la théorisation de la construction en terre.**<sup>352</sup>

En 1983, dans la trajectoire dynamique instruite par les développements du projet du *Domaine de la Terre* de l'Isle d'Abeau, est lancé un programme de coopération avec le Maroc. Celui-ci vise à répliquer la réalisation d'un projet similaire de valorisation contemporaine des architectures de terre dans le pays. Ce programme prend place dans le cadre d'une action de Recherche expérimentale en coopération, REXCOOP, programme du Ministère français des Relations Extérieures. Une fois identifié le maître d'ouvrage marocain, motivé par le programme, soit l'Etablissement Régional d'Aménagement et de Construction (ERAC) de la région du Tensift (Marrakech), le même principe de concours avec appel d'offres lancé en direction d'architectes marocains est adopté à la différence près que des équipes françaises d'architectes ayant participé au projet du *Domaine de la Terre* devront leur être associés faisant valoir leur nouvelle expérience<sup>353</sup>. La réalisation de 60 logements est

<sup>351</sup> Houben et Guillaud, 1984 et 1989, op. cit.

<sup>352</sup> CRATerre et GAITerre, Doat et al. 1983, op. cit.

<sup>353</sup> Dès lors que les équipes d'architectes marocains et français seront constituées, une visite officielle du chantier du *Domaine de la Terre*, avec le maître d'ouvrage marocain, sera organisée et un séminaire d'information des opérateurs, sur la base de l'expérience du projet de l'Isle d'Abeau, sera réalisé. CRATerre est alors mandaté pour assurer le suivi scientifique et technique de ce programme de coopération pour le compte du programme REXCOOP. Ayant assuré le suivi du chantier du

prévue qui sera entreprise en trois lots de vingt unités sises à Marrakech dans les quartiers de Hay al Massira et de Koutoubia, et en périphérie rurale, sur la commune de Aït Ourir. Les filières terre qui seront mise en œuvre sont le pisé et bloc de terre comprimée, soit une filière traditionnelle et une filière plus actuelle mais qui ont toutes deux connu des développements expérimentaux antérieurs dans le pays (opérations BTS 62 et BTS 67 précédemment évoquées). Pour répondre aux conditions du programme REXCOOP, les projets élaborés et réalisés devront présenter un caractère expérimental et répondre à trois principaux thèmes de recherche et d'expérimentation :

- toitures et planchers : portée courtes et libération des espaces, protection des toitures et durabilité ;
- protection de surface : protection architecturale adaptée au matériau terre, qualité des enduits, badigeons et peintures ;
- accessibilité, faisabilité technique et économique : production d'un habitat au moindre coût, souci d'économie dans les choix techniques et architecturaux, simplicité des systèmes constructifs et des modes de mise en œuvre, suivi analytique du chantier (rendements, dépenses).

C'est dans le cadre de ce programme que prend place une mission de suivi scientifique et technique confiée au CRATerre par le programme REXCOOP, mission qui associera au Maroc une association locale de jeunes architectes oeuvrant en faveur d'un renouveau des architectures de terre au Maroc, le Groupement des Architectes et Ingénieurs Terre (GAITerre). Le programme est initié par l'engagement d'une étude au Maroc<sup>354</sup> visant à produire un document d'information scientifique et technique destiné au maître d'ouvrage, aux architectes, aux bureaux d'études et aux entrepreneurs locaux. Au-delà de la première expérience des recommandations pour la conception des bâtiments du quartier en terre de l'Isle d'Abeau, cette nouvelle étude offre l'occasion de franchir une nouvelle étape dans la réflexion scientifique et théorique.

Le document que l'on propose, intitulé *Marrakech 83, Habitat en terre ; aide à la conception architecturale* édicte un ensemble de règles essentielles de l'art de bâtir en terre à même de garantir un « savoir concevoir » et un « savoir bâtir ». Ces règles de l'art sont fondées sur l'observation du comportement des ouvrages en terre qui invite à considérer l'importance de trois points névralgiques, soit :

- la base des murs ;
- le haut des murs, et ;
- quelques points faibles très localisés.

A partir de cette évidence, sont décrits les principaux agents de dégradation du matériau terre et des ouvrages en terre. L'importance de l'observation pathologique comme méthode d'approche théorique de ces « *savoir concevoir* » et « *savoir bâtir* », est relevée.

Prenant référence sur le précédent document préparé pour le quartier en terre de l'Isle d'Abeau, ce document conçu pour un nouveau projet en contexte marocain, restitue les données essentielles sur :

---

*Domaine de la Terre* pour le compte de CRATerre et sous contrat avec le Plan construction, je serai mandaté pour réaliser une mission similaire sur le projet marocain, entre 1983 et 1988.

<sup>354</sup> Cette étude sera pilotée par mon confrère Patrice Doat et moi-même, en collaboration avec Hugo Houben.

---

- la connaissance du matériau terre, sa composition, ses propriétés et caractéristiques physiques, les possibilités d'amélioration par stabilisation qui ont déjà été testées dans plusieurs projets, au Maroc même, en rappelant l'exemple de l'opération BTS 67 de logements en pisé de Ouarzazate qui avait été conduite par l'ingénieur Alain Masson et l'architecte Jean Hensens, que l'on plusieurs fois référencée par avant.

La nouvelle approche théorique qui se fait jour dans ce document vise à considérer un changement d'échelle du comportement en évoluant de celle du matériau à celle du bâtiment. Un nouvel attendu théorique est alors formulé :

***Il convient d'adopter des dispositions de protection du bâtiment et non de privilégier la surprotection du matériau.***

Cet attendu propose une autre approche à ce que l'on reconnaît être alors une pratique des plus courantes identifiée comme un « *savoir blinder* » : stabilisation du matériau, carapace d'enduits. Le positionnement théorique prend alors clairement acte de « l'intelligence constructive » des bâtisseurs en terre qui ont su imaginer tout un ensemble de dispositions constructives, concevoir un large éventail d'éléments et systèmes de construction, de détails architecturaux qui jouent ce rôle protecteur et apportent des réponses à la fragilité intrinsèque du matériau terre. Un ensemble de solutions qui, certes, mettent en pratique le dicton du Devon, soit « le bon chapeau et les bonnes bottes », mais avec une intelligence et une amplitude de déclinaisons tout autant technologique que culturelle, des plus étonnantes. Il est simplement rappelé que la culture de construction en terre du Maroc est une des formes les plus abouties de cette intelligence et de cette excellence des bâtisseurs vernaculaires.

Par suite, d'autres justifications techniques et environnementales sont fournies qui analysent plus avant ce que sont les principaux agents de dégradation auxquels sont soumis les ouvrages en terre crue, permettant ainsi d'aller bien au-delà de l'approche antérieure ayant fait état des actions « générales » de l'eau, dans le document réalisé pour le quartier terre de l'Isle d'Abeau. La théorisation prend alors de l'épaisseur en élargissant les seules actions de l'eau, aux actions du vent et aux actions des êtres vivants (hommes et faune variée) sur ce terrain d'humidité ambiante résultant de la présence ou de l'impact de l'eau.

Pour la première fois, dans la littérature technique produite par CRATerre, est alors formulée une nouvelle approche d'observation et d'analyse théorique des pathologies classiques dites d'humidité et de structure en revisitant les trois points névralgiques précédemment énoncés, soit la base, le haut des murs et quelques points particuliers localisés tels que tableaux des ouvertures, angles des murs, saillies, acrotères, gargouilles. Cette approche originale permet de fonder, à partir d'un diagnostic de l'état des bâtiments, les termes d'une méthode de conception constructive dès lors que l'on intègre l'expérience et l'intelligence des bâtisseurs qui anticipaient les risques et garantissaient, par leur « savoir concevoir » et leur « savoir bâtir », un contrôle préventif des pathologies. La méthode proposée est de plus déclinée de façon très visuelle, à la fois graphique (dessins, croquis) et photographique, de façon à faciliter son intégration.

La deuxième partie du document reprend les données sur les principales filières terre qui pourront être exploitées dans le cadre du projet *Marrakech 83*, soit les filières pisé, bloc comprimé, adobe et brique cuite hourdée au mortier de terre, qui sont traditionnellement et récemment les plus couramment utilisées au Maroc. Le document restitue alors des enquêtes

locales qui ont été faites dans le cadre de son élaboration sur les cultures traditionnelles relatives à ces filières, sur des pratiques locales particulièrement intéressantes de protection extérieure et intérieure des murs par des enduits à la chaux aérienne serrée et lissée comme le *taddelakt*, ou à la terre stabilisée à la chaux compactée puis badigeonnée à la même chaux, comme le *dess*, procédés utilisés depuis les grandes époques de Moulay Ismail, constructeur de Meknes, et tombés peu à peu en désuétude au profit de modes de « blindage » au ciment, par exemple. Le projet *Marrakech 83* entend aussi contribuer à réhabiliter ces savoirs et savoir-faire. Sont également fournies les données actualisées sur les évolutions technologiques de ces filières - nouveaux modes de coffrage et de compactage pour le pisé, nouveaux types de presses pour la production des blocs comprimés, nouvelles techniques de moulage extensif des adobes – et des coûts de production et de construction de référence résultant d'enquêtes locales réalisées durant l'étude. En annexe du document, les opérateurs du projet Marrakech 83 disposent :

- d'une sélection d'études de cas de projets réalisés récemment, au Maroc (villas dans la palmeraie) et en France (chantiers en Isère, en Corse, en Provence) ;
- d'un ensemble de tableaux fournissant toutes les caractéristiques physiques du matériau terre ;
- du programme complet du projet, et ;
- d'une bibliographie la plus exhaustive sur la construction et les architectures de terre au Maroc, qui ait été publiée à ce jour ;
- d'une liste d'organisme et de personnalités de référence ;
- d'une liste des prix bâtiment, à jour.

*Bilan de l'opération : une avancée théorique sur la conception des architectures de terre*

En 1987, alors que le projet s'est achevé, nous réalisons un bilan exhaustif publié sous forme d'ouvrage : *Marrakech 87, Habitat en terre*<sup>355</sup>. Il convient ici de faire ressortir un acquis important dans la théorisation de la démarche de conception des architectures de terre. Le projet expérimental a permis de proposer un schéma théorique de bonne conception architecturale mobilisant les ressources du matériau terre. Ce schéma remet en évidence l'intelligence des bâtisseurs marocains traditionnels, la logique qui, de l'expérimentation séculaire à l'expérience renouvelée de l'acte de bâtir en pisé, au fil des âges, conduit à cette articulation des savoirs et des savoir-faire dans le plein épanouissement d'une culture constructive identitaire. Ce schéma montre justement ce que l'on avait précédemment saisi, sans l'avoir encore clairement explicité, avec l'opération du *Domaine de la Terre* de l'Isle d'Abeau. La culture constructive qui résulte de l'emploi d'un matériau fragile par essence même, la terre crue, entre *oikos* et *tecné*, dans le rapport à un environnement physique contraignant (action des agents de dégradation) n'élabore pas uniquement des réponses technologiques, mais bien davantage des réponses architecturales que l'on dira ici « amicales » à l'environnement. Ce sont bien les dispositions à la fois constructives et architecturales, pensées dans une articulation subtile entre matière, matériau, structure, enveloppe, forme et espace, qui garantissent la protection et la durabilité des ouvrages en terre crue. La culture constructive est bien le résultat d'une relation complexe entre le « savoir concevoir » et le « savoir bâtir », le « savoir penser » et le « savoir réaliser » une architecture qui peut alors décliner sur cette relation maîtrisée et intégrée dans l'acte de projeter et de construire, une large diversité culturelle d'expressions architecturales. Pour l'architecture de terre en pisé, au Maroc, cette culture constructive se traduit par la pensée de solutions de

---

<sup>355</sup> CRATerre, Guillaud et al. 1987, op. cit.

protection du matériau et des éléments de construction, de détails architecturaux, pensés globalement et localement à l'échelle du bâtiment et de son rapport à l'environnement. Ainsi sont conçues et réalisées des solutions de protection de la base des ouvrages par des soubassements en pierres ou plus récemment en béton ; des renforts d'angles en leur base (masse et forme d'usure), des formes de pente évacuant l'eau au-delà de la base des murs ; des solutions de protection des murs qui, bien réalisées, permettent de ne pas les enduire : calepinage précis des banchées (alternance régulière des joints verticaux entre les banchées), angles de murs chanfreinés ou arrondis, adoucis, préfigurant et stabilisant l'usure éolienne ; des solutions de protection des ouvertures, portes et fenêtres : tableaux enduits avec des matériaux respirant, chaux ou plâtre, solin de linteau en pente et en saillie ; des solutions de protection du haut des murs et du bâtiment : chapeau débordant couronnant les acrotères réalisés en roseaux et mortier de *dess* (chaux et terre sableuse), maintenu en place par des merlons (poids) qui sont autant de masse d'usure à entretenir, bande d'enduit haute sous le chapeau protégeant contre le risque d'infiltration, gargouilles en large dépassement pour rejeter l'eau au-delà des murs.

Au-delà de la définition d'une méthode de conception architecturale fondée sur le contrôle préventif des pathologies d'humidité et de structure que le projet expérimental réalisé au Maroc a permis d'élaborer plus avant, une autre avancée théorique a été franchie qui permet de repenser la conception des ouvrages en pisé et en maçonnerie de briques ou blocs de terre.

Pour le pisé, à partir du plus petit assemblage du composant de base qu'est la banchée modulaire (2m x 1m x 0,90m), se définit le rapport entre structure, enveloppe (forme) et espace (plan). Ce rapport peut être décliné en trois types :

- *la structure monolithique* : le bâtiment est alors constitué de murs massifs périphériques et de murs de refend continus qui induisent une forme et une enveloppe monolithique ; c'est le mode de conception traditionnel des ouvrages que traduisent les maisons ksouriennes du sud Marocain ou des *Ighremts* et *Tighremts* du Moyen Atlas ;
- *la structure constituée de murs à redans et contreforts* (« U », « L », « T ») qui sont autant d'éléments de construction indépendants et auto stables formant l'enveloppe ; ce type correspond à des réalisations contemporaines ;
- *la structure constituée de murs trumeaux juxtaposés qui forment l'enveloppe* ; ce type correspond aussi à des réalisations contemporaines.

Ces trois types de structures et d'enveloppes en pisé conditionnent trois modes de définition de l'espace :

- la structure et l'enveloppe monolithique *contiennent* l'espace que l'on compose à partir de formes simples contenant le plan ; c'est le travail sur l'enveloppe qui définit l'espace, le plan ;
- la structure et l'enveloppe constituée de murs à redans et contreforts *cernent* l'espace que l'on compose alors en pensant les *frontières* du plan ;
- la structure et l'enveloppe en murs trumeaux juxtaposés fluidifient l'espace que l'on compose alors en travaillant sur les *limites* du plan.

Ces trois types de structures et d'enveloppes en pisé agissent sur le mode de conception et de réalisation des baies dans les murs :

- pour la structure et l'enveloppe monolithique, les baies sont percées dans la masse des murs ;

- pour la structure et l'enveloppe constituée de murs à redans et contreforts, les baies viennent remplir un vide entre deux éléments indépendants et auto-stables ;
- pour la structure et l'enveloppe en murs trumeaux juxtaposés, les baies remplacent un trumeau plein et viennent combler un vide entre deux trumeaux.

Aucune incidence n'existe sur le rapport à la conception des toitures, pour les trois types de structures et d'enveloppes. Elles peuvent être indifféremment en charpentes à fermes, traditionnelles, en voûtes et coupoles, en terrasses.

Pour la maçonnerie en petits éléments, briques moulées ou blocs de terre comprimée, le plus petit assemblage du composant de base donne un poteau (deux briques juxtaposées et en disposition alternée orthogonale entre deux lits de pose successifs). La constitution d'un espace minimum exige l'utilisation de davantage de briques qui permettent alors de décliner quatre types de structures et d'enveloppes :

- la structure et l'enveloppe monolithique qui *contiennent* l'espace ; c'est la conception traditionnelle des ouvrages en maçonnerie de briques ; toutes les cultures constructives de la brique crue ou cuite l'ont adoptée ;
- la structure et l'enveloppe en murs à redans et contreforts - éléments de maçonnerie indépendants et auto stables - qui *cernent* l'espace ; on travaille sur les *frontières* du plan (conception rappelant certains projets de Louis Kahn) ;
- la structure est constituée d'une ossature en béton, acier ou bois remplie de briques de terre ; c'est le travail sur l'enveloppe qui définit l'espace qui est alors tramé (conception rappelant certains projets de Le Corbusier, tels les équipements des toitures terrasses de ses cités radieuses ; si la structure est constituée d'une ossature en poteaux et arcs bâtis en briques de terre (arcatures), c'est aussi le travail sur l'enveloppe qui définit l'espace qui est alors tramé (conception inspirée des bâtisseurs nubiens en Egypte, reprise par les projets de Hassan Fathy). Cette composition existe aussi en d'autres cultures, Iran, Irak, Afghanistan, pays d'Asie centrale.
- la structure est constituée de voiles en maçonnerie indépendants qui permettent une composition fluide de l'espace en travaillant sur les *limites* du plan (conception rappelant des projets de Mies Van der Rohe).

Ces quatre types de structures et d'enveloppes en briques de terre agissent sur le mode de conception et de réalisation des baies dans les murs :

- dans la structure et l'enveloppe monolithiques, les baies sont percées dans la masse des murs ;
- dans la structure et l'enveloppe en murs à redans et contreforts, les baies viennent remplir les vides laissés libres entre les éléments de murs indépendants et auto stables ;
- dans la structure constituée d'une ossature, qu'elle quelle soit, les baies sont soit percées dans la masse des remplissages en briques bâtis entre les poteaux d'ossatures, ou viennent également remplir les vides entre les éléments d'ossature ;
- dans la structure constituée de voiles en maçonnerie indépendants, les baies viennent aussi remplir les vides laissés libres entre les voiles indépendants.

Aucune incidence n'existe par rapport à la conception des toitures pour les quatre types de structures et d'enveloppes en briques de terre. Elles peuvent être indifféremment en charpentes à fermes, traditionnelles, en voûtes et coupoles, en terrasses.

C'est cette précision apportée à la définition du rapport entre matériau, structure, enveloppe et forme, et espace, pour les ouvrages en pisé et les ouvrages en maçonnerie de petits éléments, briques crues moulées ou blocs comprimées, qui a constitué une nouvelle étape de théorisation de la conception des architectures de terre.

***Conclusion : l'ouverture de nouvelles voies de recherche et l'éveil d'une mobilisation sur la conservation des patrimoines architecturaux.***

L'élaboration du document *Marrakech 83, Habitat en terre ; aide à la conception architecturale*, suivie du bilan de l'opération publié en novembre 1987 sous l'intitulé *Marrakech 87, Habitat en terre*, aura véritablement constitué une nouvelle étape de théorisation de la construction en terre et d'une approche totalement reformulée de la conception architecturale en remettant en trajectoire le *continuum* des traditions, de la modernité, tendu vers un positionnement de l'acte de projeter dans la contemporanéité. Ces cinq années de développement du projet marocain auront aussi permis d'autres avancées sur l'établissement de la base des connaissances scientifiques et techniques sur les filières terre et leur faisabilité technique et économique dans un contexte de pays en développement. Cela en analysant un large ensemble de paramètres tels que coûts comparés des filières de production manuelles traditionnelles, semi mécanisées, mécanisées et semi industrielles, sensibilité des coûts des matériaux au rendement de production, aux salaires mensuels de la main d'œuvre, à la distance de transport de la matière brute et des matériaux fabriqués, au taux de stabilisation au ciment, à la fréquence des contrôles qualitatifs. En ce sens, le projet aura permis d'affiner une méthode d'analyse de la faisabilité technique et économique du projet d'architecture de terre qui avait été pensée en amont dans le cadre du projet d'habitat social sur l'île de Mayotte. L'analyse détaillée des coûts de production et de construction qui a été faite au Maroc a confirmé l'attrait économique de la relance de la construction en terre, attrait qui a été clairement relevé dans notre livre bilan de 1987 par les principaux opérateurs du projet, maître d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'étude, direction du contrôle technique de la construction. Ce projet expérimental aura aussi ouvert de nouvelles voies de recherche qui seront développés dans les années suivantes, notamment sur les questions du diagnostic et des méthodes d'intervention sur les patrimoines architecturaux. En effet, l'étude locale qui a été faite pour produire ce document, à partir d'une observation du bâti marocain et d'une analyse de l'expérience des bâtisseurs, des pratiques de construction comme des pratiques d'entretien de ce bâti en terre, aura aussi conduit à une plus grande prise de conscience de la valeur de ces patrimoines et de la culture constructive locale – celle du pisé - en prenant acte des signes évidents d'une tendance déjà bien engagée vers la destruction du patrimoine des *ksour*, *kasbahs*, *agadirs* et autres *douars* - fleurons de l'architecture en terre marocaine ou témoignages d'une grande culture d'habitat populaire en milieu rural et urbain (bourgs et villes moyennes) – par abandon des populations exposées à des formes nouvelles de misère et émigrant vers les gros centres urbains (villes) à la recherche de conditions de vie plus faciles, par négligence d'entretien ou évolution des environnements sociaux, culturels et naturels avec lesquels cet habitat en terre était depuis toujours en résonance « fraternelle ». Ainsi était fondés, au Maroc, les termes prochains d'un investissement et d'un engagement de CRATerre sur la problématique de la conservation et mise en valeur des patrimoines architecturaux en terre qui allait prendre corps au terme de ce programme réalisé au Maroc, soit en 1987, avec la réunion d'experts de Rome s'ouvrant sur la création du « Projet GAIA » de préservation des patrimoines architecturaux en terre (ICCRUM et CRATerre).



**1986-1988 : Les toitures en terre : arcs, voûtes et coupoles**<sup>356</sup>

Dès l'origine de CRAterre, dont certains des membres fondateurs ont réalisé le voyage en Egypte à la rencontre de l'architecte Hassan Fathy et de ses réalisations, dont le célèbre village de New Gourna construit à proximité de Louxor entre 1946 et 1953<sup>357</sup>, la question des systèmes de franchissement et des toitures en terre (arcs, voûtes et coupoles) occupe une position centrale dans les recherches visant à approfondir les connaissances sur les dispositions constructives du projet d'architecture en terre et à mieux maîtriser sa conception et sa réalisation. La problématique qui est posée questionne plus avant la relation de cohérence qui associe les savoirs sur la matière, le matériau, les modes de production et de construction, la structure, l'espace et la forme. Ainsi plusieurs axes de recherche sont induits :

- une recherche scientifique fondamentale sur la matière et le matériau contenue dans l'élaboration des bases scientifiques et techniques ;
- une recherche technologique sur les équipements et outils de production et de construction, sur les savoir-faire ;
- une recherche architecturale sur les cultures constructives traditionnelles générant les architectures de terre en arcs, voûtes et coupoles visant l'établissement d'un corpus typologique et morphologique analysant la relation entre structure, forme, espace et fonction ;
- une recherche sur la faisabilité technique et économique, fondée sur l'analyse de projets traditionnels et récents valorisant cette culture constructive en arcs, voûtes et coupoles ;
- enfin, une recherche pédagogique, liée aux activités d'enseignement ou la pratique constructive en atelier et l'expérimentation sur projets permettent de questionner un large éventail de structures, de formes et d'espaces de cette architecture de terre en arcs, voûtes et coupoles, et d'appréhender par la même occasion la connaissance des structures massives en petits éléments (les briques) travaillant en compression.

La recherche engagée en 1986 sur ce thème *Architecture de terre, arcs, voûtes et coupoles*, dans le cadre du programme pluriannuel de recherche de la Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme et de son Bureau de la Recherche Architecturale, alors que CRAterre vient d'être habilité comme laboratoire de recherche en 1986, est menée en partenariat avec l'Université Scientifique Technologique et Médicale de Grenoble (USTMG) dont l'Institut Dolomieu de Géologie et Minéralogie, l'Institut de Recherche Interdisciplinaire en Géologie et Minéralogie (IRIGM), et l'Institut Universitaire de Technologie (IUT).

- *La recherche scientifique fondamentale sur la matière et le matériau* est destinée à approfondir la connaissance de la matière et du matériau, en cohérence avec l'analyse de caractérisation structurale des matériaux de construction et des systèmes du projet en arcs, voûtes et coupoles (structures travaillant en compression). L'analyse de caractérisation minéralogique et chimique de la matière (terre brute locale) pour définir des critères de sélection de la terre à bâtir, l'analyse structurale des matériaux de construction par des essais d'écrasement et de résistance sur des briques d'adobe, des blocs comprimés, est

---

<sup>356</sup> **CRAterre, Doat et al. 1986 :** DOAT, Patrice, ESTEVE, Josep, GUILLAUD, Hubert, HOUBEN, Hugo, JOFFROY, Thierry, ROLLET, Pascal, DAYRE, Michel (CRAterre-EAG) - *Toitures en terre. Tome 1. Arcs, voûtes et coupoles*, éd. REXCOOP, Paris, 1986, 247 pages.

**CRAterre-EAG, Doat et al. 1987 :** DOAT, Patrice, ESTEVE, Josep, GUILLAUD, Hubert, HOUBEN, Hugo, JOFFROY, Thierry, ROLLET, Pascal, DAYRE, Michel (CRAterre-EAG) - *Architecture de terre. Arcs, voûtes et coupoles*, MELATT/DAU/SRA, éd. CRAterre-EAG, Villefontaine/Grenoble, 1987, 194 p.

<sup>357</sup> Patrice Doat et François Vitoux ont été de ceux là au cours de la deuxième moitié des années 1970.

---

complétée par l'analyse de la résistance structurale de systèmes construits en murs, piliers, arcs et coupoles. Ces recherches sont développées avec les instituts partenaires de l'USTMG.

- *La recherche technologique* vise l'approfondissement de la connaissance des outils et des savoir-faire, traditionnels et actuels, relatifs à la production et à la mise en œuvre des matériaux de construction (briques crues et blocs comprimés) et des éléments de la construction en arcs, voûtes et coupoles. Cette recherche est aussi orientée vers l'amélioration de la fiabilité technologique des matériels et outils de production et de construction, en vue d'optimiser les conditions de réalisation du projet : organisation des briqueteries, organisation et préparation des chantiers, nouvelles techniques de coffrage et de traçage des formes en voûtes et coupoles par l'utilisation de gabarits et piges de guidage de la forme, maîtrise des rendements de production et de construction.
- *La recherche architecturale* adopte une double orientation :
  - d'une part en développant une analyse des patrimoines d'architectures traditionnelles en arcs, voûtes et coupoles existant dans quelques régions choisies du monde, particulièrement représentatives (Egypte, Iran), et une analyse de projets récents réhabilitant ces systèmes constructifs (Mauritanie); cette analyse permet de rassembler des données utiles à l'établissement de corpus typologiques et monographiques régionaux déclinant une large diversité des architectures en arcs, voûtes et coupoles, d'enrichir le vocabulaire architectural et pouvoir ainsi inviter les praticiens à dépasser les limites de connaissances qu'ils manifestent dans ce domaine de référence culturelle.
  - d'autre part en développant une analyse des relations de contraintes multiples qu'entretiennent réciproquement la structure, les formes et les espaces des architectures en arcs, voûtes et coupoles, de façon à mieux raisonner la conception des projets et de leurs détails constructifs ainsi que leur réalisation : dimensionnement des systèmes, proportion des espaces, effets architectoniques des structures et des formes, usage fonctionnel et modes d'habiter des espaces, ambiances induites tels qu'effets optiques, confort thermique, résonance acoustique.
- *La recherche sur la faisabilité technique et économique* du projet d'architecture de terre en arcs, voûtes et coupoles revêt un caractère directement opérationnel en étant associée à la construction expérimentale de prototypes à échelle grandeur ou  $\frac{1}{2}$ , et à l'application sur projets réellement construits. Cette recherche expérimentale permet de mettre à l'épreuve les méthodes de travail et d'analyse, les résultats des recherches menées en amont sur le rapport du projet d'architecture avec la matière et le matériau terre, les modes de production, la structure, la forme et l'espace, tout en testant les nouveaux outils de conception et d'exécution dérivés de ces recherches. Ainsi, plusieurs projets sont réalisés en France, à Grenoble, sur le campus, avec la *Maison des 24 heures* construite pour l'Année internationale des Sans-abri – 1987 -, à La Roche Vineuse, près de Mâcon, dans le cadre de la réalisation d'un *Village du bout du monde*, et en Corse pour une villa privée (maison Plantier à Calvi). D'autres projets réalisés à l'étranger entrent aussi dans le cadre de cette recherche, en Mauritanie, au Burkina Faso, à Mayotte, au Maroc et en Somalie. Ces réalisations accompagnent ce processus d'expérimentation s'ouvrant sur la constitution d'une expérience, traduisent la maturation progressive d'un savoir-faire de conception et d'exécution ainsi qu'une bonne saisie des questions relatives à la faisabilité économique du projet d'architectures de terre en arcs, voûtes et coupoles.

- *La recherche pédagogique* : cette recherche est directement associée à un enseignement original basé sur une pratique de la construction en ateliers, à l'École d'Architecture de Grenoble, de structures en arcs, voûtes et coupôles. Les étudiants sont invités à réaliser des maquettes à échelle réduite, au  $\frac{1}{2}$  ou  $\frac{1}{3}$ , ou à échelle grandeur. Ils peuvent ainsi directement appréhender le principe du mode de travail en compression des structures, les techniques relatives à la construction des murs en petits éléments (mortier, variété des appareils de pose), des ouvertures en arcs réalisées avec ou sans coffrage, des toitures en voûtes et coupôles. En expérimentant la mise en œuvre d'un catalogue très varié de structure et de formes issues de l'exploitation des solutions constructives en arcs, voûtes et coupôles, ils peuvent ainsi très concrètement établir, selon une approche sensible, le lien entre matière, matériau, structure, forme et espace, avant de développer une approche conceptuelle par le dessin qu'ils abordent ensuite. Une manière de renverser le processus d'apprentissage en portant l'accent sur la méthode cognitive, sur le rapport au « faire ». Cette approche qui associe la théorie et la pratique préfigure ce qui deviendra par la suite la méthode d'enseignement développée aux Grands Ateliers de Villefontaine ouverts à partir de décembre 2000, soit plus de dix ans après.

Le rapport de recherche remis à la Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme en février 1987 propose les chapitres suivants :

- *Chapitre 1 : Nomenclature des systèmes en arcs, voûtes et coupôles, et tracé ; ce chapitre couvre l'ensemble des typologies connues*

Pour les arcs :

- arcs générés par des segments de droite ;
- arcs générés par un ou plusieurs cercles ;
- arcs générés par des courbes autres que des cercles, ellipses, paraboles ;
- arcs complexes : déprimés convexes et concaves, en mitre, festonnés, doucine, polylobés, etc.
- solutions de mise en œuvres par coffrages, piges ou gabarits ;

Pour les voûtes et coupôles :

- voûtes simples générées par translation d'un arc, typologie des voûtes en berceau, voûtes annulaires et toriques ;
- voûtes composées, intersection de voûtes en berceau, voûtes d'arêtes, en arc de cloître, voûtes pyramidales, bonnet d'évêque, lunette, voûte en auge ;
- coupôles ou voûtes simples générées par rotation d'un cintre autour d'un axe vertical ;
- voûtes coniques ;
- intersection de voûtes simples par des plans verticaux : voûtes sphériques sur plan polygonal quelconque, sur plan barlong, à pendentifs ;
- voûtes composées en trompes d'angle, en navette, coupôles hémisphériques sur pendentifs, sur trompes d'angle, voûtes polygonales sur trompes d'angle.

*Chapitre 2 : Les méthodes de construction traditionnelle des voûtes et des coupoles en briques d'adobe en Nubie, Egypte*

- Ce chapitre rend compte d'enquêtes réalisées sur sites de chantiers mettant en œuvre des solutions de voûtes et coupoles nubiennes et restitue les gestes de construction des *maâlems* (maîtres maçons) de la région.

- *Chapitre 3 : L'architecture en arcs, voûtes et coupoles en briques d'adobe, en Iran.*

- Ce chapitre présente un premier état de dépouillement d'informations et de documentations récoltées en Iran, de différente nature : documents visuels (diapositives et photographies) ; écrits et recueils de toute nature sur le thème de l'architecture persane en arcs, voûtes et coupoles ; représentations graphiques (esquisses, plans, relevés de détails techniques) ; entretiens avec des maçons iraniens et enquêtes de terrain. Il rend également compte d'un corpus d'enquêtes architecturales portant sur des constructions variées, édifices publics, habitations, sites archéologiques et monuments historiques. L'analyse des bâtiments couvre trois aspects :

- les aspects architecturaux et monumentaux des constructions voûtées ;
- les aspects constructifs et structuraux des constructions voûtées ;
- les aspects relatifs au décor et à l'ornementation des toitures voûtées.

- Une méthode de classification systématique des informations est proposée constituant un classement géographique, basé sur la Classification Décimale Universelle (CDU), pour toutes les catégories de documents récoltés et analysés : les documents visuels, les écrits et recueils de toute nature, les représentations graphiques et les entretiens et enquêtes de terrain. Sous forme de tableau, cette classification met en relation les noms de sujets, l'attribution d'un indice de classement CDU, la situation géographique (province, ville, village, précisions de situation géographique).

- *Chapitre 4 : Etude de cas sur un projet récent : programme d'habitat populaire de Rosso, Mauritanie, réalisé par l'Association pour le Développement d'une Architecture et d'un Urbanisme Africain (ADAUA), bidonville de Satara, lisière nord de la ville de Rosso.*

- Ce chapitre constitue une monographie du projet pilote de 12 logements, avec une analyse portant sur les espaces et les formes des habitats en arcs, voûtes et coupoles, et sur les modes de mise en œuvre.

- *Chapitre 5 : Construction de prototypes à l'Ecole d'Architecture de Grenoble.*

- Ce chapitre fournit des éléments visuels sur les pratiques d'enseignement en atelier qui mettent les étudiants en situation d'apprentissage de ce rapport entre matériau, structure, forme et espace à partir de l'édification de maquettes de systèmes construits en arcs, voûtes et coupoles à échelle réduite ou grandeur.

- *Chapitre 6 : l'opération des « 24 heures de la terre ».*

- Ce chapitre constitue une monographie d'un prototype d'habitat économique en BTC valorisant des systèmes en arcs, voûtes et coupoles, réalisé en 24 heures sur le campus de Grenoble à l'occasion de l'Année Internationale des Sans-abri (1987). L'opération a associé des étudiants de la formation de CEAA-Terre et de stagiaires maçons de

L'AFPA de St. Priest (Rhône), encadrés par les enseignants et chercheurs du CRATerre. Ce projet a permis de questionner les principes d'organisation d'un chantier performance (construire en 24 heures) et de nouveaux systèmes de coffrages des arcs et de traçage de la forme des coupoles par solutions de piges articulées. Le passage de la phase de conception à la phase de chantier a été assuré par une phase intermédiaire de réalisation d'une maquette du projet à l'échelle ½ dans les ateliers de l'Ecole d'Architecture de Grenoble.

- *Bibliographie* : le document propose une bibliographie originale sur les architectures de terre en arcs, voûtes et coupoles couvrant des titres généraux et le thème plus spécifique de l'architecture iranienne. Cette bibliographie fournit près de 220 références.

De cette recherche, on doit retenir la constitution d'un corpus de référence sur la nomenclature de l'ensemble de systèmes construits en arcs, voûtes et coupoles, sur les cultures constructives de référence persane et égyptienne, un questionnement sur le rapport entre le matériau terre (la brique crue ou le BTC) et la structure (mode de travail en compression), la forme et l'espace (usage et habitabilité), une analyse de la faisabilité technique (chantier) et économique (accessibilité du coût) de ces systèmes constructifs. Un corpus référent appréhendé en lien avec un corpus de projets expérimentaux, et la consolidation d'une démarche d'enseignement associant théorie et pratique qui préfigure ce qui deviendra le projet des Grands Ateliers de Villefontaine où l'apprentissage du projet d'architecture par l'expérimentation est au cœur de la méthode et de la démarche pédagogique. Cette recherche expose clairement le bénéfice des retombées de la recherche sur l'enseignement.

**1995 : Construire en blocs de terre comprimée : manuel de conception et construction**<sup>358</sup>

Au cours des années 1980, le laboratoire CRATerre a constitué l'ensemble des bases scientifiques et techniques de référence sur la filière Blocs de terre comprimée (BTC) qui était alors le vecteur privilégié d'une revalorisation de la construction en terre en contribuant à lui redonner un label de modernité. L'engagement de ce travail de documentation de la filière BTC suivait naturellement le développement du projet d'habitat social engagé en 1981 sur l'île de Mayotte, collectivité territoriale française de l'archipel des Comores, mobilisant cette technologie de construction en terre pour la réalisation de milliers d'ouvrages d'habitat et de bâtiments publics. D'autres projets pilotes d'habitat et d'équipement des communautés locales, développés au cours de ces années 1980 comme celui des 65 logements HLM du *Domaine de la Terre* de Villefontaine en Isère (1983-85), ou celui du Maroc, à Marrakech, avec le soutien du programme interministériel REXCOOP (1983-87), plusieurs projets engagés dans les pays d'Afrique avec le soutien des services de la coopération française des ambassades de France (au Nigeria, en Afrique du Sud, à Cuba), de l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel, ONUDI, au Cameroun et au Burkina Faso, ou avec l'appui de l'Ong allemande Misereor, aux Ruanda et Burundi, au El Salvador, concouraient au développement d'une expérience, d'un savoir-faire et d'un savoir sur la filière BTC qui se constituaient alors comme une nouvelle culture constructive contemporaine de la terre crue. L'apport de CRATerre a été décisif pour constituer le socle scientifique et technique de cette nouvelle culture constructive, en plusieurs étapes. Ce furent dans un premier temps la réalisation de catalogues des matériels de production, l'édition de bibliographies spécialisées

---

<sup>358</sup> CRATerre, Guillaud et al. 1995, op. cit.

avec l'appui du Centre des Nations Unies pour les Etablissements Humains, CNUEH-Habitat, ou de la coopération allemande, Gate/GTZ, puis, le développement de nombreuses études de faisabilité technique et économique pour le développement de la filière BTC en lien avec les projets, la réalisation d'un corpus d'informations techniques sur les presses pour BTC, les équipements de préparation des terres, les stabilisants et mortiers, la publication d'un corpus de documents normatifs pour les pays d'Afrique avec le soutien du Centre du Développement Industriel, CDI, puis du Centre de Développement des Entreprises, CDE, de l'Union Européenne<sup>359</sup>. Ce travail nécessaire de constitution de la base scientifique et technique portait essentiellement sur la matière, le matériau et les techniques de production et n'appréhendait pas la dimension constructive et architecturale du projet en BTC. La maturité du savoir-faire et du savoir aidant, cette problématique de la construction et de l'architecture en BTC a été investie au début des années 1990 avec la réalisation de deux ouvrages bénéficiant de l'appui de la coopération allemande (Gate/GTZ), l'un sur la production des matériaux<sup>360</sup>, proposant une nouvelle synthèse sur la filière, l'autre sur la conception et la construction en BTC.

Le manuel de conception et construction en Blocs de terre comprimée dont CRATerre m'a confié la composition et la rédaction complète le manuel sur la production des BTC par l'approche constructive et architecturale. Cet ouvrage est conçu pour être utile aux concepteurs de projets d'ouvrages en BTC, que ce soit dans le domaine des réalisations d'habitat comme d'équipements des collectivités locales, et aux entrepreneurs. Au-delà d'un rappel introductif sur l'histoire du matériau, sur ses avantages techniques, son attrait architectonique, sa production, ses caractéristiques, l'ouvrage entend contribuer à la valorisation du potentiel constructif et architectural des BTC en restituant un corpus assez large et divers de réalisations récentes qui peuvent consolider le label de modernité de la technologie. Une première partie du manuel propose un rappel des principes de maçonnerie (mortier, propriétés et mise en œuvre, appareillages des blocs pour différentes épaisseurs de murs, calepinage des maçonneries en BTC en plan et en élévation), présente la typologie des murs et des structures, puis développe un grand chapitre sur les dispositions constructives et détails constructifs du projet. Le choix des références architecturales est large, de manière à couvrir le plus ample éventail de dispositions et détails de conception : fondations et soubassements, ouvertures, armatures, chaînages, planchers, entrevous et voûtains, toitures, finitions, installation des réseaux techniques. Suivent des données utiles au calcul de résistance des matériaux et des structures (élancement, contraintes admissibles, exemples de calcul de résistance caractéristique pour bâtiments à un étage), et une approche de l'économie de la construction avec des études comparatives de coût sur un modèle de maison économique construit en BTC, en briques d'adobe ou en blocs de granulats, sable et ciment. La deuxième partie de l'ouvrage est ensuite entièrement consacrée à l'architecture en BTC et propose un corpus d'études de cas portant sur des réalisations récentes d'architecture d'habitat et de bâtiments publics. Les projets choisis valorisent des réalisations effectuées à Mayotte, au Maroc, en Guyane, au Sénégal, au Zaïre, en Arabie Saoudite, tous projets ayant impliqué CRATerre dans leur conception et réalisation. Chacun des projets est présenté sous forme monographique, avec une large place donnée à la représentation graphique traditionnelle des projets (plans, coupes, façades), des dispositions constructives et détails de construction qui lui sont propres.

---

<sup>359</sup> Houben, Rigassi et al. 1994, op. cit. ; Houben, Rigassi et al. 1998, op. cit. ; Houben, Rigassi et al. 2000 , op. cit. (cf. note 182).

<sup>360</sup> CRATerre, Rigassi 1995, op. cit.

Les deux manuels sur la production du matériau BTC et sont utilisation constructive et architecturale ont été édités en français et en anglais.

### **2002-2007 : Architecture de terre et risques sismique**

Au cours des dernières années, le laboratoire CRATerre a engagé des recherches sur l'architecture de terre et le risque sismique, associées au développement de projets situés en des contextes variés :

- à Mayotte, en partenariat avec la Société Immobilière de Mayotte (SIM), sur une problématique d'adaptation du DTU maçonnerie pour l'île, sur une base PS, mobilisation poursuivant des travaux qui ont débuté en 2001, en collaboration avec la CAPEB, l'ENTPE et le CSTB, qui aboutissait à la publication de la norme française XP P 13-901, d'octobre 2001, sur les procédures d'essais pour les blocs de terre comprimée ;
- au El Salvador, à partir de 1995, avec l'*Universidad Simeon Cañas*<sup>361</sup> puis en partenariat avec la Fondation Salvadorienne de Développement et d'Habitat Minimum (FUNDASAL), à la suite des séismes de janvier puis de février 2001 qui détruisaient considérablement le patrimoine d'habitat populaire rural majoritairement construit en terre ;
- A Cuba avec l'ONG cubaine Habitat-Cuba<sup>362</sup> pour la formation des professionnels du réseau des architectes de la communauté ;
- au Maroc, à la suite du séisme de Al-Hoceima, où le laboratoire, à la demande du Ministère de l'Équipement, apporte sa contribution à l'élaboration de textes normatifs pour la construction parasismique en matériaux traditionnels. Ce projet a été engagé à l'automne 2005 ;
- en Iran, en partenariat avec la Fondation Islamique de l'Habitat et l'Organisation Iranienne du Patrimoine Culturel (ICHO), à la suite du violent séisme de Bam du 23 décembre 2003 qui détruisait la cité historique de Arg-é Bam, entre 50 à 80% de la ville historique et moderne, et de nombreux établissements ruraux de la zone touchée par l'impact du séisme ;
- et plus récemment au Cachemire pakistanais après le violent séisme d'octobre 2006.

---

<sup>361</sup> Un prototype de logement parasismique a été réalisé sur le campus de l'Université Simeon Cañas, en 1995. Il adoptait des dispositions constructives en maçonnerie d'adobe et de BTC, armée de tiges de *cañas bravas* (bambous locaux) pour le rez-de-chaussée, et en panneaux préfabriqués d'ossature bois hourdée de torchis pour l'étage. Ce principe constructif exploitait principalement la capacité d'absorption de l'énergie sismique par les parois renforcées en base d'ouvrage, et de ductilité par la souplesse de réaction aux efforts horizontaux pour l'étage, une disposition inspirée de recherches et expérimentations antérieurement développées au Pérou par l'Université Catholique de Lima. Ces recherches péruviennes prenaient elles-mêmes leur référence sur des réalisations traditionnelles témoignant de l'existence d'une culture constructive locale du risque sismique associant l'inertie des maçonneries lourde à faible rapport d'élévation (5 à 6) en premier niveau, et la réaction ductile à l'effet pendulaire caractéristique des parois en torchis, à l'étage (constructions observées dans le centre historique de Lima). Par la suite, au El Salvador, plusieurs projets d'habitat ont développé ces solutions que notre laboratoire proposait : près de 2000 logements sociaux en maçonnerie d'adobe renforcée et en torchis ont été réalisés au El Salvador dans le cadre d'une coopération développée avec la Fundasal bénéficiant du soutien de l'ONG allemande Misereor. Ce projet a été coordonné et développé par deux collègues de CRATerre, Alexandre Douline et Wilfredo Carazas-Aedo.

<sup>362</sup> J'ai assuré la coordination de ce projet de coopération avec l'ONG Habitat-Cuba, de 1992 à 1998 qui bénéficiait de l'appui des services de la coopération scientifique, technique et culturelle de l'Ambassade de France à La Havane. Ce projet a compris la réalisation d'un Livre Blanc sur la situation dans le domaine de l'habitat social sur l'île caribéenne, la préparation d'un ensemble de matériels pédagogiques et didactiques associés à la réalisation de deux cours nationaux, l'un à Holguin en 1994, l'autre à Santiago de Cuba, en 1996. Chacun de ces cours a été accompagné de la construction d'un prototype de logement ou de structure en terre et un projet de 6 logements parasismiques pilotes a été réalisé à Santiago de Cuba (quartier de La Calera), en 1996-97.

### ***Problématique et positionnement***

La problématique de recherche dont se saisit le laboratoire sur cette question de la construction en terre résistant au risque sismique s'établit sur plusieurs constats :

- beaucoup de pays exposés au risque sismique, que ce soit la récurrence de l'activité sismique et de leurs effets corollaires (effet *tsunami*), ou des inondations conséquentes à la météorologie cyclonique, avec des événements cycliques majeurs à l'origine de désastres humains et matériels considérables, sont situés dans les régions sud de la planète qui connaissent aussi des situations de développement difficiles avec des répercussions sur une déficience de qualité constructive et architecturale du logement populaire, en milieu urbain (périphéries), et surtout en milieu rural ; dans beaucoup de ces pays en développement ou émergents, les architectures de terre représentent encore une part très importante du stock d'habitat ;
- dans les nombreuses régions du monde où existent une culture constructive et architecturale valorisant l'emploi du matériau terre, les évolutions sociales, technologiques et économiques récentes, contribuent à une altération des cultures locales et des savoir-faire qui, dans certains cas, prenaient en compte les risques naturels (existence d'une mémoire populaire de ces risques) ; les comportements populaires adaptés ont été oubliés par faute d'apprentissage dans les écoles ou même dans les familles ;
- l'ingérence de nouveaux matériaux modernes dans les constructions en matériaux traditionnels - tels qu'ossatures en béton non armé ou même en béton armé, agglomérés de béton utilisés en restauration partielle des édifices ou en extension, ossatures en acier mal contreventées, chaînages partiels - est souvent peu compatibles avec les matériaux traditionnels, et contribue à une plus grande fragilité des ouvrages face aux risques naturels ;
- l'habitat économique ou très social de ces régions très exposées, qui concerne les couches de populations les plus démunies, par grande difficulté, voire impossibilité d'accès aux matériaux, composants et dispositions constructives actuels pouvant améliorer la résistance aux risques naturels, est celui qui est le plus pénalisé ; l'architecture d'habitat populaire en terre qui résulte encore majoritairement de pratiques informelles non encadrées par des compétences professionnelles à même d'exercer un contrôle de qualité, est le plus souvent de nature précaire et présente de graves déficiences techniques : faible qualité des matériaux, des structures et des modes de mise en œuvre ;
- les normes actuelles de construction, et les cadres réglementaires et légaux qui les accompagnent, destinés à répondre aux risques naturels (risque sismique notamment), ne prennent pas en compte les matériaux et les dispositions constructives traditionnels ; ces solutions sont même de plus en plus interdites car taxées d'illégalité ; en effet, ces dispositions réglementaires obligatoires concernent les constructions actuelles en acier et/ou en béton armé, matériaux considérés comme les plus employés dans la production actuelle des ouvrages.
- il est reconnu qu'un bon nombre de désastres naturels sont aussi provoqués ou aggravés par des modifications apportées par l'aménagement des territoires.

Dans certains contextes culturels où l'emploi des matériaux traditionnels, hors la ville, reste dominant - Iran, régions d'Asie centrale, nombreux pays d'Amérique latine, p.e. - l'imposition des matériaux et des technologies de construction actuels pose des problèmes qui ne sont pas vraiment pris en compte tels que :



- le manque de moyen des populations pour accéder aux matériaux et aux technologies que préconisent les normes ;
- le coût des matériaux préconisés (mauvaise distribution sur les territoires et surcoût de transport par exemple) qui est souvent beaucoup plus élevé que celui des matériaux traditionnels ;
- du fait du surcoût des matériaux préconisés, les auto constructeurs et les entreprises économisent sur la qualité : diminution de la quantité de ciment dans les mortiers et bétons, réduction de la section et quantité des aciers ;
- les techniques préconisées sont le plus souvent mal maîtrisées par les auto constructeurs et les entreprises, les contrôles de qualité ne sont pas faits ; d'autres situations de corruption locale (trafic sur les matériaux) aggravent ces problèmes de déficience de qualité ;
- la recherche scientifique est dominée par les mesures et les protocoles qui empêchent d'évaluer l'efficacité de techniques anciennes qui ne sont pas validées par les procédures d'essais et tests de laboratoire ; ces techniques anciennes ne retiennent pas assez l'intérêt des chercheurs ni des décideurs locaux ; pourtant, ces techniques anciennes font partie de véritables « **cultures locales du risque** » qui ont été souvent validées par des événements sismiques majeurs au cours de l'histoire ;
- il n'existe pas à ce jour de modélisation de calcul de résistance parasismique pour les structures en matériaux traditionnels ; les modèles utilisés pour le béton et l'acier ne peuvent pas prendre en compte certains paramètres très difficiles à standardiser pour les ouvrages en maçonnerie traditionnelle : variation de la qualité des matériaux de construction, des mortiers utilisés, de leurs caractéristiques et performances, variation qualitative relativement large des pratiques de construction ;
- il existe, dans plusieurs contextes exposés aux risques naturels et notamment au risque sismique, des recherches qui ont été développées depuis plusieurs décennies sur l'amélioration des constructions en matériaux traditionnels (Pérou, Inde, Turquie, U.S.A, entre autres) ; ces recherches ont été associées à des tests et essais sur structures en vraie grandeur ou à échelle réduite, sur tables sismique, à la publication de textes normatifs (ou de recommandations), et au développement de programmes pilotes conséquents ; ces résultats de la recherche ne sont pas assez pris en compte par la communauté internationale ;
- les interventions post catastrophes naturelles et même humaines, au-delà de la gestion de l'urgence, affrontent des situations de reconstruction souvent massives et dans une perspective de longue durée pour lesquelles les opérateurs locaux ne sont peu, voire pas préparés, à la fois en terme technique, social, économique et culturel ; dans de tels contextes, les problématiques du développement durable, notamment en terme humain (reconstruire une société locale traumatisée, favoriser le développement social et économique local en lien avec la reconstruction), sont essentielles à considérer et à mettre en œuvre ; la construction de la capacité professionnelle locale (formation) est une composante incontournable pour établir le socle de cette reconstruction et sa mise en perspective de développement durable ;
- d'une manière générale, dans les institutions académiques formant les architectes et les ingénieurs, et dans les centres de formation professionnelle aux métiers du bâtiment, la formation sur la construction parasismique ou concernant d'autres risques naturels, n'est que très peu développée, et la prise en compte des matériaux traditionnels totalement absente ;
- dans les contextes à haute signification culturelle où l'architecture de terre occupe une place importante (sites historiques et tissus urbains historiques classés, pays de grande culture constructive en terre populaire), la reconstruction après un séisme ou autre risque

naturel soulève la question de la sauvegarde de l'identité culturelle dont témoignent les matériaux, les dispositions constructives et les détails architecturaux, les savoir-faire, les typo-morphologies du bâti, les dispositions spatiales des plans ; cette question de la sauvegarde de l'identité culturelle est d'autant plus importante lorsque les interventions concernent un site historique de valeur patrimoniale universelle et sa zone de protection culturelle (le cas de Bam, en Iran, par exemple).

Désormais, la recherche dans le domaine de la réponse parasismique des habitats traditionnels construits en terre et autres matériaux locaux, de la revalorisation et amélioration des « cultures locales du risque », constitue un programme central d'investigation et d'expérimentation pour le laboratoire qui travaille en lien avec un réseau de recherche international<sup>363</sup>.

#### **2004 : bibliographie de référence sur la construction en terre parasismique**<sup>364</sup>.

Dans le cadre de la coopération du laboratoire au projet de reconstruction de la ville de Bam (Iran), j'ai coordonné la réalisation d'une bibliographie spécialisée sur la construction et les architectures en terre résistantes aux séismes. Le travail de repérage, de sélection et de classement des références bibliographiques ainsi que la rédaction de résumés des documents retenus a été effectué par des collègues chercheurs du laboratoire CRAterre<sup>365</sup>. J'ai produit un article d'introduction et de présentation de cette bibliographie en lien avec Fred Webster, ingénieur nord-américain, qui a apporté une contribution sur la base de sa participation antérieure à une revue de la littérature scientifique sur la conservation des architectures de terre que j'ai également coordonnée sous contrat avec le *Getty Conservation Institute* (GCI, Los Angeles, Etats-Unis), au cours de l'année 1999 (voir chapitre suivant). L'article que je propose relève la nécessité de rassembler la littérature scientifique relative au risque sismique pour les architectures de terre qui est notamment éparpillée dans un corpus de sources diversifiées de rapports de recherche et de communications présentées lors de conférences internationales sur l'ingénierie sismique. Ce rassemblement est nécessaire pour d'une part faire ressortir les documents les plus essentiels et pour faciliter l'accès des chercheurs et des professionnels à cette information diffuse.

La méthodologie adoptée exploite le fonds bibliographique des centres de documentation du CRAterre, de l'ICCROM et du *Getty Conservation Institute*, partenaires du Projet TERRA, qu'ils ont défini et développé à partir de l'année 1996. Près de 300 documents relevant du domaine de l'ingénierie sismique ont ainsi été identifiés dont la moitié

---

<sup>363</sup> Ce réseau international travaillant sur la construction en terre parasismique et les cultures locales du risque a été réuni à l'occasion de plusieurs séminaires scientifiques, soit organisé par le laboratoire aux Grands Ateliers de Villefontaine en octobre 2004 autour de la situation de Bam (Iran), soit au Maroc au cours des années 2005, 2006 et 2007, organisés par les partenaires locaux. Ce réseau scientifique compte sur les principales organisations suivantes : l'Université de Californie à Berkeley (San Francisco) avec son département d'architecture et le *Earthquake Engineering Research Institute* (EERI), l'*Universidad Pontificia Católica de Lima* (Pérou), L'Ecole Hassania des Travaux Publics (EHTP) et le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE) de Casablanca (Maroc), le *Natural Disaster Research Iranian Institute* (NDRII) et l'*International Institute of Earthquake Engineering and Sismology* de Téhéran (Iran), le Centre Universitaire Européen Pour le Biens Culturels (CUEPBC) de Ravello (Italie).

<sup>364</sup> **CRAterre-EAG, Guillaud et al. 2004** : GUILLAUD, Hubert - (Dir. Scient.), CARAZAS-AEDO, Wilfredo, DUPONT DE DINECHIN, Matthieu., GANDREAU, David, HAJMIRBABA, Majid, avec une contribution de WEBSTER, Frederick, *Earthquake resistant earthen architecture. Reference bibliography*, programme Contribution française à la reconstruction de Bam et la restauration d'Arg-é Bam, Ministère de la Culture et de la Communication, Direction de l'Architecture et du Patrimoine, ed. CRAterre-EAG, Grenoble, novembre 2004, 85 p.

<sup>365</sup> Il s'agit de Wilfredo Carazas-Aedo, Matthieu Dupont de Dinechin, David Gandreau et Majid Hajmirbaba.

a été considérée comme pouvant faire partie de la bibliographie. Le critère de sélection valorise l'intérêt porté à la problématique spécifique de la construction et des architectures en terre en régions à risque sismique. Cinq thèmes sont finalement retenus :

- comportement sismique des architectures de terre ;
- cultures constructives parasismiques ;
- recommandations et normes pour une architecture de terre résistante aux séismes ;
- interventions post-séismes sur les architectures de terre ;
- séisme de Bam de décembre 2003.

L'article relève l'important effort de recherche qui a été accompli depuis les cinquante dernières années, particulièrement dans les pays exposés au risque sismique où existe une tradition séculaire d'architecture de terre. De nombreuses expérimentations ont été réalisées qui permettaient de définir et de tester de nouvelles dispositions constructives pouvant améliorer le comportement sismique de ces architectures de terre, notamment aux Etats-Unis avec la création du *Earthquake Engineering Research Institute* (EERI) en 1949 puis plus récemment avec les programmes de recherche et de tests développés au Pérou, à l'Université catholique de Lima<sup>366</sup> à partir de 1970 et qui débouchait sur la publication de la *Norma Adobe E-80*. D'autres mobilisations récentes ont été développées en Inde, à la suite du séisme du Gujarat (26 janvier 2001) qui a particulièrement affecté les habitats traditionnels construits en terre.

Néanmoins, l'analyse de la littérature scientifique permet de relever plusieurs aspects qui confirment la nécessité de développer plus avant des recherches et des expérimentations dans le domaine d'étude ciblé :

- les analyses réalisées sur les matériaux de construction et les structures en terre portent principalement sur la mesure des contraintes exercées sur des prototypes à échelle réduite testés sur tables sismiques ;
- les expérimentations réalisées sur des prototypes de structure en échelle grandeur n'ont pas bénéficié d'un appui financier suffisant autorisant le développement conséquent de mesures scientifiques ;
- les dispositions constructives proposées pour améliorer le comportement sismique des structures en terre crue incluent des solutions de contreforts, de renforcements horizontaux et verticaux (en bambou, bois ou acier) intégrés dans l'épaisseur des maçonneries, de chaînages (en bois ou en béton armé), le renforcement des matériaux de construction par l'amendement en fibres végétales ou par des maillages en plastique ou en métal et l'amélioration générale de la qualité de production de matériaux de construction.
- l'accessibilité publique des solutions proposées, au plan technique et économique, n'est pas garantie dès lors qu'il s'agit de réaliser des programmes d'habitat à grande échelle.
- des solutions « hyper technologiques » existent mais ne sont pas adaptées aux architectures de terre pour des raisons relevant principalement de leur manque d'accessibilité économique.
- les données scientifiques sont nombreuses et des programmes de recherche avancée ont été développés qui ont fournis des résultats utiles en terme de recommandations

---

<sup>366</sup> Ces recherches ont été développées sous la direction du Professeur ingénieur Julio Vargas Neuman avec lequel CRATerre collabore depuis la création du Projet GAIA de conservation des architectures de terre, coopération qui s'est notoirement renforcée depuis le séisme de Bam et plus récemment dans le cadre d'un projet développé au Maroc à la suite du séisme de Al Hoceima (février 2004). L'EERI et l'Université de Californie à Berkeley sont également associés à ce programme marocain.

techniques pertinentes et applicables ; toutefois les tests qui ont été développés sur tables sismiques restent limités ;

- davantage d'efforts doivent être développés en recherche scientifique en intégrant mieux les spécificités du matériau et des dispositions constructives en terre crue ; de même ces efforts doivent porter sur une mise en application plus concrète des recommandations techniques ;
- il n'existe encore pas assez de normes et de contrôle de qualité dans ce domaine de la construction en terre résistante au risque sismique.
- les données de nature sociale et économiques ne sont pas assez prises en compte ; un effort dans cette direction permettrait sans doute de se diriger vers des solutions et des recommandations beaucoup plus réalistes pour garantir l'applicabilité des résultats des recherches menées en laboratoire ;
- on observe qu'il n'existe pas de tendance de recherche visant à étudier plus systématiquement les cultures constructives traditionnelles du risque ;
- les expérimentations de terrain apparaissent très intéressantes et révèlent des solutions techniques ingénieuses comme des données utiles sur la faisabilité de leur application dans des contextes culturels et sociaux qui confirment un bon niveau d'appropriation par les populations locales.

La deuxième partie de l'article expose une synthèse de la contribution scientifique apportée par l'ingénieur nord-américain Fred Webster qu'il a préalablement développée dans la revue scientifique de la littérature sur la conservation des patrimoines architecturaux en terre. Cette synthèse valorise l'état de l'art en matière de recherche scientifique sur la construction en terre résistante au risque sismique et distingue trois catégories de recherches :

- les observations de terrain qui relèvent :
  - o les types de dommages causés aux maçonneries non renforcées ;
  - o les performances des maçonneries renforcées ;
  - o les performances basées sur les « cultures sismiques » ;
- les tests, avec :
  - o l'étude des paramètres de construction et leur mise en relation avec la performance ;
  - o le développement d'interventions sismiques spécifiques ;
- les recherches analytiques, avec :
  - o la typologie des dommages et modes d'effondrement des maçonneries non renforcées ;
  - o le développement d'interventions sismiques spécifiques ;
  - o la prédiction des performances.

En conclusion générale, l'article relève que les analyses de vulnérabilité sismique qui permettent d'identifier le comportement et la résistance de structures, les types de dommages sismiques en les rapportant aux causes et à l'intensité des mouvements du sol, constituent des outils importants pour développer des moyens à même de mieux contrôler ces dommages lors de futurs événements sismiques.

Un déficit important doit être relevé, celui du manque de spécificité des recherches sur le matériau et les structures en terre crue, bien que le comportement d'autres types de maçonneries non renforcées – en pierres ou en briques cuites – décrit souvent une performance sismique similaire et fournit ainsi des données utiles à une meilleure compréhension des modes de détérioration sismique et des dommages causés aux structures en terre.

Le document édité inclue également la présentation d'une conférence proposant une revue scientifique sur la construction en terre et le risque sismique. J'avais présenté cette conférence en septembre 2004 lors d'un séminaire international sur l'architecture résistante aux séismes pour la reconstruction de Bam qu'organisait le laboratoire CRATerre aux Grands Ateliers de Villefontaine.

**2005-2007 : Méthodologie de constitution d'une typologie structurelle des habitats traditionnels en terre au Maroc pour l'amélioration de la réponse sismique.**

Un projet de coopération scientifique a été engagé avec le Maroc en 2005, en partenariat avec la Direction des Equipements Publics (DEP) du Ministère de l'Équipement et des Transport du pays. Ce projet associe le concours d'institutions scientifiques locales, soit l'École Hassania des Travaux Publics, le Laboratoire Public d'Essais et d'Études (LPEE) de Casablanca, et l'École Nationale d'Architecture de Rabat (ENA). Le laboratoire CRATerre<sup>367</sup> est membre d'un Comité Scientifique International qui associe également l'Université de Californie à Berkeley, avec son *Department of Architecture* et son *Department of Civil and Environmental Engineering*, le *Earthquake Engineering Research Institute* (EERI), le *Network for Earthquake Engineering Simulation* (NEES), l'*Universidad Católica de Lima* (UCL/PUCP) au Pérou, et le *Department of Civil and Environmental Engineering* de l'Université d'Auckland, en Nouvelle Zélande.

Le projet vise la préparation d'un amendement à la norme sismique RPS 2000 du Maroc qui ne propose pas de dispositions parasismiques, ou de recommandations de bonne conception pour les habitats traditionnels du pays principalement bâtis en terre, pisé et adobe, ou en maçonnerie de pierre. La prise en compte de ces cultures constructives locales en terre et l'identification de cultures locales du risque sismique dans le contexte marocain fonde la démarche de la recherche. Son développement, en première phase, déploie une enquête sur les types d'habitat des différentes régions du pays, menée en collaboration avec les techniciens de la DEP et des architectes enseignants de l'ENA. L'enquête adopte un protocole qui a été mis au point par l'EERI aux États-Unis et qui a été adapté pour le contexte marocain lors de deux séminaires de travail réalisés en octobre et en décembre 2005. Le protocole permet une collecte de données de nature architecturale (relevé des bâtiments), de nature technique (matériaux, systèmes, dispositions et détails constructifs) et de nature socio-économique (usages, structure sociale des occupants, coûts de construction). Il considère également les pratiques de modification et d'entretien des bâtiments. Le protocole d'enquête est applicable aux typologies d'habitat traditionnel suivantes :

- habitat traditionnel en terre, pisé et adobe, du type maison ksourienne et kasbah ;
- habitat moderne et récent construit en terre dans les douars (villages) récents ;
- habitat moderne et récent en terre intégrant d'autres matériaux et composants actuels : structures en béton armé, utilisation d'autres matériaux tels que briques cuites, blocs d'aggloméré de granulats, sable et ciment.

Sur cette base j'ai assuré en janvier 2006 une formation des techniciens de la DEP afin qu'il puissent exploiter au mieux ce protocole d'enquête. Les études de terrain ont été réalisées sur un court délai, en février 2006, dans la région de Meknes-Tafilalet (Provinces d'Errachidia et de Ouarzazate), dans la région de Souss, Massa, Draa (Province de

---

<sup>367</sup> J'assure avec mon collègue Philippe Garnier, responsable du thème de recherche sur les Etablissements Humains la coordination scientifique de ce projet de coopération, pour le laboratoire CRATerre.

Taroudant), et dans la région de Tadla-Azilal (Province de Beni Mellal et d'Azilal), considérées comme représentatives d'une large diversité d'architectures de terre et de zones d'intensité du risque sismique. A la suite de ces premières enquêtes que j'ai dépouillées et analysées, reformatées, un complément d'information a été demandé aux équipes de terrain pour répondre plus complètement à la méthodologie proposée par le protocole de l'EERI et à un protocole complémentaire d'enquête sur les typologies structurales que CRATerre a précisé sur la base d'une première proposition du Comité scientifique international. Ce protocole complémentaire prévoit la collecte des informations suivantes :

1. *Géométrie : dimensions exactes des composantes du relevé architectural :*
  - plans ;
  - façades ;
  - coupes ;
  - volumétrie (morphologie).
2. *Dimensions des éléments de construction :*
  - élancement des murs (rapport épaisseur/hauteur) ;
  - détails des ouvertures et leurs localisations ;
  - fondations, colonnes ;
  - poutres, existence de diaphragme ;
  - planchers, toitures, linteaux.
3. *Matériaux :*
  - types de matériaux pour chaque élément de la structure ;
  - méthodes de construction ;
  - fourniture des caractéristiques des matériaux sur la base des données de CRATerre.
4. *Propriétés du sol et conditions du site :*
  - topographie et construction sur remblais ou déblais.
5. *Détails typiques :*
  - joints et articulations ;
  - supports, ancrage ;
  - liaisons d'angle, connections entre les murs ;
  - connections murs et planchers, et connections murs et toitures.
6. *Maintenance :*
  - régularité et qualité ;
  - toiture: entretien avec surcharge de terre et de mortiers (description).
7. *Qualité de la mise en œuvre :*
  - bonne, moyenne, mauvaise ;
  - murs : appareillage, absence de liens en boutisse pour briques, et pierres (murs sandwichs, ou liaisonnés).
8. *Evidence de fissurations structurelles :*
  - présence de fissures structurelles ;
  - abondance de fissurations de retrait.
9. *Pathologies d'humidité :*
  - base des murs ;
  - fuites de toitures.

D'une manière générale, les enquêtes de terrain sur les typologies structurales montrent qu'il y a un grand déficit de connexions, de liens entre les éléments et systèmes constructifs : pas de harpage, ancrage, chaînages ou diaphragmes. Les bâtiments ne répondent donc pas aux spécifications parasismiques telles qu'elles sont actuellement définies par les

cadres normatifs. Une autre question est soulevée à partir du constat de la perte de savoir-faire, et donc de culture constructive traditionnelle en terre, avec une tendance à l'ingérence du béton armé dans les maçonneries traditionnelles de pisé, et avec un manque dramatique de maîtrise de la technologie du béton par les *maâlems* (maîtres maçons). Cela pose aussi la question de la compatibilité ou de l'incompatibilité des différents matériaux de construction utilisés. Ainsi, le constat qui est fait sur le contexte marocain rejoint celui fait pour d'autres régions et contextes culturels du monde exposés au risque sismique où de récentes observations ont été menées : Iran (Bam).

Sur la base de la documentation graphique, photographique et écrite issue des enquêtes réalisées, un ensemble de 11 modèles virtuels, représentatifs des typologies les plus courantes d'habitats traditionnels en terre du Maroc, a été défini. Ces modèles virtuels sont ensuite confiés aux laboratoires scientifiques marocains de l'Ecole Hassania et du Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes de Casablanca, pour faire l'objet d'une analyse du comportement sismique selon la méthode des éléments finis. Cette méthode permet d'analyser sur modèles numériques le comportement des structures sous les différentes sollicitations sismiques. Il s'agit d'une analyse méthodique des problèmes elliptiques du second ordre monodimensionnels, bidimensionnels à variable d'état scalaire, et tridimensionnels à variable d'état vectorielle, depuis leur formulation forte classique jusqu'à l'approche locale par la méthode des éléments finis. La méthode appliquée aux structures en terre crue a pourtant ses limites car elle n'intègre pas à ce jour les caractéristiques physiques spécifiques des matériaux de construction et des structures en terre, se référant principalement aux technologies récentes de construction en béton armé et en ossature acier. Ces données plus spécifique peuvent être en partie intégrées dans le protocole d'analyse numérique mais ne peuvent être que génériques en l'état actuel des connaissances scientifiques qui définissent des plages de valeurs des caractéristiques physiques et mécaniques, et ne couvrent pas bien sûr les variations de qualité des matériaux ni des structures en terre notamment tributaires de la grande diversité des sols utilisés, des matériaux locaux produits et des savoir-faire de construction ; ces données n'étant pas « normées ». La méthode donne néanmoins des résultats intéressants car elle permet :

- d'approcher la simulation du comportement vis-à-vis des sollicitations sismiques pour faire ressortir les points faibles et de concentration des contraintes ;
- d'approcher la performance sismique des constructions en terre en évaluant leur vulnérabilité ;
- de localiser les endroits vulnérables qui devraient être renforcés par des liens, connexions, chaînages, diaphragme, ...

Une phase suivante du projet prévoit de tester des prototypes de structures dont la conception sera inspirée d'expressions remarquables de la typologie structurale des habitats marocains, sur table sismique et avec d'autres équipements de pointe dont dispose notamment l'Université de Californie, à Berkeley. Il est prévu d'appliquer un nouveau modèle de simulation « hybride » pour l'évaluation sismique des structures, conçu à l'interface des modèles statiques et dynamiques usuels et reliant un modèle physique de résistance structurale à des modèles informatiques d'inertie et de mouvement structuraux. Ce nouveau modèle de simulation hybride, conçu par le Prof. Ing. Khalid Mosalam<sup>368</sup> offre la possibilité de réaliser des tests dynamiques sur des modèles à échelle 1.

---

<sup>368</sup> Le Prof. Ing. Khalid Mosalam est membre du *Department of Civil and Environmental Engineering*, du *Earthquake Engineering Research Institute (EERI)*, et du *Network for Earthquake Engineering Simulation (NEES)*. Il participe aux travaux du Comité scientifique international mis en place pour la direction scientifique de ce projet réalisé au Maroc.

---

L'apport de cette recherche a principalement résidé dans l'adaptation des protocoles d'enquêtes existant à l'habitat marocain, en affinant la méthodologie d'étude par l'introduction d'un protocole d'enquête sur les typologies structurales des édifices en terre permettant ainsi une modélisation virtuelle plus fidèle aux réalités techniques et culturelles de cet habitat. Mais elle a aussi revalorisé toute l'importance qu'il convient de donner à la dimension culturelle, sociale et économique, dans les études portant sur les contextes exposés au risque sismique.

### **3.3. - Conservation des patrimoines architecturaux en terre ; revue scientifique des savoirs, méthodologie de diagnostic et d'intervention**

En 1987, une réunion d'experts internationaux travaillant dans le domaine de la conservation des patrimoines architecturaux construits en terre, s'est tenue, à Rome, dans les locaux de l'ICCROM<sup>369</sup>. Elle se concluait sur l'urgence de développer un programme international de formation de la capacité professionnelle sur le constat d'un important déficit de compétences face à l'enjeu de la conservation et de la mise en valeur des patrimoines architecturaux, archéologiques et historiques, bâtis en terre crue. Il était suggéré que ce programme international de formation prenne place à l'Ecole d'Architecture de Grenoble. La réunion pointait également l'insuffisance d'engagement de programmes de recherche scientifique à même de constituer une base scientifique et technique de référence sur le matériau et les pratiques conservatoires. Enfin elle prenait acte de l'obligation de garantir des retombées de ces recherches scientifiques sur l'enseignement supérieur et sur la formation technique professionnelle. Pour coordonner la mise en place de ces programmes d'enseignement et de recherche, cette réunion de Rome créait un « **Comité International sur l'Etude et la Conservation de l'Architecture en Terre Crue** » qui remplaçait le « Comité International sur la Conservation de l'Adobe » antérieurement créé lors du Deuxième « Symposium International sur la Conservation des Monuments en Briques de Terre » qui s'était tenu à Yazd, Iran, en mars 1976. L'année 1989 voyait le lancement du « **Projet GAIA** »<sup>370</sup> (CRATerre et ICCROM) qui engageait un programme de formation, de recherche, d'application et de diffusion des connaissances et démarrait ses activités avec un premier Cours International sur la Préservation des Architectures de Terre, à l'Ecole d'Architecture de Grenoble. Ce cours International sera reconduit en 1990, puis en 1992 et en 1994.

Dans le cadre du « **Projet GAIA** », puis à partir de 1997 dans le cadre du « **Projet TERRA** » (CRATerre, ICCROM et *Getty Conservation Institute*) qui constituait une deuxième phase d'engagement du programme international lancé en 1989, j'ai participé aux développements d'un programme de recherche propre au champ de la conservation et mise en valeur des patrimoines architecturaux en terre. Dans ce programme collectif qui a engagé la réalisation de plusieurs séminaires scientifiques entre les partenaires des Projets GAIA et TERRA j'ai ainsi contribué à une réflexion visant à mieux établir les fondements théoriques

---

<sup>369</sup> Il s'agit de la « Cinquième Réunion Internationale d'Experts sur la Conservation de l'Architecture de Terre », conjointement organisée par l'ICCROM et CRATerre, les 22 et 23 octobre 1987.

<sup>370</sup> **CRATerre-EAG, ICCROM, Alva et al. 1990**: ALVA, Alejandro, DOAT, Patrice, GUILLAUD, Hubert, HOUBEN, Hugo, JOFFROY, Thierry, ODUL, Pascal, TEUTONICO, Jeanne-Marie, TRAPPENIERS, Marina - *CRATerre-EAG/ICCROM Long Term-Plan for the preservation of the earthen architectural heritage : the GAIA Project*, in "6th International Conference on the Conservation of Earthen Architecture", Getty Conservation Institute, Marina del Reys, New Mexico, USA, octobre 1990.



et à structurer la discipline émergente de la conservation des patrimoines architecturaux en terre, destinée à être enseignée. J'ai aussi participé à la réalisation d'un index de la recherche précisant les domaines prioritaires d'investigation scientifique évalués comme tels par la communauté internationale des praticiens de la conservation architecturale (*Terra Survey* 1998)<sup>371</sup>, et également au développement d'une recherche didactique<sup>372</sup>. Ces recherches ont contribué à une première phase d'élaboration d'une science de la conservation des architectures de terre, structurée à partir de la définition d'un cycle de vie des architectures de terre où des produits et des processus<sup>373</sup> sont mis en relation et reliés à un large éventail de disciplines scientifiques pouvant décliner des programmes de recherche fondamentale sur le matériau (cohésion et perte de cohésion du matériau terre, par exemple), de recherche expérimentale sur les pratiques de conservation préventives et durables, et de recherche action sur les sites et ensembles patrimoniaux (conservation et mise en valeur). Ces programmes de recherche ont rapidement tiré avantage de leur mise en situation de développement en lien avec deux programmes cadre développés à partir de 1998, puis à partir de 2002 ; l'un sur les 44 pays d'Afrique au Sud du Sahara, et l'autre sur les 5 pays de la région d'Asie centrale<sup>374</sup>. Enfin sur ces contributions scientifiques que j'ai apportées aux recherches sur la conservation des patrimoines architecturaux en terre, je relève plus particulièrement une revue de la littérature scientifique des vingt dernières années du XX<sup>ème</sup> siècle couvrant ce domaine (Guillaud, 1999, 2001). Cette recherche qui a révisé 1269 documents scientifiques puis en a retenu 621 considérés comme essentiels constitue un corpus de référence sur l'état des savoirs et des pratiques conservatoires en déclinant trois grands chapitres : i) Connaissance et analyse du matériau terre ; ii) diagnostic et pathologie des architectures de terre ; iii) interventions, traitements et évaluations. La recherche fournit la première bibliographie scientifique multilingue du domaine de la conservation des architectures de terre. Après avoir été révisée par un comité de lecture international de chercheurs nord-américains et européens, cette recherche a été présentée lors de la conférence internationale « TERRA2003 » (Guillaud et Avrami 2003) qui s'est tenue à Yazd, Iran. Elle a été ensuite amendée par l'apport de contributions d'autres chercheurs (CRATerre / ICCROM / GCI, Guillaud, Avrami et al. 2005). Elle sera éditée en 2008 dans la collection *Recherches en conservation* du Getty

<sup>371</sup> Ce « *TERRA Survey* » visait à définir un index de la recherche fondé sur un état des recherches et des pratiques en conservation des patrimoines architecturaux en terre. Il engageait une large consultation internationale des milieux scientifiques et professionnels sur les recherches en cours de développement et les nouvelles initiatives de recherche, en considérant : i) l'investissement en recherche sur le matériau terre ; ii) la recherche sur l'architecture et les structures en terre ; iii) les recherches des facteurs et processus de dégradation ; iv) les techniques de documentation du patrimoine ; vi) les interventions en conservation et les activités d'expérimentation et de tests ; vii) les domaines lacunaires d'information ou de connaissance. Sur ces bases, l'index de la recherche a mis en évidence les voies de recherche répondant aux besoins prioritaires des milieux scientifiques et professionnels identifiés dans 5 domaines : i) les propriétés et la composition des matériaux ; ii) les interventions en conservation ; iii) les facteurs et mécanismes de dégradation ; iv) l'environnement et le contexte des patrimoines ; v) la corrélation entre composition, propriétés et dégradation du matériau.

<sup>372</sup> Cette recherche a abouti à la définition d'un curriculum d'enseignement précisant les contenus d'enseignement, les modes pédagogiques et l'ensemble des outils didactiques pour le premier « *Curso panamericano de conservación y manejo del patrimonio arquitectónico histórico-arqueológico de tierra* » qui s'est tenu en 1996 sur le site archéologique de Chan Chan, patrimoine mondial, au Pérou. Un deuxième cours régional panaméricain, organisé en 1999 sur le même site, a engagé une nouvelle étape de cette recherche didactique dans l'optique d'une formation de formateurs.

<sup>373</sup> Pour les produits, nous entendons le matériau terre exploité en carrière, le matériau transformé, les éléments (brique crue p.e.), et les composants (murs p.e.) de construction, les bâtiments, les établissements humains, l'environnement, le patrimoine, le patrimoine préservé, le patrimoine ruiné. Pour les processus, nous entendons l'extraction du matériau, sa préparation, sa fabrication, son assemblage, la composition architecturale, la construction, l'usage, la planification urbaine et l'aménagement du territoire, la conservation, la destruction, le recyclage. La mise en relation de ces produits et processus constitue la structure ascendante (de la carrière au patrimoine ruiné) et descendante (*vice versa*) du cycle de vie des architectures de terre.

<sup>374</sup> Il s'agit des programmes lancés par CRATerre en partenariat avec le Centre du Patrimoine Mondial de l'UNESCO et les institutions culturelles d'Afrique subsaharienne et d'Asie centrale, « *Africa 2009* », et « *Central Asian Earth 2012* ».

*Conservation Institute*<sup>375</sup>. Nous révisons ci-après les principales contributions scientifiques et théoriques que nous avons apportées sur la problématique de la conservation des patrimoines architecturaux en terre crue.

**1997 ; La conservation du patrimoine architectural en terre : histoire et théorie de la conservation (terminologie, théorie et chartes)**<sup>376</sup>

Cette recherche a été réalisée dans un objectif pédagogique afin de transmettre aux étudiants de post-diplôme du CEAA-Terre et aux professionnels de la conservation du patrimoine architectural en terre formés dans le cadre de cours internationaux du Projet TERRA (CRATerre / ICCROM / *Getty Conservation Institute*) les éléments fondamentaux d'une théorie de la conservation architecturale. Notre apport a consisté à établir en préalable une terminologie de la conservation afin de bien définir les termes généraux d'une part (conservation, préservation, restauration), dont le sens est différencié selon que ces termes sont considérés au prisme européen et panaméricain des pratiques conservatoires, et une terminologie plus spécifique au degré d'intervention conservatoire (prévention, conservation, restauration, réhabilitation, reconstruction, reconstruction « authentique », rénovation). En deuxième partie, notre propos restitue les données historiques de la constitution de la discipline de la conservation architecturale à partir du XVIII<sup>ème</sup> siècle dès lors que se fait jour une conscience de l'histoire, que l'on observe un développement de l'esthétique (vision de l'art) amenant à conceptualiser les styles et les musées. On passe ensuite en revue les principaux pôles de théorisation de référence opposant une possible « reconstruction » des monuments à même de restituer une « grammaire » des styles (Eugène Viollet-Le-Duc), et une « non-intervention » (John Ruskin), ou une « non interférence » (Camilo Boito) garante d'une préservation non falsifiée, ainsi que la référence nécessaire à l'analyse des valeurs contradictoires des monuments (Alois Riegl). De ces fondements théoriques contradictoires naîtra la nouvelle synthèse méthodologique fondant la théorie de la conservation contemporaine réalisée par Cesare Brandi dont l'on présente les grands principes et concepts. Enfin, en troisième partie, cette recherche théorique passe au crible et présente les grands textes des normes internationales de référence qui cadrent les pratiques de la conservation architecturale, soit la Charte d'Athènes (1931), la Charte de Venise (1964) et un ensemble de chartes régionales plus récentes marquant les évolutions de la pensée théorique, telles que les Normes de Quito (1967-68), la Charte australienne de Burra (1979, 1989), et d'autres chartes concernant des domaines particuliers comme celle de Florence (1982) à propos des jardins historiques. La dernière partie pose les questions du rapport entre éthique et codes de pratique conservatoire considérant la notion d'authenticité dans son rapport à l'identité du bien culturel, à l'histoire, aux matériaux, à la valeur sociale, à la gestion et à l'économie, avec les déclarations de Bergen, en Norvège (1994) et de Nara, au Japon (1994), ainsi que la déclaration de San Antonio, aux Etats-Unis (1996). Finalement, sur ce rapport entre éthique et codes de pratique sont examinés les textes de la Convention du Patrimoine Mondial et le « Guide de gestion des sites du Patrimoine Mondial » (ICCROM / UNESCO / ICOMOS) constituant actuellement l'un des codes de référence pour les professionnels de la

---

<sup>375</sup> **CRATerre-EAG, ICCROM, GCI, Guillaud 1999, 2001 :** GUILLAUD, Hubert, Projet TERRA, CRATerre-EAG/ICCROM/ Getty Conservation Institute - *Conservation des architectures de terre ; revue de la littérature scientifique des 15 dernières années*, 1<sup>ère</sup> version, mai 1999, 224 p., et nouvelle version restructurée en mars 2001, 234 p.

**Guillaud, Avrami et al. 2005 :** GUILLAUD, Hubert, AVRAMI, Erica (editors), VELDE, Bruce, CANCINO, Claudia, RAINER, Leslie, RIDOUT, Brian, WEBSTER, Frederick, OLIVER, Anne – Terra Project. *Literature Review*, éd. Getty Conservation Institute, Los Angeles, Etats-Unis, Juillet 2005, 352 p.

<sup>376</sup> **Guillaud 1997**, op. cit.

conservation des biens culturels, architecturaux et urbains. Dans une prochaine étape de travail, cette recherche théorique devrait proposer une nouvelle lecture de l'ensemble du corpus de textes théoriques faite sous l'éclairage des spécificités de l'architecture de terre afin de bien cerner leurs compatibilités, incompatibilités et donc leur applicabilité.

**1983-2005 : Pathologie, diagnostic et conservation des architectures de terre.**

Notre apport à la réflexion scientifique sur l'analyse des pathologies des architectures de terre fondant une méthode de diagnostic applicable à cet objet spécifique et orientant à la fois la réponse conceptuelle pour la réalisation de nouveaux bâtiments en terre, comme la réponse en conservation, restauration ou réhabilitation des patrimoines architecturaux en terre, a constitué un investissement de recherche important qui a produit un ensemble de références et d'outils scientifiques, techniques, méthodologiques et didactiques. On révisé par après quelques étapes clés de cet itinéraire de recherche qui a vu se succéder une première approche de la symptomatologie (Doat, Guillaud et al 1983), puis, au-delà d'une maturation sur la définition et l'exposé de la méthode de diagnostic, des communications à des colloques (Guillaud et al 1993), la constitution d'un module d'enseignement pour les cours internationaux sur la préservation des patrimoines architecturaux en terre du Projet GAIA (Guillaud, 1992, 1994). Par suite, une révision de l'ensemble des méthodes de diagnostic des architectures de terre a été proposée dans une revue de la littérature scientifique sur la conservation des architectures de terre que l'on a réalisée sous contrat avec le *Getty Conservation Institute* (Guillaud 1999, 2001). La méthodologie de diagnostic a été ensuite étendue à la définition des méthodes et des modes d'intervention sur le patrimoine pour sa conservation, dans le cadre des enseignements du DPEA-Terre (Guillaud, 1999) et a fait l'objet de communications dans plusieurs colloques et situations de formation professionnelle (Guillaud 1993 ; Guillaud et al. 2005).

***1983 : Ebauche d'une méthodologie d'étude des pathologies des architectures de terre dans le cadre du projet « Marrakech 83 ».***

On a précédemment révisé le document *Marrakech 83, Habitat en Terre* (Doat et al, 1983<sup>378</sup>) en relevant les apports théoriques à la démarche de conception des projets d'architecture de terre. Cette démarche était fondée sur une première approche analytique des processus de dégradation typée, de leurs formes, de leurs causes et proposait des modes de traitement préventif devant être nécessairement convertis en principes de conception architecturale adaptée au matériau terre. Il nous faut revenir ici sur cette approche analytique des processus de dégradation qui fondait le socle d'une recherche scientifique que l'on développait au cours des années suivantes sur le triptyque pathologie – diagnostic – interventions.

L'approche initiale de la pathologie et du diagnostic des architectures de terre crue a été fondée sur l'observation du comportement des habitats des oasis présahariens du sud du Maroc, dans leur milieu ambiant, naturel (physique et climatique), économique (économie agricole), social et culturel (pratiques d'entretien). Cette observation a notamment porté, en 1983, sur les habitats de type kasbah dans l'oasis de Skoura, vallée du Dadès et relevait dans un premier temps les actions les plus typées de l'eau et de l'humidité sur les ouvrages en pisé.

---

<sup>378</sup> Op. cit.

On mettait alors en évidence un système d'action de l'eau et de l'humidité, à partir de la pluie, que l'on dénommait le « *système de la goutte d'eau* » qui décline son action selon cinq modes principaux :

- l'impact ;
- le ruissellement ;
- l'absorption ;
- l'infiltration ;
- le rejaillissement.

Au-delà des effets directs de la pluie, agissent les effets plus pervers – car souvent dissimulés – de l'humidité absorbée par le matériau poreux qu'est la terre. Ces effets sont notamment actifs par l'absorption qui s'opère du fait de la perméabilité du matériau et par capillarité.

Ainsi, l'humidité agit selon trois principaux modes :

- la condensation ;
- les remontées capillaires ;
- les parasites végétaux (mousses, lichens).

Puis, sur un terrain d'humidité du matériau, l'action du vent peut être également très active, notamment du fait de ses effets tourbillonnaires (effets Venturi) et par l'impact de matières en suspension (sables, transport d'objets) et être à l'origine de phénomènes d'érosion marquée : effritements, creusements, alvéolisation.

On relevait également l'action des êtres vivants, faune, flore, êtres humains, qui du fait de leur présence ou de leur activité dans l'environnement immédiat des ouvrages en terre ou au contact de ses ouvrages, peuvent être à l'origine de dégradations importantes, particulièrement sur un terrain humide du matériau. Notre observation des symptômes de dégradation les plus typés dégagait un ensemble de principes d'action des êtres vivants : heurts de véhicules, projection d'eau depuis les voies, frottement des animaux, graffitis, flore maintenant la présence de l'humidité, faune de petits rongeurs, nidification d'insectes (termites) ou d'oiseaux.

Notre première approche méthodologique distinguait alors trois parties des édifices en terre, particulièrement exposées :

- la base des murs ;
- le haut des murs ;
- quelques points localisés, plus exposés, tels que tableaux des baies, angles des murs, acrotères, gargouilles, ...

On pouvait, sur cette base définir plus précisément deux grandes familles de pathologies typées résultant de l'action de l'eau et de l'humidité :

- les pathologies classiques du bas des murs non protégés ;
- les pathologies classiques du haut des murs ;
- les pathologies classiques relatives aux points plus localisés.

La méthode révisait alors l'ensemble des modes d'action du système de la goutte d'eau et du système de l'humidité. L'exposé de la méthode d'observation des symptômes donnait lieu à la présentation d'un corpus de dessins qui restituait de façon théorique et exhaustive l'ensemble des cas de figure des modes de dégradation et des symptômes typiques en résultant.

Par la suite, on reliait cette exposé des pathologies classiques et de leurs symptômes à une méthode de conception « préventive » des architectures de terre qui prenait acte de la réponse intelligente de la culture constructive locale des piseurs marocains intégrant des dispositions constructives et architecturales destinées à garantir un meilleur contrôle des risques de dégradation des ouvrages sous l'action de la pluie et de l'humidité.

L'observation du comportement des architectures de pisé dans le contexte marocain a ouvert d'autres voies de la recherche que l'on a précédemment évoquées et notamment celle qui a été développée en partenariat avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) sur l'approche scientifique et technique du matériau terre : dispositions constructives et leurs modes de mises en œuvre (Guillaud et al 1986) que l'on a précédemment présentée.

***1993 : Le diagnostic de l'état des architecture de terre : une approche méthodologique de l'entretien et de la restauration***<sup>379</sup>

Cette communication scientifique et l'article qui a été publié permettaient de faire le point sur des recherches antérieures couvrant la question du diagnostic de l'état des ouvrages en terre dans le contexte marocain puis sous contrat avec le Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. Les recherches, sur les dix années qui ont suivies ont en effet permis de développer plus avant la méthodologie de diagnostic en consacrant une grande part de réflexion à la dimension de la pathologie structurale qui avait été peu considérée en première étape de recherche. Une relation beaucoup plus directe est alors établie entre la pathologie et le diagnostic d'humidité et la pathologie et le diagnostic de structure. La communication présentée en 1993 dans le cadre du colloque « *Le pietre da costruzione : il tufo calcareo et la pietra leccese* » propose un exposé jusqu'alors inédit de la méthode de diagnostic des pathologies d'humidité et de structure des ouvrages en terre en mettant en relation l'observation des symptômes pathologiques avec l'analyse des causes et de l'origine des causes, de façon à bien cerner les modes d'intervention préventifs et curatifs pour des interventions en restauration ou réhabilitation. La méthode qui est proposée pour les constructions en terre présente l'intérêt d'être aussi transposable à un plus large éventail d'ouvrages en pierres tendres qui ont été couverts par le colloque durant lequel elle a été présentée. Le triptyque pathologie (état) – diagnostic (analyse) – intervention (réponse) est alors pleinement appréhendé. Cette méthode de diagnostic que l'on a alors enrichie et précisée constitue encore à ce jour un outil de référence pour les professionnels qui en font usage.

Dans cet article que l'on présente au corpus des articles sélectionnés rendant compte de nos apports à la recherche sur la construction et les architectures en terre crue<sup>380</sup>, l'exposé de la méthodologie de diagnostic rapporte les actions typée de l'eau, les mécanismes et les

---

<sup>379</sup> **Guillaud 1993** : GUILLAUD, Hubert - La pathologie d'humidité et structurale des constructions en terre : une approche méthodologique de l'entretien et de la restauration utile aux autres constructions en matériaux tendres, in Atti del convegno internazionale : *Le pietre da costruzione : il tufo calcareo e la pietra leccese*, Consiglio Nazionale delle Recherche – Progetto Finalizzato Edilizia, CNR e Istituto per la Residenza e le Infrastrutture Sociali, IRIS, Bari, Italie, 26-28 mai 1993, actes publiés en avril 1994, 888 p., pp. 33-69.

<sup>380</sup> Voir Volume 1 : Articles Présentés dans le cadre de l'Habilitation à Diriger les Recherches ; 3 - Méthodologie et état du savoir en conservation des patrimoines architecturaux en terre ; pathologie et diagnostic ; **Guillaud 1993** : GUILLAUD, Hubert - *La pathologie d'humidité et structurale des constructions en terre : une approche méthodologique de l'entretien et de la restauration utile aux autres constructions en matériaux tendres*, 303 p., pp. 225-257.

effets de la pathologie d'humidité sur les éléments de construction des ouvrages en terre crue, soit :

- les fondations ;
- les soubassements ;
- le mur courant ;
- le système mur-ouvertures ;
- le système mur-planchers ;
- le système mur-toitures.

La pathologie structurale typée des ouvrages en terre crue est rapportée à un ensemble de symptômes classiques :

- les fissures structurales ;
- les fissures de retrait ;
- le flambement ;
- l'effondrement ;
- la décomposition du matériau.

Sont ensuite présentées les principales causes des désordres de structure et les mécanismes et effets rapportés aux éléments de construction, comme on l'a précédemment proposé pour la pathologie d'humidité.

L'avancée de la recherche est alors particulièrement notoire avec un exposé qui propose d'analyser la bonne compréhension des effets et des conséquences des principaux agents d'action pathologique. On retient alors cinq principaux critères ou agents de dégradation que l'on relie aux effets et conséquences et qui sont :

- l'érosion : effets de la pluie, du vent et des êtres vivants ; conséquences ;
- l'absorption : eau de contact, action de la pluie ; conséquences ;
- la condensation : effets et conséquences ;
- les forces dynamiques : vibrations, mouvements, dilatations, chocs à l'intérieur des éléments de construction ou à leur jonction ; effets et conséquences ;
- les forces statiques : traction, flexion, cisaillement, compression, tassement, poinçonnement ; effets et conséquences.

Puis nous proposons une méthode de diagnostic destinée à fonder la procédure et les modes d'intervention que l'on décline en quatre étapes :

- le relevé des ouvrages et la description des pathologies d'humidité et de structure ;
- l'évaluation des symptômes et leur analyse : la recherche des causes et de l'origine des causes des manifestations pathologiques ;
- l'analyse : le diagnostic de pathologie d'humidité et de structure ;
- les mesures à prendre pour un suivi de l'évolution des symptômes (monitoring) ou pour un traitement immédiat (prévention, stabilisation).

La méthode diagnostic proposée permet de mettre en relation, sous forme de fiches de diagnostic les différentes manifestations pathologiques (photographie, dessin et texte descriptif), les observations, les causes, l'analyse et les mesures à prendre.

- La dernière partie de l'article propose une méthodologie d'aide à la restauration des ouvrages ou à la construction en terre actualisée. Elle est fondée sur la mise en évidence des systèmes d'éléments de construction que l'on a défini dans la recherche antérieurement développée en contrat avec le CSTB (Guillaud et al, 1986).

### ***2005 : Pathologies et diagnostic des architectures de terre ; interventions pour la conservation des patrimoines architecturaux en terre***

Le développement des cours internationaux sur la préservation des patrimoines architecturaux en terre qui ont été organisés dans le cadre du Projet GAIA (1989-1994) en partenariat entre CRATerre et l'ICCROM, puis les cours régionaux panaméricains développés dans le cadre du Projet TERRA (partenariat élargi au *Getty Conservation Institute*) en 1996 et 1999 sur le site péruvien de Chan Chan, ont été favorables à la retombée des recherches sur le diagnostic des architectures de terre sur l'enseignement supérieur et professionnel. La méthode qui a été présentée lors du colloque italien de Bari, en 1993, a été développée et précisée plus avant et se décline désormais en cinq volets :

1. structures, éléments et systèmes constructifs ;
2. introduction à la pathologie ;
3. le diagnostic de structure ;
4. le diagnostic d'humidité ;
5. l'intervention.

On ne reviendra pas ici sur les pathologies et le diagnostic qui ont été largement présentés auparavant mais plutôt sur la question de l'intervention dont la méthodologie, en l'état actuel du développement des recherches et des retombées sur l'enseignement, a fait l'objet de présentations et d'exploitation plus récentes<sup>382</sup>.

### ***Philosophie, théorie et méthodologie d'intervention sur le patrimoine construit en terre***

Notre approche théorique est fondée sur la reconnaissance du fait qu'un bâtiment doit être considéré comme un système en équilibre avec son environnement. De cela dérive l'énoncé d'un principe qui admet que toute intervention risque de perturber cet équilibre et que les interventions radicales sont à exclure. Sur cette base, une règle d'or pour l'intervention est énoncée, en cinq points :

1. observer et documenter l'état initial ;
2. intervenir de façon minimale ;
3. s'assurer de la réversibilité de l'intervention ;
4. documenter l'intervention ;
5. inspecter et entretenir régulièrement.

---

<sup>382</sup> Cette méthodologie d'intervention a été présentée et exploitée dans le cadre de cours nationaux et régionaux réalisés à l'étranger (Iran notamment), ou et en France (région de Bretagne en partenariat avec l'Institut Régional du Patrimoine – Irpa - de Bretagne. Les matériels pédagogiques et didactiques qui en résultent ont été aussi présentés lors de conférences internationales sur la conservation des architectures de terre comme au Sultanat d'Oman, en 1993). Voir : CRATerre-EAG – DPEA-Terre ; Module Conservation du patrimoine architecturale en terre, **Guillaud 1999** – GUILLAUD, Hubert – *Interventions, polycopié de cours du DPEA-Terre*, 1999, 30 p. Voir aussi *Regional Seminar on the conservation of earthen structures in the Arab States, proceedings*, ed. Centre du Patrimoine Mondial de l'UNESCO et Ministry of National Heritage of the Sultanate of Oman, 264 p. ; **Guillaud 2003** – GUILLAUD, Hubert – *Guidelines for interventions*, pp. 133-154.

Nous proposons également une approche philosophique de l'intervention en rappelant que l'objectif majeur de la conservation architecturale est de préserver les valeurs culturelles (authenticité, intégrité, signification culturelle), tangibles et intangibles, du patrimoine. Cette approche invite à prendre du recul sur la seule dimension conservatoire « technique » du « matériau » qui, bien qu'étant la plus souvent considérée par les techniciens de la conservation, n'est plus prioritaire et fait alors partie d'un processus conservatoire plus complet où les enjeux culturels englobent les enjeux techniques. La conservation du patrimoine doit préserver l'intégrité de la culture constructive originale, des savoir-faire artisanaux, utiliser les matériaux les plus compatibles avec le matériau d'origine. Seules des raisons techniques issues de nécessités incontournables telles que stabilisation et consolidation urgente (risque imminent d'effondrement, p.e.) peuvent justifier l'emploi d'autres matériaux et techniques (structures en béton ou en acier) tout en garantissant le caractère préventif et la réversibilité de l'intervention (en cas d'étalement provisoire par exemple, avant diagnostic plus complet et intervention plus durable). Par ailleurs, on admet que l'usage privilégié de matériaux et de techniques compatibles et proches de la culture constructive originale, impose un programme régulier de vigilance et d'entretien.

Dès lors, il est possible de décliner un ensemble de stratégies d'intervention. Sont alors considérées :

- *les interventions immédiates ou urgentes*, lorsque l'ouvrage est déclaré en situation de péril ou de grand risque ; on attire néanmoins l'attention sur le fait que l'urgence ne doit pas être confondue avec la précipitation, que l'intervention doit être fondée sur un bon diagnostic, que l'objectif est de mettre le bien culturel en situation de risque minimum, revêtant ainsi un caractère plus « préventif » que « définitif » ;
- *les interventions de stabilisation plus « durables »* qui doivent être basées sur une étude approfondie de l'environnement de l'ouvrage dans ses multiples composantes : physique, climatique, politique, économique, sociale, culturelle,... partant du fait que des facteurs d'environnement agissent de façon agressive sur le bien culturel à conserver ; il apparaît alors important d'intervenir aussi sur ces composantes environnementales.
- Puis est relevée la question de *l'entretien préventif* (vigilance, routine), comme composante à part entière de l'intervention de conservation.
- Sont ensuite abordées *les modes d'intervention plus directs sur la composante « bâtiment en terre »* du bien culturel, avec :
  - o *les interventions sur les structures* : on propose alors un ensemble de onze actions qu'il convient d'éviter :
    - ré application de charges qui ont disparu : risque de rupture de l'équilibre initial ;
    - ajout de nouvelles charges ; risque de rupture de l'équilibre initial ;
    - introduction de parties plus résistantes avec des matériaux « durs » (béton, acier) ;
    - élimination de parties des ouvrages ; risque de rupture de l'équilibre initial ;
    - rebouchage de fissures « vivantes » ;
    - modification de taille des ouvertures ; risque de rupture de l'équilibre initial ;
    - réalisation d'enduits trop résistants, peu flexibles et imperméables ; risque de génération d'humidité cachée ;
    - abaissement de la nappe phréatique ; risque de rupture de l'équilibre initial ;



- réalisation d'excavations en proximité des ouvrages ; risque de rupture de l'équilibre initial ;
- taille d'arbres proches des ouvrages ; risque de rupture de l'équilibre du microclimat initial ;
- couverture des structures : risque de rupture de l'équilibre du microclimat initial, d'activation de la perte de cohésion et de biodégradation du matériau.

Sont alors énoncées des recommandations générales pour guider les interventions sur les structures en terre :

- contrôler l'environnement et les abords des ouvrages en terre ;
  - contrôler les sources d'apport d'eau ;
  - rétablir l'intégrité structurale et mécanique des ouvrages (notamment en zone sismique) ;
  - stabiliser le bâtiment : reprise de lacunes importantes pouvant causer une défaillance de la stabilité structurale ;
  - intervenir si nécessaire sur les infrastructures (fondations) mais en veillant à ne pas modifier la répartition des charges ;
  - intervenir sur les superstructures (murs) en reconstruisant partiellement si nécessaire pour garantir la stabilité ;
  - intervenir sur les fissures en distinguant les fissures stables ou mortes, des fissures vivantes
  - intervenir sur les effritements, déformation localisée ou « ventre » en rétablissant l'équilibre initial des charges.
- *les interventions sur les problèmes d'humidité*: on propose là aussi un ensemble de quatre actions qu'il convient d'éviter :
- les réparations locales ou partielles des protections de surface ; risque de fissuration de retrait, de manque d'adhérence et de décollement ;
  - le remplacement de parties des ouvrages par des matériaux plus résistants : risque d'induire un comportement structural, thermique et hygrothermique différentiel et de génération de nouvelles fissures ;
  - l'imperméabilisation ou hydrofugation de surface : blocage de l'évaporation, condensation, point de rosée interne ;
  - l'imperméabilisation des abords des ouvrages en terre : trottoirs en béton, voirie goudronnée, cunettes de surface en béton : blocage de l'évaporation, capillarité, rejaillissement à partir de la surface dure, ...

Sont ensuite énoncées des recommandations pour guider les interventions sur les problèmes d'humidité affectant les ouvrages en terre :

- réparation des surfaces érodées : réfection des enduits, types d'enduits, modes d'application ; éviter les imprégnations chimiques ;
- prévention des remontées capillaires : bloquer l'accès de l'eau, évacuer l'eau de l'environnement des ouvrages ; empêcher les remontées capillaires (divers procédés sont énoncés) ;
- interventions sur les problèmes de condensation, pression de vapeur et humidité relative de l'air : ventilation, contrôle de la production de vapeurs ;
- prévention des biodégradations liées à l'humidité ambiante : flore parasite (mousses, lichens), champignons et moisissures, insectes et termites ;

Notre guide d'intervention propose également une approche différenciée pour la préservation des sites archéologiques en recommandant :

*des réparations de base :*

- interventions sur l'environnement et les abords des vestiges mis au jour :
  - reprises des drainages de surface ;
  - préservation paysagère ;
  - accessibilité ou non accessibilité, cheminements de visite ;
  - protection par abris et toitures : protection préventive temporaire, mise en valeur esthétique du site ;
  - ré-enterriment, recouvrement des vestiges après leur documentation ;
- *interventions sur les matériaux du site :*
  - reconstruction partielle de bases des murs érodés ;
  - chapeaux de protection ou enduits sacrificiels ;
  - reconstruction de parties de structures (en respect de limites éthiques, de l'authenticité et de l'intégrité), sans interprétation conjecturale ;
  - bilan sur les procédés de conservation « chimique » : utilisation de silicate de potassium, de silicate d'éthyle, de copolymères et émulsions acryliques
  - bilan sur les procédés de conservation des surfaces décorées (peintures, sculpture et moulages, ...).

En 1999, cette proposition de guide méthodologique d'intervention sur le patrimoine architectural et archéologique en terre constitue véritablement une nouvelle étape de définition des outils destinés à guider les pratiques conservatoires du milieu professionnel. Au cours de cette même année, la recherche que l'on va développer en contrat avec le *Getty Conservation Institute* consistant en une revue critique de la littérature scientifique des quinze dernières années du XX<sup>ème</sup> siècle sur la conservation des architectures de terre (voir ci-après) va contribuer à d'autres avancées qui permettront d'amender, d'affiner les énoncés théoriques, de mieux définir et structurer les documents pédagogiques et didactiques, les outils destinés aux professionnels et praticiens de la conservation. Les tous derniers guides méthodologiques que l'on a produit en 2005, soit à l'occasion d'une formation des professionnels de la région de Bretagne - réalisé en partenariat avec l'Institut Régional du Patrimoine (Irpa) de Bretagne - soit pour la conservation du patrimoine architectural des oasis présahariens au Maroc (vallées du sud marocain) - réalisé avec le Centre de conservation et de réhabilitation du patrimoine architectural des zones atlassiques et sub-atlassiques (CERKAS) de Ouarzazate - intègrent pleinement ces évolutions<sup>383</sup>.

---

<sup>383</sup> Pour cette formation, on a produit avec deux de nos collègues du laboratoire CRATerre deux supports didactiques originaux, faisant l'objet de présentations préparées avec le logiciel *powerpoint*. Il s'agit de : **CRATerre, Guillaud et al. 2005** : GUILLAUD, Hubert, avec la collaboration de MORISET, Sébastien et RAKOTOMAMONJY, Bakonirina – *Le Diagnostic de l'état des architectures de terre, méthodologie* : 118 diapositives ; et de : **CRATerre, Guillaud et Rakotomamonjy 2005** : GUILLAUD, Hubert, RAKOTOMAMONJY, Bakonirina – *Intervention ; conservation du patrimoine architectural en terre* : 65 diapositives. Pour le contexte marocain relevons ici cette contribution récente : **CERKAS et CRATerre, Boussahl et al 2005** : BOUSSALH, Mohammed (CERKAS, Maroc), JLOK, M. (IRCAM, Maroc), MORISET, Sébastien, GUILLAUD, Hubert, (CRATerre-EAG) - *Manuel de conservation du patrimoine architectural des vallées présahariennes du Maroc*, éd. CERKAS. Centre du Patrimoine Mondial de l'UNESCO / CRATerre-EAG, 70 p., janvier 2005.

**1999-2001 : Conservation des architectures de terre : revue critique de la littérature des 15 dernières années du XX<sup>ème</sup> siècle (en contrat avec le Getty Conservation Institute)**<sup>384</sup>

Cette recherche qui a été réalisée sous contrat avec le *Getty Conservation Institute* (GCI), dans le cadre du plan d'action de recherche scientifique du Projet TERRA, propose une revue critique de la littérature scientifique produite au cours des 15 dernières années du XX<sup>ème</sup> siècle alors que le domaine spécifique de la conservation des architectures de terre se constituait et se développait, notamment sous l'impulsion de conférences internationales successives, puis des projets GAIA et TERRA, conjointement définis et pilotés par le CRATerre, l'ICCROM et le GCI. Un inventaire complet de la littérature accessible dans les fonds documentaires de ces trois organisations partenaires a été fait qui a repéré 1269 documents (livres, recherches, articles, communications) à partir desquels on a opéré une sélection serrée de 621 documents constituant un corpus de textes de référence qui traduisent les développements et les apports récents de la recherche dans le domaine. Cette recherche a été structurée en trois grands chapitres qui sont : i) Connaissance et analyse du matériau terre ; ii) Pathologie et diagnostic des architectures de terre, et iii) Interventions, traitements et évaluation. Chacune de ces parties couvre un ensemble de questions qui sont traitées dans la littérature que l'on a révisée et qui nous permet de dresser un état des savoirs et des pratiques dans le domaine de la conservation des architectures de terre.

La première version de ce travail, écrite en français (Guillaud 1999) et traduite en anglais a été par la suite révisée et amendée (Guillaud 2001). Puis cette recherche a été révisée par un corpus de chercheurs européens, nord-américains et latino-américains, de façon à préparer son édition. Entre temps, une bibliographie exhaustive a été éditée par le GCI, sur Cd-rom. A l'occasion de la conférence TERRA2003 qui s'est tenue à Yazd, Iran, en novembre 2003, cette recherche a fait l'objet d'une nouvelle synthèse (Guillaud, Avrami, éd. et al. 2003) communiquée et éditée dans les actes de la conférence. Les thèmes couverts par cette recherche ont été réorganisés sur 8 sections thématiques :

*Section 1 : minéralogie et géotechnique*

- minéralogie : structure des argiles ;
- science des argiles : chimie des argiles ;
- géotechnique et sciences des sols : physique et mécanique.

*Section 2 : pathologies environnementales*

- eau, vent, sels, détérioration environnementale.

*Section 3 : diagnostic*

- relevé, diagnostic de condition et évaluation.

*Section 4 : consolidation chimique*

- surfaces non décorées ;
- ressources archéologiques ;
- mélanges amendés.

*Section 5 : conservation des surfaces décorées*

- surfaces décorées.

---

<sup>384</sup> CRATerre-EAG, ICCROM, GCI, Guillaud et al. 1999, 2001 : op. cit.

*Section 6 : pathologie structurale et consolidation*

- ingénierie structurale et hydrologique ;
- détérioration structurale et pathologie ;
- monitoring structural ;
- interventions structurales ;
- drainage.

*Section 7 : interventions en zones sismiques*

- détérioration sismique et pathologie ;
- interventions sismiques.

*Section 8 : problèmes biologiques*

- monitoring environnemental ;
- monitoring d'humidité ;
- contrôle biologique.

Nous proposons un article de synthèse couvrant cette recherche dans le Volume 2 présentant notre sélection d'articles représentatifs de nos apports à la recherche, préparé pour la présentation de cette habilitation à diriger les recherches<sup>385</sup>. Cette revue de la littérature en conservation des patrimoines architecturaux en terre fait le point sur l'état des savoirs et des pratiques de conservation les plus récents et actualisés. Elle sera publiée par le *Getty Conservation Institute* en cette fin d'année 2007, dans la collection « *Research in Conservation* » et sera présentée lors de la prochaine Conférence internationale TERRA2008 qui se tiendra au Mali du 1<sup>er</sup> au 5 février 2008. Elle aura permis de réévaluer la pertinence et la priorité d'un ensemble de voies de la recherche scientifique - recherches fondamentales sur le matériau terre (cohésion et perte de cohésion du matériau), recherches expérimentales et appliquées sur les techniques et les pratiques conservatoires – qui avaient été préalablement définies avec l'index de la recherche en architecture de terre réalisé en 1999 dans le cadre du Projet TERRA<sup>386</sup>.

Pour dresser un bilan de cette recherche, nous reprenons ici les termes principaux de la conclusion de notre article de synthèse que l'on a proposé dans le cadre de sa présentation à la Conférence Terra2003 de Yazd (Iran)<sup>387</sup>.

***Les insuffisances de l'évaluation***

L'évaluation des interventions de conservation des architectures de terre est bien évidemment essentielle pour faire avancer les connaissances théoriques, les approches méthodologiques et les pratiques conservatoires, et pour faciliter l'ouverture de nouvelles voies de recherche scientifique. Dans cette révision de la littérature, on aura couvert quinze années de production scientifique ou littéraire. Cela représente un fonds documentaire très important car ce sont effectivement ces quinze dernières années qui ont produit le plus de

---

<sup>385</sup> Ibid., pp. 259-288.

<sup>386</sup> **Projet TERRA 1999** : CRATerre-ICCROM-GCI - *Earthen Architecture Research Survey*, ed. Getty Conservation Institute, Los Angeles, Etats-Unis, juin 1999, 12 p.

<sup>387</sup> **Guillaud et Avrami 2003** : GUILLAUD, Hubert, AVRAMI, Erica – *Research in Earthen Architecture Conservation : A Literature Review*, in Actes de la 9th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture, Terra 2003, Yazd, Iran, 29 November – 2 December 2003, ed. Iranian Cultural Heritage Organization, Téhéran, novembre 2003, 666 p., pp. 201-220.

---

littérature sur le sujet révisé. Dans cette production, les grandes conférences internationales sur la préservation des architectures de terre qui ont eu lieu sur la période, auront certainement apporté des éléments de connaissance nouveaux et fondamentaux pour faire avancer et mieux structurer une science naissante de la conservation des architectures de terre. Simultanément, au-delà des pratiques de terrain, encore récemment empiriques et expérimentales, se développait une véritable recherche scientifique fondamentale et appliquée. Mais, le plus souvent, la production littéraire restitue un ensemble d'études de cas qui rendent compte de l'évolution des expériences, dans une communauté d'opérateurs souvent isolés et que seuls des événements comme des séminaires, colloques et conférences internationaux peuvent réunir pour échanger, partager leurs expériences, leurs savoirs en acquisition, en évolution. Faire un compte-rendu de ses expériences n'est pas pour autant faire une évaluation des interventions, même si c'est une façon de mettre le pied à l'étrier pour aller dans ce sens. Ainsi, la littérature fait peu cas de véritables évaluations. Ce sont souvent des expressions de campagnes de « *monitoring* » qui donnent lieu à des constats, à l'expression d'observations macrovisuelles. Les analyses, les synthèses sont rares. Par ailleurs, ce ne sont pas le plus souvent les interventions qui sont évaluées mais davantage les recherches à caractère exploratoire. Nous avons donc, au fil de ces 15 ans passés la possibilité de restituer une vision de l'évolution des savoirs et des pratiques qui est considérablement limitée par ce que l'on dénomme ici les insuffisances de l'évaluation. Notre souci a principalement été de restituer les propos de chercheurs ou de praticiens qui, à notre sens, auront plus particulièrement contribué à faire avancer le savoir en offrant une réflexion qui prend suffisamment de recul ou d'altitude, en forme de bilans ou de synthèses qui établissent des paliers de l'état des connaissances, lesquels sont fondamentaux pour ouvrir sur un progrès de la science dans le domaine couvert. Parmi les contributions qui ont particulièrement retenu notre attention, se trouvent celles qui dressent une évaluation comparée de divers traitements de conservation.

Notre révision de la littérature a aussi rendu compte de discussions de programmes de recherche scientifique, ou de recherche-action, comme de projets réalisés ou en cours de développement sur lesquels un regard d'analyse scientifique, ayant valeur d'évaluation, aura été porté. Les propos restitués sont loin de couvrir la question de l'évaluation des interventions de façon exhaustive. Beaucoup de procédés et de formes d'intervention ne sont finalement pas évalués, ou très sommairement. On ne peut que le regretter. On aura principalement pu couvrir les procédés de *backfilling* (ré-enterrément de fouilles), de protection de surface par enduits, badigeons, peintures, les imprégnations chimiques, les systèmes de protection par géotextiles et enfin, quelques considérations sur l'évaluation des techniques de réhabilitation sismique.

Une question s'impose : les évaluations dont on a rendu compte permettent-elles de tirer des enseignements largement applicables ? Une fois encore, tout est affaire de cas unique quant à l'efficacité des traitements qui sont directement tributaires du type de matériau traité, de sa texture, de sa minéralogie, mais plus encore du degré d'intégrité constructive et architecturale, dans un contexte et un environnement donnés.

Ce que l'on doit retenir nous semble davantage devoir être rapportable au domaine des méthodes et des procédures, des modes de traitement, plus qu'à celui des produits ou malheureusement encore souvent, au domaine des « recettes » auxquelles beaucoup d'opérateurs de terrain font appel. Mais il n'y a en effet pas de produit « miracle » ; il n'y a pas de recette. Il n'y a que des caractéristiques, des propriétés, des interrelations aux environnements distincts et des façons de bien comprendre les problèmes pour tenter de bien

les résoudre. Certes, quelques traitements donnent de meilleurs résultats et ils peuvent être de nature physique comme de nature chimique ou, à l'interface, physico-chimique. Les recherches et les expérimentations qui ont pu être évaluées donnent des résultats assez variés et tendent à montrer que l'architecture de terre vit, réagit avec son environnement et que l'on ne peut espérer que ralentir les effets de ces facteurs environnementaux, avec plus ou moins de succès.

On aura noté que le procédé de *backfilling* est reconnu comme un mode très efficace de protection et de préservation des vestiges archéologiques. Au cours des dernières années, ce procédé a été nettement amélioré par l'optimisation des drainages et par un meilleur contrôle de la percolation de l'eau de surface (utilisation de géotextiles, réalisation de couches de sédiments argileux saturants, ou systèmes améliorant l'évaporation de l'humidité). L'évaluation du procédé utilisé au début du siècle sur le Pueblo Bonito de Chaco Canyon. (Dowdy et Taylor 1990<sup>388</sup>), est riche d'enseignements en restituant des données issues d'une campagne de *monitoring* effectuée après 70 années. On peut ainsi confirmer la bonne qualité de protection des traits architecturaux essentiels, mais aussi toutes les précautions qu'il convient de prendre lorsque l'on souhaite remettre au jour des vestiges pour documenter à nouveau leur état. Précautions à prendre pour l'enlèvement du matériau de comblement ; précautions à prendre pour contrôler la vitesse de séchage des sédiments (soleil, vent) qui retiennent de l'humidité dans les couches de surface. Les tests montrent aussi que la croissance de la végétation peut avoir des effets néfastes sur la conservation des enduits originaux et peuvent ainsi valider l'utilisation régulière de produits herbicides. L'utilisation de sédiments sableux donne d'excellents résultats du fait d'une bonne propriété de percolation et filtration de l'eau autant que d'évaporation de l'humidité. Un souci demeure : mieux garantir la qualité de la protection pour les couches supérieures, jusqu'à au moins 30 cm d'épaisseur.

Pour ce qui est des solutions de protection de surface, ce sont sans doute les évaluations comparées qui fournissent le plus d'enseignements. Les enduits traditionnels à base de terre, de terre amendée de paille, de terre stabilisée à la chaux, ou de chaux naturelle hydratée, l'utilisation de stabilisants naturels, sont réhabilités avec un intérêt divers des opérateurs, selon que l'on doive préserver des ressources de nature archéologique ou des édifices historiques. Pourtant, les expériences réalisées en conservation des sites archéologiques sont le plus souvent très concluantes, positives. Mais, la question de l'entretien périodique (pour les enduits en terre seule ou en terre amendée en paille, notamment), semble demeurer un frein pour une plus large réhabilitation de ces pratiques d'enduits traditionnels. C'est moins le cas pour la conservation des édifices historiques où la réhabilitation des enduits à base de chaux est largement acceptée. D'autres programmes de recherche sur murets-tests ont montré que les mortiers bâtards (sable-chaux, sable-chaux-ciment), présentent de très bonnes potentialités alors que les solutions de badigeons à la chaux exigent un entretien fréquent. L'utilisation des peintures ne donne pas, dans l'ensemble, de bons résultats.

Pour ce qui est des consolidants chimiques, ce sont surtout des programmes de recherche expérimentale qui offrent des résultats discutables, parfois dignes d'intérêt. Mais dans l'ensemble, ces résultats sont très inégaux et l'on en reste encore, assez globalement, à

---

<sup>388</sup> Dowdy et Taylor 1993 : DOWDY, K., TAYLOR, Michael Romero - *Investigations into the benefits of site burial in the preservation of prehistoric plasters in archaeological ruins*, in 7a Conferência internacional sobre o estudo e conservação da arquitectura de terre, 24-29 de Outubro 1993, Silves, Portugal, pp. 480-487, ed. Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, Lisbon, Portugal, 1993.

l'expérimentation, sans application trop large, car de nombreux problèmes demeurent. Il est en tout cas assez clair que la minéralogie et la texture des matériaux de terre traités aux consolidants chimiques, jouent un rôle décisif dans l'efficacité de ces traitements. De même, une trop grande quantité d'argile par rapport aux composants sableux, réduit notablement l'efficacité des traitements de consolidation chimique. L'état des conditions physiques du matériau, et particulièrement son degré de cohésion, sont aussi un facteur décisif. D'autres recherches semblent aussi montrer que l'amendement en consolidant chimique dans la masse, lors de la préparation des mortiers de protection (gâchage), est plus efficace que le traitement postérieur par aspersion ou par imprégnation à la brosse ou au rouleau à peinture. A choisir entre les procédés de traitement par pénétration forcée, par aspersion ou par imprégnation à la brosse ou au rouleau, c'est l'aspersion qui semble donner les meilleurs résultats, dans la mesure où l'évaporation du solvant volatil est retardée et dans la mesure où la viscosité du produit est adaptée pour garantir une bonne pénétration. Beaucoup de chercheurs et d'opérateurs restent encore sceptiques sur la pertinence de ces traitements chimiques du matériau terre et les mettent volontiers en balance avec d'autres procédés de conservation plus traditionnels, dont le principe de réalisation d'enduits sacrificiels qui devront être entretenus et périodiquement restaurés. Les expériences plus spécifiques faites avec les silicates d'éthyle, au cours de ces presque 30 dernières années, montrent que ces produits offrent des propriétés intéressantes mais donnent des résultats très variés qui sont difficiles à évaluer. Une étude plus poussée des facteurs pouvant affecter l'efficacité de ce type de traitement nous semble toujours indispensable. Il semble que le procédé agisse de manière très lente, que son effet s'affaiblisse dans le temps et que le traitement doive donc être répété. Quelles sont alors les limites de performance économique du procédé vis à vis de solutions plus classiques qui nécessitent, elles aussi, un entretien (pour les sommets et les bases des murs en terre, moins que pour leurs parois courantes), des réfections périodiques, qui sont à l'évidence moins onéreuses et qui valorisent les cultures locales comme les emplois locaux ? Car le coût des consolidants chimiques reste un argument défavorable.

Le procédé de protection des sommets de murs en terre par *capping* (chapeaux) reste sans aucun doute l'un des plus efficaces mais doit, autant que possible, privilégier l'emploi de matériaux compatibles afin de contrôler le risque d'érosion différentielle entre le sommet et la paroi. Le traitement de la base des murs (plate-forme d'évacuation du ruissellement, drainage), reste indispensable. L'entretien des *cappings* est également une activité incontournable. Le principe des *cappings* évaporant plutôt que ruisselants semble doté de potentialités intéressantes qui mériteraient d'être davantage explorées par la recherche expérimentale.

Il y a aussi des limites à poser pour ce qui est de l'amélioration des solutions traditionnelles par ajouts de stabilisants ou de consolidants. Les pratiques ne peuvent en tout cas être des expérimentations trop empiriques et mériteraient un suivi scientifique plus soutenu par des campagnes de *monitoring* suivies d'évaluations. Par ailleurs, dans cette démarche, trop de fantaisie pourrait nuire à une recherche raisonnée des potentialités offertes par cette voie.

La protection aérienne par géotextiles présente des intérêts pour une conservation préventive temporaire et totalement réversible, en attente d'interventions plus durables. Mais il y a une incompatibilité évidente avec la mise en valeur esthétique des ressources architecturales traitées ainsi que sur l'impact visuel dans le paysage.

Les recherches sur les techniques de conservation des édifices affectés par le risque sismique ont été nettement garantes de résultats directement utiles pour une conservation préventive, comme pour des interventions rétroactives. La réintégration de la stabilité des structures et de la liaison mécanique des systèmes construits, est une voie qui s'affirme comme les plus dignes d'intérêt et que l'on peut opposer au renforcement. Mais il y a toujours une querelle d'école pour ce qui est du champ spécifique des architectures de terre dans la mesure où les intervenants sont davantage liés au domaine de l'ingénierie sismique appliquée aux techniques de construction contemporaines (béton armé, acier, etc.). Par ailleurs, une nouvelle voie de recherche émerge et retient davantage d'intérêt, qui porte son attention sur les cultures constructives locales du risque (mémoire culturelle des événements sismiques) et les réponses apportées par l'intelligence constructive des bâtisseurs. Les solutions constructives traditionnelles apportent des réponses que la technologie actuelle pourrait être en mesure de revaloriser en améliorant leur efficacité.

Il nous faut aussi relever, qu'il n'est pas finalement aussi simple, ou si sûr, d'affirmer que le matériau terre et les structures bâties avec ce matériau, doivent être totalement protégées de l'eau, c'est à dire hydrofugées ou imperméabilisées. Cela malgré les tendances de la recherche et de l'expérimentation qui ont été portées par cette approche, notamment avec la consolidation chimique. Nous avons perçu, dans l'ensemble de la littérature, quelles que soient les problématiques de recherche, une conception largement admise par la communauté des chercheurs et des opérateurs. L'architecture de terre, qu'elle soit vestige archéologique ou édifice historique à conserver, doit respirer, doit faire alliance avec l'environnement. De ce fait, l'architecture de terre doit fondamentalement être entretenue et si possible vécue, être utilisée pour garantir sa survie, sa pérennité. L'efficacité de la réhabilitation des formes de protection et d'entretien traditionnels (techniques de protection de surface, notamment), que l'on n'opposera pas à celle des traitements pétrifiants qui peuvent aussi donner des résultats dignes d'intérêt, est souvent relevée mais, une fois encore, exige un investissement d'entretien.

La conservation du patrimoine architectural en terre, comme sa mise en valeur, exigent une mise en situation physique, climatique, économique et socioculturelle. Elles exigent une problématisation plus réaliste, c'est à dire incarnée dans les faits de société, dans la perspective d'un développement durable, bénéficiaire aux sociétés qui les assurent, c'est à dire créatif de richesses, d'une plus-value sociale et économique fondées sur une large reconnaissance de l'histoire, des cultures, des différences. On se doit de dire qu'il est encore nécessaire d'apprendre car la science de la conservation des architectures de terre est à peine naissante, même si elle restitue l'évidence de belles promesses d'accomplissement pour l'avenir.

Devant la force et la beauté de cet héritage des architectures de terre que nous voulons conserver, il nous faut encore rester modestes, écoutant et observant, mais aussi continuer à chercher, à expérimenter. Il nous faut surtout davantage évaluer et partager les expériences, les résultats. Nous avons aussi, sûrement, encore beaucoup à apprendre de ceux qui les ont érigées en intelligence constructive, en maîtrise architecturale, pour que ces architectures de terre aient daignées parvenir jusqu'à nous, au delà des millénaires.



### **3.4. : Recherches didactiques et leurs déclinaisons pédagogiques : le « Cours de construction » à l'École d'Architecture de Grenoble »**

L'ensemble des recherches que l'on aura développées a été systématiquement mis à profit pour les activités d'enseignement supérieur que proposent les enseignants et chercheurs du laboratoire CRATerre, au niveau local et national (à l'ENSAG), comme au niveau international (cours régionaux et nationaux en divers pays). A l'école d'Architecture de Grenoble, dès mon intégration au CRATerre, avant que cette équipe soit reconnue comme laboratoire de recherche (1986), j'ai participé aux travaux d'un collectif d'enseignants sur le « Cours de construction », piloté par Patrice Doat, qui plaçait l'expérimentation constructive au cœur du renouvellement de l'enseignement de cette discipline et préfigurait, près de 20 ans avant, ce qui allait devenir les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau (2000). Ce programme de recherche didactique pluriannuel, engagé sous contrat avec le Secrétariat de la Recherche Architecturale de la Direction de l'Architecture, en 1982, allait produire une série de rapports qui conceptualisait au fil des ans la définition du concept de « culture constructive » que notre équipe déploie dans ses enseignements actuels, en deuxième cycle de master « Architecture et cultures constructives ». La pédagogie du « faire », de « l'expérimentation » est au cœur de cette pédagogie innovante du projet d'architecture et bénéficie désormais de ce lieu d'accueil exceptionnel que sont les Grands Ateliers. De même, le *Traité de construction en terre* élaboré avec mon collègue Hugo Houben, et les nombreux compléments apportés au fil des ans par d'autres publications personnelles et celles du collectif de chercheurs du laboratoire, constituent toujours le socle didactique et pédagogique des enseignements que le CRATerre a régulièrement développé dans son programme de cours professionnels intensifs internationaux, dans le DPEA-Terre, puis le CEAA-Terre et enfin avec le tout récent DSA-Terre qui constitue désormais une formation de post master en 3<sup>ème</sup> cycle. Cette base de données pédagogiques et didactiques est en évolution permanente avec l'intégration des retombées de la recherche fondamentale sur la matière et le matériau, de la recherche expérimentation sur les dispositions constructives du projet architectural en terre (et autres matériaux, dans le cadre du master), et de la recherche-action liée au développement de projets sur divers terrains, particulièrement dans le domaine de l'habitat social et des établissements humains (pays d'Afrique, d'Amérique latine, d'Asie). J'ai également contribué activement à la réalisation de plusieurs programmes pédagogiques d'enseignement professionnel, accompagnés de leurs matériels pédagogiques et didactiques. On peut relever ici la conception de tels programmes de formation pour la création d'une école des arts et artisanats populaires au Portugal, centrée sur la construction en terre et la restauration du patrimoine (Doat, Guillaud et al. 1994), pour la réalisation régulière de cours en pays étrangers, soit en Inde (1989), au Nigeria (1989 et 1994), à Cuba (1994 et 1996), en Iran (2000, 2002 et 2006). Ma participation à l'élaboration du programme d'enseignement des cours panaméricains sur la conservation et la gestion du patrimoine architectural archéologique et historique en terre (1995-96 et 1997-99), en association avec d'autres collègues enseignants et chercheurs de l'ICCROM et du *Getty Conservation Institute*, et des professionnels internationaux, a abouti à la mise au point d'un Cd-rom, le *Pedagotron I* et le *Pedagotron II*, qui fournit l'ensemble des matériels didactiques en langue espagnole. Ce

matériel devrait être prochainement mis en ligne et en lien sur les sites Web des partenaires du projet TERRA, après avoir été révisé et adapté aux attentes et besoins des institutions culturelles des pays d'Amérique latine, phase pour laquelle j'ai fait partie d'un comité scientifique international mis en place par le *Getty Conservation Institute*.

On propose ici de réviser principalement la trajectoire pluriannuelle de notre contribution à l'élaboration d'un nouveau « cours de construction » et d'un enseignement innovant sur les cultures constructives fondés sur la pratique du chantier pédagogique et de l'expérimentation comme démarche d'apprentissage, de constitution d'un savoir et d'un savoir-faire (expérience) de la conception et réalisation du projet d'architecture, qui menait à la création des Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau. On fera également une brève évocation de quelques uns des programmes d'enseignement supérieur et de formation professionnelle auxquels nous avons apporté une contribution significative, soit en terme conceptuel et théorique, soit en ayant rempli un rôle de coordinateur pédagogique.

**1981-1995 : Recherche sur le Cours de construction : de l'atelier maçonnerie de l'Ecole d'Architecture de Grenoble au Pôle d'enseignement supérieur de la construction (futurs Grands Ateliers) de l'Isle d'Abeau**

Au cours de l'année 1981 qui suit l'obtention de mon diplôme d'architecte à l'Ecole de Marseille Luminy, Patrice Doat, alors jeune enseignant à Grenoble et président du Centre de Recherche et d'Application Terre (CRATerre), m'invite à intégrer cette jeune équipe et à collaborer à des actions de recherche sur l'enseignement de la construction. Fréquentant de plus en plus l'école de Grenoble, je suis étonné de voir comment cet enseignement est approché et développé de façon tout à fait originale, tel que je ne l'avais pas suivi à Marseille où dominaient la théorie et le calcul de résistance des matériaux et des structures, l'approche physique et mathématique classique. A Grenoble, les enseignements de Patrice Doat privilégient une pédagogie pratique de la construction, sur maquettes de systèmes constructifs et de structures en arcs, voûtes et coupes, construites à échelle réduite avec de petites briques réalisées en moulage de ciment prompt. L'acte de construire précède l'acte de concevoir, de dessiner le projet. L'étudiant expérimente la construction avant de conceptualiser le projet de manière à intégrer dans sa démarche la préoccupation de la construction, à **développer une « imagination constructive » et faire ainsi émerger « l'idée et l'intelligence constructives »** du projet au contact de la matière, du matériau, des systèmes constructifs et des structures. Il se voit ainsi directement confronté à l'observation du comportement physique et mécanique des structures. Il apprend en reconnaissant les logiques constructives de structures qui travaillent en compression. On construit, on déconstruit partiellement, jusqu'à l'équilibre approchant l'instabilité puis amenant l'effondrement des structures dont le système de transmission des charges a été rompu. Le temps de voir que leur stabilité résulte principalement de celle d'arcs qui définissent par translation ou rotation la forme des voûtes et des coupes, et transmettent les charges vers leurs appuis par compression. Cette référence aux systèmes et structures en arcs, voûtes et coupes est prise dans l'architecture de l'architecte égyptien Hassan Fathy qui publiait quelques années

auparavant son *Construire avec le peuple*<sup>392</sup> et qui engageait la réalisation du fameux village de *New Gourna*, près de Louxor. Mentor d'une génération également préoccupée par l'utilité sociale de son métier d'architecte alors que se consolide l'écart de développement entre le Nord et le Sud, entre la richesse et la misère des hommes, entre l'accès et l'inaccessibilité au logement. Cette référence est également prise dans plusieurs projets récents d'habitat social économique et de bâtiments publics revalorisant ces systèmes constructifs, réalisés par l'Association pour le Développement d'une Architecture et d'un Urbanisme Africain (ADAUA), dans le bidonville de Rosso, en Mauritanie, association avec laquelle le CRA Terre est en sympathie et dont les travaux ont été valorisés dans le *Construire en terre* publié en 1979. Ces pratiques constructives étaient expérimentées dès 1976 par l'Association pour le Développement et l'Expérimentation des Techniques et Energies Nouvelles, (ADETEN), qui précédait la création de CRA Terre, sur un premier prototype de construction en pisé et en blocs de terre réalisé sur la commune de Vignieu, en Isère<sup>393</sup>. Près de cinq ans ont passé et les enseignements du projet d'architecture, dans les cours de Patrice Doat, à Grenoble, intègrent le rapport physique et sensible à la construction comme lieu d'expérimentation du faire et de l'observation du comportement des matériaux et des structures. Ils s'inscrivent aussi dans le lignage d'autres enseignants de cette discipline, tel l'ingénieur français Robert Le Ricolais (1894-1977), reconnu comme le « père des structures spatiales », qui enseigna aux Etats-Unis à partir de 1951 dans les universités d'Illinois-Urbana, de Caroline du Nord, à Harvard puis à Penn (Michigan) à dater de 1954, en développant cette approche échappant à l'académisme et à l'orthodoxie disciplinaire, contribuant à ouvrir une nouvelle voie pour réduire la césure entre conception et réalisation du projet, entre architectes et ingénieurs, architectes et entrepreneurs. Une approche pédagogique qui, selon les termes mêmes de Le Ricolais « **stimule la curiosité** », permet de « **découvrir la nature des choses** ». Ainsi, en 1981, on peut clairement percevoir, à Grenoble, le développement d'une réflexion et d'une recherche sur « le cours de construction », tendue vers une véritable révolution de l'enseignement du projet d'architecture.

Le programme de recherche « *Cours de construction ; techniques et architecture située* », est engagé en 1982, en contrat avec le Secrétariat de la Recherche Architecturale. Un premier rapport exploratoire est fourni en novembre 1982<sup>394</sup> qui permet d'inscrire le développement de cette recherche sur une perspective pluriannuelle, jusqu'en 1987.

### **1983 – Techniques et architectures situées : 1<sup>ère</sup> structuration du cours de construction**<sup>395</sup>

En 1981-82, alors que je rejoignais le CRA Terre, je participais au lancement du projet d'habitat social sur l'île de Mayotte (collectivité territoriale française dans l'archipel des Comores). Au cours de 1983 étaient engagés les opérations du *Domaine de la Terre* sur la commune de Villefontaine et le programme de coopération *Marrakech 1983* avec le Maroc dont j'assurais les développements sur le terrain et les chantiers. Ces mêmes années 1982-83,

<sup>392</sup> **Fathy 1970** : FATHY, Hassan – *Construire avec le Peuple*, éditions Sinbad, Paris, 1970, 350 p., réédité par Actes Sud en 1999, 429 p (avec les annexes). Titre original : *Architecture for the poor ; an experiment in rural Egypt*, University of Chicago Press, Chicago, 1968, réédité en 1973.

<sup>393</sup> **Doat et al. 1979**, op cit. , pp. 73 et pp. 231-232.

<sup>394</sup> **AGRA-UPAG, Doat et Guillaud 1982** : DOAT, Patrice (dir.), GUILLAUD, Hubert (rédacteur) - *Cours d'Architecture et de construction, les techniques de construction, expression des conditions d'un milieu*, éd. AGRA-UPAG, Grenoble, novembre 1982, 68 p.

<sup>395</sup> **AGRA-UPAG, Arnod et al. 1983** : ARNOD, Yves, DU BOIS BERRANGER, Françoise, DAYRE, Michel, DOAT, Patrice, GUILLAUD, Hubert, HOUBEN, Hugo, GREZES, Denis, SAUERBRONN, Ruy, SCHNEEGANS, Guy (AGRA-UPAG) - *Cours de Construction, Techniques et Architecture située*, DAU/SRA, mai 1983, 667 p.

je suis associé à la réalisation d'une deuxième phase de la recherche sur le cours de construction et me voit confier la rédaction d'une première partie exposant la problématique, les hypothèses et la méthode de travail du cours. Notre hypothèse considère **l'architecture comme une pratique sociale située dans le temps, miroir d'une chaîne de production globale** complexe, qui contribue à son élaboration méthodique comme produit tout à la fois historique, politique, socio-économique, culturel, scientifique et technique. En deçà de la compréhension de cette chaîne de production globale qui sous-tend sa production, l'architecture risque en effet de n'être que le reflet de l'état éphémère d'une mode technique et donc de ne pas pouvoir s'installer dans le temps d'une valeur durable. Une architecture consommable en quelque sorte. En associant les techniques et l'architecture en situation de production comprise à tous ses stades (du matériau au bâtiment fini), il devient possible de mieux maîtriser la pertinence et la cohérence des choix techniques, constructifs et architecturaux de conception car ceux-ci ne sont alors plus neutres ni arbitraires, étant situés au plan historique, social, économique, culturel et technique. L'architecture peut alors être dotée de signification, de valeur. Et l'architecte peut aussi pleinement faire valoir son rôle de maître d'œuvre du projet, de sa conception à sa réalisation en maîtrisant mieux le rapport entre culture constructive et culture architecturale. A cette hypothèse répond une méthode d'enseignement du cours de construction qui est fondée sur une trame d'analyse architecturale à vocation formative où l'étude anatomique de l'architecture est avant tout destinée à questionner et révéler tous les stades de la chaîne de production globale. L'enseignement du projet d'architecture, au prisme du cours de construction « *techniques et architecture situées* », s'appuie ainsi sur l'analyse de bâtiments et développe dans un premier temps cette succession de questionnements successifs aux différentes échelles de la production du projet et de sa mise en situation dans l'espace et le temps de sa production.

### Le plan du cours de construction en 1983

La première structure du cours de construction qui est proposée, concerne des études de cas de bâtiments, en milieu rural (une exploitation agricole p.e.) ou urbain (un immeuble), ou d'un monument (l'abbaye de Saint Antoine).

#### **1 – Présentation générale du bâtiment étudié :**

- *Situation géographique ;*
  - o description du bâtiment, relevé : plans, élévations, coupes, détails, croquis ;
  - o caractères architecturaux : style, modèles référents, caractères régionaux ;
  - o présentation historique du bâtiment : époque, chronologie, évolution ;
  - o sources, références, bibliographie.

#### **2 – Le bâtiment dans son environnement :**

- *Architecture, environnement physique et naturel :*
  - o géologie et nature des sols, morphologie et relief du terrain, ressources naturelles et matériaux locaux, hydrologie ;
  - o contexte écologique : associations végétales, écologie synthétique du lieu, aménagement écologique, cartographie ;
  - o paysage et analyse paysagère ;
  - o contexte et données bioclimatiques du site : données physiques, latitude, topographie ;

- données climatologiques : échelles climatiques, données météorologiques et climatiques - température, humidité, précipitations, vents, ensoleillement ;
- les systèmes de l'architecture bioclimatique : orientation, implantation, forme du bâtiment ; structure et matériaux, systèmes constructifs, détails architecturaux ;
- *Architecture, milieu, environnement humain et culturel* :
  - étude du contexte ethnologique et socioculturel : groupes humains visés par l'étude, démographie, évolution ;
  - facteurs ethnoculturels caractérisant l'architecture étudiée : identité et caractères de la culture ; genre de vie et besoins fondamentaux : biologiques, confort, espace, sécurité, défense, identité ;
  - autres facteurs du contexte socioculturel : héritage foncier, formes socioculturelle de la technologie, de l'organisation et des conditions du travail, héritage culturel et artistique ;
- *Architecture, environnement social et économique* :
  - Socio-économie de la production du bâti : étude de cas pour une architecture vernaculaire rurale :
    - étude physique et spatiale de l'exploitation, activités économiques de l'exploitation, activités de transformation et d'appoint, activités d'entretien du bâtiment et de ses équipements, du groupe domestique, activités et techniques commerciales, transport et locomotion ;
    - l'économie de l'exploitation : régime de propriété, mode de faire-valoir, systèmes d'échanges, niveau de vie ;
  - sociologie de la production du bâti :
    - production des matériaux et des composants de construction : inventaire descriptif, historique des matériaux ;
    - modes de production : matières premières, équipements de production, main d'œuvre, hygiène et sécurité liée à la production des matériaux, coûts de production, problèmes liés à la production ;
    - modes de distribution des matériaux : lieux de production, distributeurs, marchés spécifiques et place sur le marché, modes de transport de la distribution ;
    - mise en œuvre des matériaux : qualités et contraintes (normes, maniabilité, outillages, etc. ; conditions de travail liés aux matériaux, types d'entreprises, coûts de la mise en œuvre ;
    - professions et fonctions en présence : programmation, financement, contexte d'aménagement du territoire, maîtrise d'ouvrage, maîtrise d'œuvre, ingénierie, entreprises, fournisseurs et distributeurs, organismes et fonctions auxiliaires (assurances, contrôle technique) ;
- *Architecture et environnement administratif et juridique* :
  - le cadre administratif et juridique de la production : mode de promotion, contexte juridique (intervention des pouvoirs publics sur les formes d'aménagement, réglementations, servitudes, zonage), aspects juridiques de la planification de l'espace, servitudes juridiques et d'intérêt général ; textes légaux régissant la production du bâti, normes, hygiène et sécurité des chantiers
  - Le déroulement du projet étudié :
    - programme de l'opération ;
    - procédures administratives ;
    - budget de l'opération ;
    - décisions préalables au lancement de l'opération ;
    - organisation de la maîtrise d'ouvrage et de la maîtrise d'œuvre ;

- marchés ;
- procédure de conception du bâtiment étudié ;
- déroulement du chantier.

### ***3 – Etude de la structure et de la mise en œuvre du bâtiment étudié : étude de cas portant sur l’abbaye de Saint Antoine***

- *Etude de la structure du bâtiment :*
  - o présentation générale de la structure :
    - étude d’une travée ;
    - les matériaux de construction ;
    - la maçonnerie ;
  - o étude du principal matériau du gros œuvre : la pierre :
    - la molasse ;
    - le tuf ;
    - le mortier ;
  - o étude détaillée de l’ossature et de la structure du bâtiment :
    - l’ossature ;
    - la structure ;
    - les fondations ;
    - les piliers ;
    - les voûtes d’ogive ;
    - les arcs-boutants ;
    - murs et ouvertures ;
    - écoulement des eaux, étanchéité et couverture ;
    - charpente ;
    - autres éléments : détails ;
  - o la mise en œuvre du bâtiment :
    - le chantier de construction : organisation, bâtisseurs ;
    - la production de la pierre de molasse et sa mise en œuvre en maçonnerie : extraction du matériau, manutention et transport à pied d’œuvre, préfabrication de la pierre ;
    - le travail du bois ;
    - la préparation du chantier : analyse des écrits et documents historiques, engins et machines, outillage de mise en œuvre, réalisation de la maçonnerie de pierre ;
    - étapes de la mise en œuvre d’une travée.

### ***4 – Organisation des enquêtes et de la recherche documentaire : guide d’enquête***

- *Les prises de contact :*
  - o relations aux enquêteurs et informateurs ;
  - o questionnaires ;
- *Collecte du fonds documentaire :*
  - o recueil de notes et matériel de travail ;
  - o dessin technique ;
  - o cartographie ;
  - o photographie ;
  - o enregistrements audiovisuels ;
  - o collecte d’échantillons ;

- *Conservation et classement du fonds documentaire :*
  - o Systèmes d'archivage, de classement, nomenclatures, index.
- *Organisation de l'enquête*
  - o Préparation de l'enquête :
    - repérage et dépouillement de la documentation immédiatement accessible ;
    - prise de contact à distance ;
    - définition d'un plan d'intervention ;
    - préparation matérielle ;
  - o L'enquête sur le terrain :
    - contacts et reconnaissance : autorités, organismes et personnes ; précautions à prendre, présentation préalable, reconnaissance des lieux d'enquête, vérifications ;
    - prise de contact avec le lieu : visite à la mairie, prospection photographique, possibilités de rencontre des habitants, agendas ;
    - plan de travail et bilan quotidien ;
    - bilan de l'enquête ;
    - mise en forme de l'enquête : rapport ;
    - remerciements.

### **ILE DE MAYOTTE : mise en application du cours de construction sur un projet réalisé avec la participation des étudiants**

#### *Construction de 8 logements de type « aide en nature » et développement de la filière terre mahoraise :*

A dater de 1980, puis au cours des années qui vont suivre, CRATerre est associé au lancement d'un vaste **programme d'habitat social sur l'île de Mayotte**. Les premières expériences d'enseignement du cours de construction qui ont été menées en 1981 et 1982, avec l'étude de la production de l'architecture de l'abbaye de Saint Antoine constituaient une nouvelle phase de structuration du cours. Elles permettaient d'évaluer son intérêt pédagogique et sa valeur formative et invitaient l'équipe enseignante dirigée par Patrice Doat à passer à une autre échelle de mise en application de la méthode pédagogique de formation au projet par le cours de construction. On décidait alors d'associer un groupe d'étudiants de 2<sup>ème</sup> année de l'Ecole d'Architecture de Grenoble à la première phase de réalisation de 8 logements pilotes en blocs de terre comprimée, à Mayotte, dans le cadre d'un programme de 22 logements locatifs. Le projet sera préparé en application de la méthode d'étude architecturale proposée par le cours de construction et précédemment testée sur l'étude de cas de l'Abbaye de Saint Antoine en réalisant un document préalable d'analyse fouillée du futur contexte de production du projet de Mayotte. Ce document rassemblait les données suivantes :

#### ***1 – Analyse de la situation :***

##### ***1.1. - Situation de la demande d'habitat à Mayotte et stratégie de développement***

- Introduction :
  - o objectifs relatifs à l'amélioration du parc de logements existant ;
  - o définition d'un programme et d'une structure d'encadrement ;
  - o matériaux utilisés : mise en place d'une filière terre ;
  - o promotion du matériau terre pour l'habitat social.
- Données générales du contexte :

- présentation du contexte naturel et géographique ;
- état actuel du développement ;
- état de l'habitat mahorais : le parc, la production, la précarité et les aspirations des habitants ;
- les programmes d'amélioration de l'habitat : finalité des programmes ; principes, modes opératoires et produits proposés ; étapes de réalisation et structures mises en place ; produits habitat proposés.
- Le matériau terre à Mayotte :
  - premières expériences : cases expérimentales, essais et améliorations ; priorité donnée à la structure de la case ; réactions de la population et adaptation des solutions ;
  - la brique de terre comprimée : l'acceptation, la formation ; la production des briques de terre ; les coûts du matériau ; l'impact ; la rationalisation de la production.

#### *1.2. – Le programme de construction de 22 logements locatifs :*

- Présentation du programme :
  - données générales : démographie, ressources de la population ;
  - interventions en cours sur l'habitat : politique locale d'habitat social, modèles d'habitat « aide en nature » et « habitat type » ; logements pour fonctionnaires expatriés ;
  - les besoins des années 1982-83 : logements pour fonctionnaires, nouvelle clientèle, habitat intermédiaire ;
- Description des logements proposés :
  - principes constructifs ;
  - matériaux et techniques ;
  - adaptation climatique ;
  - tableau des surfaces ;
- Le coût :
  - coût prévisionnel ;
  - financement.

## **2 – Les études préalables à la conception du projet**

### *2.1. – La recherche d'information :*

- Recherche bibliographique ;
- Entrevues ;
- Demande de documentation technique.

### *2.2. – Les intervenants :*

- Les institutions en place et les structures d'encadrement de la construction ;
- Les entreprises.

### *2.3. – Les données géographiques :*

- Géologie, géomorphologie ;
- Données climatologiques ;
- Végétation, flore, faune.

### *2.4. – Les données ethnologiques :*

- A partir d'une étude « ethno-habitat » réalisée par l'ethnologue John Breslar.



2.5. – *L’habitat traditionnel* :

- Les types de constructions indigènes ;
- Le lexique de la construction traditionnelle.

2.6. – *Les matières premières* :

- Les ressources locales :
  - o pierres, pouzzolane, sable, argile, corail et coquillages ;
  - o étude systématique des ressources végétales ;
  - o les produits d’importation.

2.7.- *La chaîne de production des matériaux locaux* :

- o pierre ;
- o brique de terre crue stabilisée ;
- o brique cuite ;
- o parpaings de ciment ;
- o bois.

2.8. – *Les matériaux et les principes de construction* :

- o fiches systématiques sur tous les matériaux ;
- o fiches signalétiques sur les principes de construction.

### **3 – La conception du projet des 8 premiers logements**

Le projet de la première tranche de 8 logements pilotes en briques de terre comprimée stabilisée a été conçu au début de l’année 1982, puis la première étape de sa réalisation a été engagée au cours de l’été de cette même année. Cette première tranche était destinée au logement de fonctionnaires expatriés comptant sur la valeur démonstrative et d’entraînement pour engager le lancement de la filière terre pour l’habitat social mahorais. Le terrain se situait en périphérie de Mamoudzou, chef-lieu de la Grande Terre, sur la commune de Passamainti.

Les esquisses de l’avant-projet sommaire ont permis de mettre au point les dimensions maximales des parcelles affectées aux 8 logements, de concevoir un principe de plan organisé autour d’un séjour à varangues (vérandas) traversant, les varangues protégeant par leurs débords les maçonnerie en briques de terre, et de concevoir un bloc cuisine-sanitaires qui serait adopté pour tous les types, soit du T2 au T4. Le type de logement défini adaptait les principes du modèle de base « aide en nature », soit 2 pièces principales donnant sur l’extérieur et sur une cour intérieure, le « *shanza* », en référence aux types d’habitat traditionnel mahorais. Le projet adaptait ces principes aux différents types de logements. Ces esquisses ont été alors soumises à l’appréciation du maître d’ouvrage, la Société Immobilière de Mayotte (SIM) pour une analyse critique.

Sur la base de quelques modifications et d’une précision apportée à la déclinaison des types de logement, l’avant-projet sommaire a été dessiné en précisant les dimensionnements des maçonneries au 1/50<sup>ème</sup> (plans, élévations et coupes), en établissant un métré et un devis descriptif, et en réalisant le dossier complet d’avant projet au 1/50<sup>ème</sup> avec tous les détails constructifs et architecturaux.

Le dossier d'exécution des ouvrages a suivi et a été réalisé par l'équipe de jeunes étudiants de l'Ecole d'Architecture de Grenoble, sous ma coordination, à Mayotte. Etant à la fois en situation pédagogique appliquant notre cours de construction et en situation réelle d'apprentissage de la pratique du projet, ce dossier d'exécution a été particulièrement soigné et complet.

#### ***4 – La réalisation du chantier pilote***

La réalisation du chantier a été opérée en contrat d'assistance technique au marché des travaux, en délégation auprès de la SIM agissant comme maître d'ouvrage qui contractait la coopérative locale de matériaux, la *Musada* (entraide en mahorais), également bourse de travail pour les artisans locaux et confiant le marché à deux jeunes entreprises, l'une mahoraise et l'autre comorienne (Anjouan). L'installation de la briqueterie sur le site du projet, avec formation des équipes mahoraises à la production des briques de terre comprimée stabilisée, a été aussitôt engagée, simultanément à la réalisation du dossier d'exécution et à la réalisation des fondations, soubassements et chapes de ciment sur terre-plein compacté destinés à recevoir les maçonneries de brique de terre. Dès lors que les premières briques avaient opéré leur cure initiale de séchage, à 9 jours de leur production, le chantier a débuté. Le caractère pilote de cette opération, pour les étudiants et pour les jeunes entreprises locales, invitait à prendre en compte et à gérer de manière démonstrative les conditions d'hygiène et de sécurité du chantier, à l'organiser et le réaliser en intégrant la dimension de la formation, à tous les niveaux de planification, techniques, administratifs et de contrôle de qualité. Le séjour estival de l'équipe d'enseignants et d'étudiants a permis d'avancer sur la réalisation de 2 logements types précédant celle des 6 autres dont la coordination a été assurée par l'un des étudiants qui a adopté le statut de Volontaire d'Assistance Technique (VAT), dans le cadre de ses obligations de service national<sup>396</sup>.

#### **Mayotte : une expérience qui a fait école**

Cette expérience de Mayotte, articulant l'exercice pédagogique du Cours de Construction « Techniques et architecture situées », le projet et le chantier réel, a dès lors constitué un nouveau modèle d'enseignement de la construction et du projet d'architecture à Grenoble. Ce modèle d'enseignement a été développé pour toute une génération d'étudiants de deuxième et troisième cycle (avant la réforme LMD), et de la formation spécialisée en architecture de terre de CEAA-Terre, puis DPEA-Terre, sur d'autres opérations qui jalonnent les années 1980 et 1990. Ce sont pour mémoire l'opération de la « *Maison en 24 heures* », réalisée sur le Campus de Saint-Martin-D'Hères en 1987, lors de l'Année Internationale du Logement des Sans-abri promulguée par les Nations Unies-Habitat, l'opération de la « *Maison du futur* » réalisée en 1988 au Musée de La Villette, à Paris, d'autres projets réalisés en pays étrangers comme le bâtiment d'exposition « *Janadriyah* » réalisé en Arabie Saoudite pour le Jubilé des villes de Jubail et Yanbu, en 1992. Ce modèle d'enseignement a été également appliqué à la formation de nombreux professionnels de l'architecture et de la construction, en France et dans le cadre de programmes de coopération scientifique, technique et culturelle qui venaient en appui au développement de la filière terre pour l'habitat. Ainsi

---

<sup>396</sup> Il s'agit de Pascal Rollet qui a depuis lors assis sa renommée professionnelle avec l'obtention récente de l'Equerre d'Argent sur le projet de la bibliothèque de l'Université d'Orléans (projet conçu avec Florence Lipsky), et qui a désormais statut de professeur titulaire (TPCAU) à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, coordonnant les enseignements du Master « Architecture et cultures constructives » associant les enseignants et chercheurs laboratoire CRATerre-ENSAG et l'Equipe de recherche *Cultures constructives* (dir. Philippe Potié).

avons-nous personnellement coordonné - pour CRAterre - ou participé à plusieurs opérations de chantiers formations du même type : le *Domaine de la Terre* de Villefontaine, entre 1981 et 1985, le projet de Hay al Massira et de Aït Ourir, à Marrakech, Maroc, entre 1983 et 1987, le développement du *Centre for Earth Construction Technology* (CECHTech), à Jos, Etat du Plateau au Nigeria, entre 1988 et 1993, le projet développé avec l'ONG cubaine Habitat-Cuba (formation du réseau national des architectes de la communauté), entre 1992 et 1997. Ce modèle d'enseignement de la construction associé au projet et au chantier est appliqué systématiquement pour la réalisation des projets que déploie le CRAterre dans le monde. Ce sont désormais les jeunes architectes formés dans le cadre du CEAA-Terre qui en assurent le déploiement, soit à partir de projets gérés à Grenoble ayant rejoint à leur tour l'équipe du CRAterre, soit à partir de Centres de recherche, formation, application et diffusion des savoir et savoir-faire, qu'ils ont eux-mêmes créés en d'autres pays, à la suite de leur formation<sup>397</sup>.

**1984-85 : Conceptualisation et expérimentation du Cours de construction « Techniques et architecture situées » à l'Ecole d'Architecture de Grenoble.**

**« L'architecture et la construction ne sont pas des savoirs indépendants. L'architecture peut s'établir comme discipline scientifique dès lors qu'elle relie le penser et le faire, la conception et la réalisation. La construction est un lieu de recherche. »**

En avril 1985, le collectif d'enseignant du Cours de construction « *Techniques et architecture situées* », rend un troisième rapport de recherche<sup>398</sup> qui constitue une nouvelle avancée de sa réflexion pour le développement de ses enseignements en présentant le bilan de leur mise en œuvre sur les années 1983-84 et en présentant son évolution pour l'année 1984-85.

Une question préliminaire est posée : **quel sera l'architecte de demain ?** Cette question trouve sa justification sur le constat des difficultés de reconnaissance de la profession, de son utilité et de sa compétence, du rôle trop restrictif qui lui est attribué dans la production architecturale, constat partagé par quelques grands noms de la profession, tel l'architecte italien Renzo Piano qui déclarait en 1983 : « *Le métier d'architecte, du moins tel qu'on le concevait jusqu'à présent, est en voie de disparition. Aujourd'hui il ne suffit plus de mettre à jour le catalogue des moyens expressifs et de renouveler le code stylistique : c'est l'architecte lui-même qu'il faut recréer* »<sup>399</sup>. En tant qu'enseignants, nous sommes alors bien conscients qu'il s'agit de « *poser de nouvelles bases d'une diffusion des architectes dans la société, de définir des stratégies nouvelles pour que l'architecte puisse conquérir une place légitime et efficace, affichant son rôle d'homme de synthèse à tous les niveaux opérants possibles* »<sup>400</sup>. L'enseignement doit donc préparer les étudiants à de nouvelles pratiques qui semblent être en voie de redéfinition avec notamment une ouverture vers les sphères

---

<sup>397</sup> Plusieurs de ces « anciens » formés dans le cadre du CEAA-Terre puis du DPEA-Terre, au cours des années 1980 et 1990 ont en effet créé de tels centres modélisés sur le CRAterre. Parmi eux, le *Auroville Earth Institute* de l'architecte Serge Maïni (qui fut formé alors qu'était réalisée l'opération de la *Maison des 24 heures* en 1988) et qui est depuis lors devenu un centre de formation de référence internationale sur la technologie de construction en terre, l'architecture et l'ingénierie des projets valorisant les solutions constructives en arcs, voûtes et coupoles. Ces anciens diplômés constituent désormais le réseau de la Chaire UNESCO « Architectures de terre, cultures constructives et développement durable », un réseau qui agrège 25 organisations et institutions dans le monde, en Afrique, Amérique latine, Asie et Europe.

<sup>398</sup> AGRA-CRAterre, Doat et al. 1985 : ARNOD, Yves, DOAT, Patrice, DU BOISBERRANGER, Françoise, GUILLAUD, Hubert, SAUERBRONN, Ruy, SCHNEEGANS, Guy (AGRA-CRAterre) - *Cours de Construction, Techniques et Architecture situées*, éd. MUL/DAU/SRA, Grenoble, 1985, 127 p.

<sup>399</sup> In Massimo Dini, *Architecture, Monographie, Renzo Piano, projets et architecture 1964-1983*, éditions electa Moniteur, 1983, p. 7.

<sup>400</sup> Op.cit., p. 2.

décisionnelles de la maîtrise d'ouvrage publique et privée avec une mission d'aide à la décision. Toutefois cette évolution vers un registre affairiste du métier ne doit pas réduire la nécessité de la formation de l'architecte sur sa capacité de produire l'architecture sur un lieu d'exercice privilégié de ses capacités, c'est à dire sur « le construit ».

La réflexion qu'a développée le collectif d'enseignant sur la nécessité de **travailler sur le processus global de la chaîne de production de l'architecture** et sur les outils de cette production que l'architecte doit maîtriser, rejoint celle de Renzo Piano qui est alors l'une des références du collectif. L'architecture ne peut envisager de s'établir en tant que discipline scientifique qu'en consolidant ses fondements entre le « penser » et le « faire », entre la « conception et la « réalisation ». De ce fait, **la construction n'est plus indépendante de la conception** et devient elle aussi un espace et un lieu de réflexion intellectuelle, de recherche non seulement sur l'objet architectural mais sur le rapport de cet objet à la société.

C'est aussi en référence aux travaux de Jean-Pierre Epron que le collectif d'enseignement du cours de construction prend acte du fait que « *l'activité de construire est en situation* » et qu'« *elle est à comprendre par l'ensemble des circonstances où elle se trouve incluse* »<sup>401</sup>. **L'architecture et la construction sont situées dans un territoire et une époque, elles sont indissociables tout en n'étant pas soumises l'une à l'autre.** La finalité de l'architecture, c'est le construit, et réciproquement. « *Construire implique cette ingéniosité qui consiste à rapporter les forces de l'esprit aux moyens disponibles dans le but de résoudre une situation* » (Epron 1981, p. 25).

L'un des grands objectifs que se donne l'enseignement vise à **dépasser la césure entre architecte et ingénieur** en développant une « culture matérielle commune ». Une conception déjà relevée par Henri Labrouste qui s'étonnait que l'enseignement des Beaux Arts sépare le cours de construction du cours d'architecture<sup>402</sup>. Voilà pourquoi, le cours de construction de l'Ecole d'Architecture de Grenoble s'engageait alors vers le rétablissement d'un contact intellectuel, physique et sensible, avec l'art de bâtir. Il s'agit donc :

- de démystifier la construction afin de mieux la situer dans l'acte de conception du projet ;
- de montrer que les savoirs techniques ne sont pas des « recettes » et que le trait de l'architecte a des conséquences multiples qu'il faut anticiper ;
- de sensibiliser les étudiants à l'art de bâtir et au fait que l'étude de la production de l'architecture et de la construction est un véritable objet de recherche contribuant à développer l'imaginaire du projet ;
- de permettre aux architectes de dialoguer avec les ingénieurs sur la base d'une culture commune de l'architecture et de la construction.

Ainsi, l'hypothèse reformulée du cours de construction est désormais la suivante : « **un cours uniquement théorique n'est pas opérant** ». Il s'agit donc aussi de « **penser avec la main** », avec ses dix doigts, comme le suggère André Leroy-Gourhan<sup>403</sup>. Car l'architecture est « fabrication », industrielle et artisanale. Car l'architecte pense avec sa main en dessinant. Dessiner, c'est déjà construire. En rétablissant l'importance du faire dans la formation des architectes il devient possible de penser et de concevoir le projet avec les matières et les

---

<sup>401</sup> Epron 1981, op. cit.

<sup>402</sup> Labrouste 1940 : LABROUSTE, Henri – *Travaux des élèves de l'Ecole d'Architecture de Paris pendant l'année 1939*, in *Revue générale d'architecture et des travaux publics*, 1940.

<sup>403</sup> Leroy-Gourhan 1965 : LEROY-GOURHAN, André – *Le geste et la parole*, tome 2, *La mémoire et les rythmes*, éd. Albin Michel, Paris, 1965, pp. 61-62.

---

matériaux. Cette conception de l'enseignement du projet d'architecture reliée à la construction renoue avec une grande tradition dont Renzo Piano est aussi l'héritier : celle de Jean Prouvé, de Robert Le Ricolais, d'Antonio Gaudi. Tous ont affirmé que ce va et vient entre la réflexion abstraite, le concept, et la mise en situation concrète est la seule déontologie efficace pour appréhender complètement les phénomènes. Ainsi, à l'Ecole d'Architecture de Grenoble, l'enseignement théorique et magistral de la construction, qui reste obligé pour une intégration nécessaire des connaissances, n'a de sens que s'il est relié à une pratique d'atelier où l'étudiant architecte, pour quelque temps dans son parcours d'apprentissage, est aussi un **étudiant artisan**. Les matières, les matériaux, les techniques peuvent alors devenir expressives et contribuer à un « *projet créatif, complet* », en devenant les « *moyens de confondre les différents moments de la conception, de la réalisation* », en percevant déjà les moments de son « *utilisation* »<sup>404</sup>.

Le cours de construction de l'Ecole d'Architecture de Grenoble entend contribuer au développement d'une méthodologie du projet dont l'étendue s'articule sur plusieurs préoccupations majeures<sup>405</sup> :

- la nécessité d'une connaissance de la matière, des matériaux, d'une analyse des modes de production, de fabrication, et de leur mise en œuvre ;
- l'analyse de l'existant pour en découvrir les fondements ; l'objet étudié est une architecture située, dans un environnement et dans un temps donné qui constituent le terrain d'investigation restituant toute son « épaisseur » ;
- l'analyse de la demande devient un passage obligé pour mieux appréhender la relation entre le concept et le construit.

L'architecte peut alors reprendre toute sa place au cœur du débat architectural et s'interroger plus complètement, plus précisément, sur le sens de ses choix à tous les niveaux. Ses choix ne sont plus neutres mais « situés ». Le cours de construction prépare ainsi les futurs architectes à concevoir des projets dotés de signification historique, technique, économique, sociale, culturelle, pour de multiples situations déterminées. De même, ce cours et sa méthodologie contribuent à élargir le champ d'investigation de l'architecte en lui permettant, par cette interrogation de la chaîne globale de production et de fabrication du construit, et par ce jeu dialectique entre architecture et construction, d'approcher la conception du projet de façon générale et détaillée, **en intégrant le penser et le faire** de tous les métiers qui concourront à sa réalisation.

**Le cours de construction des années 1984-85 :** Il articule, sur un mode collégial, des enseignements théoriques et pratiques :

*Enseignements théoriques : cours magistraux et travaux dirigés :*

- Sciences humaines et juridiques :
  - o droit et production du cadre bâti ;
  - o travail et production : aspects sociologiques.
- Sciences et techniques de la construction :
  - o les fonctions du bâtiment ;
  - o les notions de structures ;

---

<sup>404</sup> En référence à **Piano 1983** : PIANO, Renzo – *Pensée et avenir d'un mariage de raison*, in catalogue du CCI *Architecture et industrie*, 1983, p. 12.

<sup>405</sup> Op.cit, pp. 16-17

- les matériaux ;
- confort thermique et énergétique ;
- initiation à l'informatique.
- Histoire :
  - histoire de l'architecture ;
  - histoire de la construction ;
  - histoire de l'art.
- Architecture :
  - matériaux et conception architecturale ; formes et reproduction de formes ; matériaux, architecture et économie ;
  - dessin : modes de représentation et leur interrogation ; analyse de planches remarquables ; le dessin, de l'objet au territoire ;
  - design : l'histoire du mobilier français ; du meuble à l'immeuble ; l'esthétique du design ; structure et formes, une stratégie pour le design.

*Enseignements pratiques : les ateliers :*

- Atelier maçonnerie, petits éléments : de la maquette ou du modèle réduit (structures en arcs, voûtes et coupes travaillant en compression) au projet redessiné (références à Hassan Fathy et déclinaisons constructives et architecturales).
- Atelier moulage : moulage perdu, moulage à pièces, moulage souples.
- Atelier mobilier, design : réalisation de prototypes d'objets en tenant compte de quatre facteurs : le facteur fonctionnel (chaise p.e.), le facteur contextuel (rapport entre technologie et milieu industriel ou artisanal), le facteur prospectif (meubles en structures tendues et en application des trois dimensions des structures spatiales), le facteur formel (interroger le rôle et la fonction du dessin de l'objet, préalable à tout itinéraire industriel ou artisanal de sa fabrication).
- Atelier relevé, dessin : relevé et dessin ; relevé et construction.
- Atelier charpente : réflexion sur les sollicitations auxquelles sont soumises les différentes pièces de charpente, leur dimensionnement, les raisons de leur assemblage suivant tel ou tel procédé.
- Atelier structure : structures complexes, triangulations spatiales, structures tendues, formes libres en membranes tendues, toiles, tentes et gonflables.

***Une ouverture au milieu de la production : maturation et validation d'une méthodologie de projet d'établissements humains – habitat pour les régions en développement***

L'enseignement du cours de construction a contribué à ouvrir l'Ecole d'Architecture de Grenoble au milieu de la production industrielle, des entreprises et de l'artisanat. Cette ouverture a été stimulée par la réalisation d'un projet mobilisant conjointement le CRATerre (filiale terre et habitat social) et l'équipe Design de l'Ecole, en Guyane, à Kourou. Ainsi était lancée la collection des meubles Orkis, conçue par Guy Schneegans, responsable de la formation Design, et les étudiants de la formation, en lien avec des artisans locaux. Cette prise de l'enseignement en lien direct avec la commande et la fabrication, faisant succéder des phases d'études des modèles de mobilier à la réalisation de prototypes, à l'Ecole d'Architecture de Grenoble, puis la mise en production des premières séries, en France dans un premier temps, puis en Guyane, a constitué un réel enrichissement des cours et des ateliers pour les étudiants de la formation Design, comme pour le collectif enseignant du Cours de construction. On voit aussi que ce rapport au milieu de la production, de la fabrication, s'inspire directement du modèle pédagogique articulant le cours de construction et le projet

concret qui avait été préalablement développé sur l'île de Mayotte, dans le cadre de la filière terre mahoraise pour l'habitat social, avec le projet des huit logement pilotes de Passamainti (Mamoudzou, Grande Terre).

Le modèle pédagogique du cours de construction, appliqué avec les étudiants de l'Ecole d'Architecture de Grenoble sur le contexte de l'île de Mayotte, a progressivement mûri avec sa mise en application à d'autres contextes de projets de développement où il a été affiné, validant la démarche de questionnement du contexte dans sa plus large acceptation (physique, économique, sociale et culturelle), de l'analyse de la chaîne de production globale, et du rôle essentiel du chantier formation (articulation du « penser » et du « faire ») pour fonder une dynamique d'accompagnement et de facilitation d'un développement local, à partir de la réalisation de prototypes ou de projets pilotes. L'application du modèle pédagogique a évolué en méthodologie d'analyse et de diagnostic des « environnements » des projets et a également contribué à ouvrir d'autres voies de recherche.

Ainsi, les projets réalisés ont permis de tester, évaluer, réadapter (*feed-back*), cette méthodologie d'analyse et de diagnostic des environnements physiques (sols, climat), de l'habitat traditionnel et actuel, des environnements technologiques (cultures constructives traditionnelles et leurs évolutions modernes et contemporaines), des environnements aménagés par l'homme (urbains, périurbains et ruraux), ainsi qu'économiques, sociaux et culturels. L'analyse-diagnostic porte plus directement sur les « ressources » disponibles et accessibles (humaines, matérielles) qui peuvent être mobilisées au profit du développement local prenant socle sur le projet d'établissement humain et habitat. La méthodologie de projet de développement est fondée sur une séquence itérative en quatre étapes :

1. l'évaluation de l'environnement et de ses ressources : documentation, analyse : connaissance de l'environnement et diagnostic ;
2. la planification et la conception : définition des objectifs de projet associés à une stratégie de développement durable, recherche d'alternatives, étude de faisabilité, étude des concepts constructifs et architecturaux, définition de stratégies de développement et d'accompagnement des projets, plan d'action et programme d'activités ; cette séquence développe la collaboration avec les parties prenantes locales et leur implication dynamique dans le processus de projet ;
3. la mise en œuvre : chantier-formation : expérimentation, formation, construction effective, activités de sensibilisation et de promotion, suivi et écoute réguliers ;
4. évaluation : aspects quantitatifs et qualitatifs (pour les 3 étapes ci-dessus désignées) ;

L'ensemble des projets situés développés au fil des ans<sup>406</sup> a aussi permis d'étudier les mécanismes de modélisation constructive et architecturale (structure, forme, espace) de

---

<sup>406</sup> Sur la base du projet d'habitat social, initialement développé à Mayotte et qui engageait une première application de la méthodologie d'analyse et de diagnostic dérivée du cours de construction, considérer deux autres projets qui ont constitué des phases clés pour l'évolution et l'adaptation de la méthodologie : il s'agit du projet LOCOMAT, développé dans les années 1980 et 1990 au Burkina Faso, et du Projet « *Earth Architecture* », développé en Ouganda, entre 2002 et 2004. Se reporter aux documents suivants :

**Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports 1986** : J3D Ingénierie - *Aménager, équiper et construire pour le plus grand nombre. Une réponse adaptée : Mayotte, une méthode, des réalisations*, édition CETE Normandie Centre, 1986, 37 p.

**CRAterre-EAG 1991** : DOAT, Patrice (dir.), BARDAGOT, Anne-Monique, GUILLAUD, Hubert, HOUBEN, Hugo, JOFFROY, Thierry, RIGASSI, Vincent, ROLLET, Pascal, VITOUX, François – *Etude sur les savoirs constructifs au Burkina Faso*, éditions CRAterre, avril 1991, 192 p.

**CRAterre-ENSAG 2005** : MOLES, Olivier et al. – *Earth Architecture in Uganda ; pilot project in Bushenyi 2002-2004*, CRAterre Editions, janvier 2005, 36 p.

---

projets d'habitat très économique ou à très faible coût, d'étudier et d'évaluer les processus d'adaptation physique, sociale et culturelle de ces modèles (rejet, résistance, acceptation, intégration, transformation et évolution) sur la base de projets expérimentaux et pilotes. De même, les recherches ont intégré l'étude des paramètres d'accessibilité et de faisabilité socio-économique (accessibilité financière, conditions d'épargne, prêts d'aide à l'accession, etc.). La diversité des contextes d'intervention - et particulièrement la prise en compte des paramètres de l'accessibilité économique et socioculturelle - induit l'obligation d'une adaptation au cas par cas de la méthode d'analyse-diagnostic au-delà de la pertinence et de l'utilité confirmées de l'outil méthodologique « générique ». De plus, l'ampleur prise par la question du logement très économique pour le plus grand nombre, est activée par les écarts de croissance accusés - et donc par la réalité de fractures sociales génératrices de pathologies lourdes de conséquence au plan humain comme au plan économique et politique -, par une diminution considérable des revenus et moyens des populations concernées (très faible capacité d'épargne - voire nulle - des populations à revenus minima). Par ailleurs, le phénomène de plus étendu de l'afflux des populations rurales démunies vers les centres urbains (augmentation de la précarité physique, sociale et économique), ou encore les situations dramatiques des populations déplacées par des conflits géopolitiques, ethniques, ou résultant de catastrophes naturelles (séismes, inondations, cyclones), imposent de plus en plus des conditions de vie précaires aux populations des pays émergents. Il s'agit bien d'engager une **lutte contre la pauvreté** et contre l'exclusion du développement mondial en recherchant des alternatives pour un développement endogène bénéficiaire aux populations locales. La réponse politique, économique et technologique des Etats, de leurs institutions chargées des politiques du logement et de la ville, des entreprises de construction nationales, des organisations non gouvernementales, reste très largement insuffisante, parfois même inadaptée pour les populations les plus démunies, ne s'attachant qu'à résoudre - et partiellement - les situations « solvables » (classe moyenne, voire supérieure). Cette réponse est aussi considérablement limitée par une inadaptation des cadres administratifs et juridiques, par une disposition insuffisante de compétences professionnelles (conception, réalisation, gestion), par des contraintes d'ordre technique (matériaux et technologies non appropriés aux situations) et bien sûr financières (systèmes bancaires à performances limitées). Cette lutte contre la pauvreté et la précarité, indispensable pour contenir la misère humaine et sociale et les risques endémiques déjà réels et potentiels de violence et autres drames collatéraux (santé, éducation), exige une très forte mobilisation en matière de recherche scientifique et technologique, d'éducation supérieure et professionnelle, et de réalisations expérimentales à même de tester de nouvelles solutions. Les processus de conception et de réalisation sont directement mis en question et notamment les pratiques de maîtrise d'ouvrage et d'œuvre. Il s'agit d'innover pour « faciliter » :

- d'une part, la promotion plus systématique de l'exploitation et utilisation constructive des ressources locales ;
- d'autre part, l'implication accrue des communautés ciblées dans ces processus comme des groupes de recherche et d'action universitaires ;

Il s'agit aussi de définir d'autres outils plus adaptés aux contextes (intégration socioculturelle) et performants (validation technico-économique) dans le domaine de l'aide à la maîtrise d'ouvrage et d'œuvre. Il s'agit encore d'activer la promotion des petites et moyennes entreprises (communautaires, privées, publiques), dans les secteurs de l'économie « formelle », « semi formelle » et « informelle », de façon à installer les conditions d'une plus large accessibilité économique par l'existence d'un « marché » générateur de plus-value sociale et économique locale (emplois et processus de monétarisation générateur d'épargne).



Ainsi, plusieurs axes de recherche sont issus de la mise en application de la méthodologie de projet et des questionnements que son évaluation suscite. Ce sont :

1. *Des recherches menées sur la relation entre architecture et pratiques sociales.* Elles sont destinées à faire un inventaire actualisé - en étape préalable au développement de projets d'habitat et d'équipement des communautés - des cultures et des pratiques constructives et architecturales, vernaculaires traditionnelles et contemporaines, formelles comme informelles. Elles portent notamment sur les typologies de matériaux, techniques de construction, systèmes constructifs et modèles architecturaux, les processus d'évolutivité et d'amélioration temporelle, les pratiques d'autoproduction et d'autoconstruction, d'entraide communautaire, et les pratiques situées à l'interface de l'informel et du formel (assistance à la maîtrise d'œuvre et d'ouvrage, appui technique aux entreprises).
2. *Des recherches menées sur l'accessibilité économique.* Elles privilégient l'affinement de la méthodologie de projet qui valorise les 4 étapes d'évaluation-diagnostic du contexte, de planification et conception, de mise en œuvre et d'évaluation. Au-delà des étapes de validation de la pertinence de cette méthode, ces recherches visent à mieux garantir son adaptation aux environnements culturels (contextes africains, contexte latino-américain et/ou contexte asiatique p.e.) compte tenu de l'extension de la géographie d'intervention du laboratoire CRA Terre-ENSAG sur les projets situés. L'affinement de cette méthodologie de projet doit notamment porter sur la stratégie de sensibilisation et conscientisation des milieux de décision et des professionnels pour réaliser la première phase d'évaluation-diagnostic du contexte, phase indispensable pour définir les stratégies de projet en intégrant ces « parties prenantes » jouant des rôles essentiels dans le processus de développement. L'affinement méthodologique concerne aussi la faisabilité des processus d'évaluation et itération entre les étapes de projet, de manière à mieux garantir l'utilisation effective des conclusions d'analyse et des recommandations pouvant exiger des recadrages importants de la démarche de projet. Il porte aussi sur les modes et pratiques d'aide à la maîtrise d'ouvrage, notamment pour l'appui à la définition et validation de nouveaux cadres et outils techniques, administratifs, juridiques, financiers, normatifs et gestionnaires. Enfin, Il s'agit aussi de définir les modalités de mise en place de conditions favorables (critères et données à prendre en compte, objectifs, stratégies associant recherche et action, action et formation, stratégies participatives, plan d'action) à la possibilité d'un changement d'échelle des réalisations engagées en phase expérimentale ou pilote.
3. *Des recherches menées à l'interface de l'économie et du développement social durable.* Elles portent sur l'installation de conditions et moyens d'appui au développement des nouvelles formes d'économie solidaire (coopératives) mais aussi à la création d'entreprises artisanales et semi-industrielles, avec l'affinement nécessaire des méthodes et outils d'étude de faisabilité technico-économique, d'études bancables et d'études de marchés.
4. *Des recherches plus récentes, définies à partir de la problématique d'intervention en situations d'urgence qui portent sur la mise au point de solutions constructives et architecturales alternatives à celles développées en période de « gestion de la crise » (abris et habitat minimum temporaire en période traumatique post catastrophe) et pouvant s'inscrire dans un processus de reconstruction pour un développement durable : reconstruction de « l'évidence physique » de l'habitat détruit mais aussi contribution à un*

processus de reconstruction « sociétale » pouvant s'appuyer sur cette dynamique de reconstruction de l'habitat .

**1986-87 : Une pédagogie novatrice pour une mise en trajectoire du cours de construction vers les Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau.**

En juillet 1986, la recherche pluriannuelle sur le Cours de Construction restitue un nouveau rapport d'avancement désormais intitulé *Architecture et construction*<sup>407</sup>. Ce nouveau titre confirme le lien indissociable qui réunit désormais les deux disciplines, qui est tissé entre le « penser » et le « faire » du projet, entre la conception et la réalisation. Il s'agit d'une nouvelle étape qui acte la mise en œuvre de la pensée théorique et de la méthodologie du cours de construction ne séparant pas la créativité du savoir-faire.

La structure originale d'enseignement collégial et pluridisciplinaire du cours de construction, en deuxième année du cycle DEFA (1<sup>er</sup> cycle), ébauchée dès 1983, a été consolidée au cours des trois dernières années. La corrélation étroite entre les cours théoriques et les ateliers est désormais bien établie. Le cours « garantit », en effet, aux étudiants l'acquisition de connaissances qui s'articulent sur le projet architectural et le savoir construire en abordant :

- le processus de fabrication avec la nécessité d'une connaissance de la matière et par extension d'une analyse des matériaux, le leur mise en œuvre, des modes de production ;
- le processus de conception avec une approche méthodique qui restitue toute « l'épaisseur » de l'architecture ;
- le processus de programmation avec le besoin d'une analyse de la demande et des exigences de la maîtrise d'ouvrage.

L'enseignement dispensé met en relation les approches diversifiées de différentes disciplines et donne ainsi les moyens d'atteindre les objectifs du cours de construction. La mise en pratique du cours a conduit l'équipe enseignante non seulement à s'orienter vers une nouvelle pédagogie, qui s'inscrit dans une refonte de l'enseignement de l'architecture, mais encore à réfléchir sur le rôle de la construction dans les projets architecturaux et sur la place de l'architecte dans les processus actuels de la production du bâti. »<sup>408</sup>

Il s'agit de forger une culture architecturale qui confronte les étudiants aux contraintes du chantier, de la production, mais aussi bien sûr aux contraintes de l'espace. C'est en faisant jouer les effets de réciprocité entre la pensée théorique et la production que l'étudiant, futur architecte, peut adapter son projet de façon originale et innovante. C'est aussi une façon de favoriser l'insertion des pratiques, de développer une attention particulière aux maîtres d'ouvrages, de favoriser le travail en collaboration étroite avec les ingénieurs et les entreprises du bâtiment, de mieux prendre en compte des découvertes scientifiques, des techniques et des moyens de production nouveaux, et de mieux exploiter leurs potentiels créatifs. L'enseignement du cours de construction reposant dès lors sur le principe que **l'architecture, scientifique, technique et humaniste, doit trouver ses fondements entre le penser et le**

---

<sup>407</sup> **AGRA-EAG, Arnod et al. 1986 :** ARNOD, Yves, BARDAGOT, Anne-Monique, BERARDIN, Gilbert, DAYRE, Michel, DU BOISBERRANGER, Françoise, GUILLAUD, Hubert, HOUBEN, Hugo, LAFAVERGES, Pierre, NEYRINCK, Marc, ROLLET, Pascal, SABATIER, Nathalie, SAUERBRONN, Ruy, SCHNEEGANS, Guy (AGRA-EAG) - *Architecture et Construction*, DAU/SRA, éd. AGRA-EAG, Grenoble, 1986, 73 p.

<sup>408</sup> Op.cit., p. 1.

**faire**, doit contribuer au développement de cette culture architecturale indispensable à l'émergence de projets architecturaux novateurs. Cette culture, vaste, est fondée sur une capacité à appréhender aussi des problèmes sociaux, capacité qui est associée à une maîtrise de la profession où l'acquisition de compétences techniques et l'ouverture vers la science viennent nourrir la sensibilité de l'architecte et enrichir ses aptitudes à la création.

La notion de savoir construire reste essentielle pour le développement du cours sans pour autant réduire la profession d'architecte à celle d'un bâtisseur ou d'un technicien. Elle ne constitue pas une fin en soi. Doter l'enseignement d'un savoir technique et pratique c'est offrir au futur architecte la possibilité de s'approprier les outils de production et d'acquérir une maîtrise des matériaux et des procédés de construction afin qu'il ne reste pas en marge des processus de fabrication et de réalisation. « *L'important, c'est de construire, de savoir construire* » comme le disait Jean Prouvé. Connaître les techniques, c'est pouvoir s'en affranchir et ne pas être soumis au chantage du pouvoir faire sur l'idée. Ainsi, savoir construire n'est qu'un moyen pour accéder à la maîtrise du métier d'architecte dans toute sa complexité et sa diversité. Un métier nécessairement pluridisciplinaire, au point de rencontre de deux mondes, le social et le technique. Savoir construire c'est aussi savoir répondre, dans une situation sociale donnée, à la demande et aux besoins de l'utilisateur. C'est aussi étudier les aspects sociaux de la production en portant une attention particulière à l'analyse des modes de production au prisme de l'histoire et de la théorie de l'architecture, de l'histoire de l'art, du droit, de l'organisation du travail et des aspects sociologiques de la production.

#### ***De l'imagination à l'idée constructive :***

Installer les conditions favorables à l'émergence d'une **imagination constructive**, c'est engager la constitution d'une activité consciente qui se développe en confrontant l'idée avec les systèmes techniques constitués en savoirs architecturaux. L'imagination constructive est tributaire des connaissances théoriques, pratiques et intuitives acquises par l'architecte, et des savoirs techniques qui permettent la production architecturale. C'est ainsi que le progrès technologique et les découvertes scientifiques irriguent l'imagination constructive en intégrant de nouvelles connaissances scientifiques et techniques dans le savoir construire. Cette imagination se développe en reconstituant une sorte de banque de connaissances où le concepteur vient puiser pour assembler, ordonner, pour faire émerger « **l'idée** » **constructive** qui formalise et concrétise le potentiel de créativité emmagasiné dans l'imagination constructive. Il est alors possible de saisir une vision d'ensemble qui coexiste avec l'idée constructive et qui s'appuie non seulement sur la connaissance des matériaux et des techniques mais aussi, sur une anticipation de l'exécution, sur une compréhension de la nécessaire collaboration étroite entre les différents exécutants : artisans, entrepreneurs, techniciens, ingénieurs, etc. Le potentiel créatif de l'idée constructive dépend étroitement de la capacité de l'architecte à bien connaître les instruments de sa profession mais aussi ceux des professions et métiers de l'exécution. De là découle la méthode du cours de construction qui associe des cours théoriques et des ateliers autour d'exercices ou d'expérimentations. Car si l'idée constructive se forge, à partir de l'imagination constructive, sur la saisie des connaissances pluridisciplinaires utiles à l'élaboration du projet, elle n'est révélée que par la pratique. Oui, l'hypothèse que l'on fondait en 1983 est valide : « un cours de construction qui ne serait que théorique, ne serait pas opérant ».

En 1987, le collectif d'enseignement du cours de construction rend un autre rapport<sup>409</sup> qui confirme la consolidation de l'enseignement, la validation de la méthodologie, l'enrichissement des contenus théoriques et des exercices en ateliers pratiques. Ce rapport confirme également que la démarche pluridisciplinaire du cours favorise la mise en place de relations avec l'université, l'industrie et le bâtiment. Cette ouverture sur l'université s'est confirmée avec une convention établie entre l'Ecole d'Architecture et l'Université Scientifique Technologique et Médicale de Grenoble (USTMG). Elle vient renforcer des collaborations dans le domaine de la formation et de la recherche qui existent notamment avec l'Institut de Recherches Interdisciplinaires de Géologie et Mécanique (IRIGM), le Département de Génie Civil de l'Institut Universitaire de Technologie (IUT), le laboratoire de Radiocristallographie et géochimie de l'Institut Dolomieu, et la filière ingénieur-géotechnicien de l'Institut des Sciences et Techniques de Grenoble (ISTG). Ces collaborations bénéficient particulièrement aux recherches qui sont développées par le CRA Terre sur le matériau terre, les systèmes constructifs en arcs, voûtes et coupes. Nous avons précédemment évoqué ces programmes.

On aura compris combien cette recherche pluriannuelle sur le Cours de Construction à l'Ecole d'Architecture de Grenoble, par un collectif d'enseignants qui s'est progressivement constitué autour d'une impulsion initiale donnée par le CRA Terre, est à l'origine du concept même des Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau où les méthodes et pratiques d'enseignement épanouissent désormais celles qui ont été engagées puis développées, évaluées et validées avec le Cours de construction. C'est dès l'année 1985, à la suite de la réalisation du projet du *Domaine de la Terre* sur la commune de Villefontaine, qu'est fondée une **Association pour la création d'un Institut de la construction en terre**. Le projet de cet Institut qui est alors porté par CRA Terre en lien avec le Syndicat d'Agglomération Nouvelle de l'Isle d'Abeau, la commune de Villefontaine et l'Etablissement Public d'Aménagement de la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau (EPIDA), préfigure dans ces attendus la vision et le programme des futurs Grands Ateliers qui ne verront le jour qu'en décembre 2000. Plusieurs étapes seront en effet nécessaires à cet aboutissement dont une doit être particulièrement évoquée qui, en 1993, marque une avancée décisive de cette mise en trajectoire des Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau.

**1991-1993 : De la convention pour l'installation d'un pôle d'enseignement supérieur de la construction dans la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau à l'exposition « Architecture & Cultures Constructives », à l'UNESCO**

En décembre 1991, à l'initiative de la Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme (DAU), du Syndicat d'Agglomération Nouvelle (SAN) et de l'Etablissement Public d'Aménagement de la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau (EPIDA), et de l'Ecole d'Architecture de Grenoble, est signée une convention instituant le projet d'implantation d'un pôle d'enseignement supérieur de la construction, dans la Ville Nouvelle.

L'année 1992 sera consacrée à la préparation d'une exposition intitulée « *Architecture & Cultures Constructives* » qui sera présentée dans le grand hall de l'UNESCO, à Paris, du 8 au 17 septembre 1993. Cette exposition s'inscrit dans le cadre des manifestations

---

<sup>409</sup> **AGRA-EAG, Arnod et al. 1987:** ARNOD, Yves, BARDAGOT, Anne-Monique, BERARDIN, Gilbert, DAYRE, Michel, DU BOISBERRANGER, Françoise, GUILLAUD, Hubert (rédacteur), HOUBEN, Hugo, LAFAYVERGES, Pierre, NEYRINCK, Marc, ROLLET, Pascal, SABATIER, Nathalie, SAUERBRONN, Ruy, SCHNEEGANS, Guy (AGRA-EAG) - *Cours de Construction*, DAU/SRA, Grenoble, 1987, 155 p.

organisées par l'Unité Architecture pour l'Education de l'UNESCO avec laquelle le CRATerre entretient des collaborations sur divers projets de coopération avec les pays du Sud<sup>410</sup>. Elle s'inscrit aussi dans le thème « l'éducation de l'homme à travers son architecture » que déclinent les manifestations de cette unité de l'UNESCO. L'Ecole d'Architecture de Grenoble pilote cette exposition qui associe d'autres écoles d'architectures françaises, celles de Languedoc-Roussillon, de Lyon et de Paris-Villemin, les Ecoles des Beaux Arts de Saint Etienne, de Lyon et de Grenoble, l'APPS Formation de Grenoble, l'Université de Grenoble I et l'Université de Montpellier II, l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, section IV, de Paris. On repère là les bases du futur réseau qui constituera le socle d'élaboration du projet des Grands Ateliers de l'Isle d'Abeau.

Cette exposition présente les produits de la recherche et de la formation des établissements qui y concourent. Mais il ne s'agit pas d'un catalogue qui, comme le remarque l'architecte Rodolfo Almeida, Chef de l'Unité d'Architecture pour l'Education de l'UNESCO dans la préface du catalogue<sup>411</sup>, fait cohabiter « *une chaise en métal, un dôme sur pendentifs, un livre sur un couvent de Le Corbusier, une bicyclette futuriste* », une sorte de « *voisinage exotique* » (...) *car à la source, il y a une même souffle pédagogique. (...) Ces productions sont d'abord le produit d'une énergie, celle qui anime toute une équipe d'enseignants, de chercheurs, de techniciens, qui ont fait un choix important : celui de faire transiter toute action de formation ou de promotion par le passage obligé du faire, de la manipulation, de la réalisation (...). Cette fonction active, de chantier permanent, lorsqu'elle est devenue un objectif et plus seulement un moyen, transforme assez radicalement les pratiques de formation usuelles. Il ne suffit plus d'imaginer un objet fonctionnel ou mécanique, il faut le réaliser. Il ne suffit plus de discuter sur un bâtiment, d'en commenter les diapositives, il faut en faire un livre ! Voilà une ambition claire, salutaire. « Ce que tu fais, fais-le ! » disait sa mère au petit Charles-Edouard, futur le Corbusier. Même message chez ces pédagogues obstinés. Faites-le de vos mains, à l'échelle du réel, du vrai, et vous pourrez prétendre à inventer, à dessiner, à commander. »* Tout est dit : chaque produit exposé à l'UNESCO en ce début de septembre 1993, est un manifeste du geste et du travail qui les ont façonnés. « *Ils sont les traces de leur chantier, leur raison d'existence, en somme.* »

Le propos de l'exposition reprend les positionnements théoriques du Cours de construction, notamment sur la prise en compte de la chaîne de production globale de la production du projet et sa mise en situation : « Techniques et architecture situées ». Il entend montrer que « *la production complexe et hétérogène par nature du bâtiment engage bien d'autres compétences que le seul savoir technique. Bâtir, c'est, à un moment donné et en un lieu spécifique, rendre concordant des matériaux disponibles, des savoir-faire existants et un projet qui possède pour vertu première de les intégrer. (...) Un bâtiment doit porter témoignage d'un territoire, de son économie et de sa culture. Contre une vision exclusivement techniciste, il devient décisif aujourd'hui d'envisager la dynamique d'un projet dans le cadre plus global d'une logique de situation. En retour ce sera dans la capacité de l'œuvre à mettre en scène ce que l'on peut identifier sous le terme de « **Cultures constructives** » que l'on sera*

---

<sup>410</sup> Ce sont des projets de construction de bâtiments scolaires dans les pays d'Afrique et d'Amérique latine, qui valorisent les cultures constructives traditionnelles locales en terre crue.

<sup>411</sup> **Ecole d'Architecture de Grenoble et al. 1993** : sous la direction de DOAT, Patrice, FERRO, Sergio, SCHNEEGANS, Guy, VERDILLON, Claude, textes de BARGAGOT, Anne-Monique, DELARUE, Jean-Marie, GUILLAUD, Hubert, HOUBEN, Hugo, JOFFROY, Thierry, KEBBAL, Chérif, MOTRO, René, MOUTERDE, Rémy, PAULIN, Michel, PICON, Antoine, POTIÉ, Philippe, SAKAROVITCH, Joël, ROLLET, Pascal, SIMONNET, Cyrille, VITOUX, François – *Architecture & Cultures Constructives*, catalogue d'exposition, Editions CRATerre-EAG, Grenoble-Villefontaine, 1993, 80 p., p. 8.

---

à même de juger de sa validité. La maîtrise des concepteurs à rendre lisible dans la forme même de l'ouvrage les articulations de ces « Cultures Constructives » constitue l'objectif et l'ambition de l'enseignement que nous voulons promouvoir. » La validité du projet réside dans son adéquation au milieu où il se déploie mais aussi dans l'intelligence du chantier, du geste constructif. Il n'y a pas de division artificielle entre théorie et pratique, « il faut revendiquer la démarche inventive et pragmatique où l'homme de l'art et l'homme de métier savent conjuguer leurs talents. »<sup>412</sup>

L'exposition et son catalogue déclinent les réalisations du Cours de Construction de Grenoble et d'autres productions de recherche et d'enseignement des autres établissements, montrant l'évidence d'une pédagogie innovante axée sur la connexion entre architecture et construction et articulant la théorie et la pratique. Ces productions sont mises en perspective de conception d'une **nouvelle école des cultures constructives** qui pourrait constituer un « Pôle d'enseignement de la construction ». Le concept des Grands Ateliers est clairement défini comme lieu d'accueil de cette nouvelle pédagogie, espace de travail partagé au sein d'un réseau d'établissements d'enseignement supérieur de l'architecture, de l'ingénierie, des arts, où il sera possible de monter et démonter des éléments de construction à toutes les échelles avec les étudiants, où il sera possible de réaliser des prototypes pouvant être testés en résistance et évalués sur la qualité de leur mise en œuvre comme sur leur valeur architecturale. L'exposition est la première préfiguration de ces Grands Ateliers, plate-forme d'enseignement et de recherche qui permettra aussi, en lien avec le milieu de l'industrie du bâtiment, d'élaborer des projets expérimentaux ou des recherches spécifiques au champ de la construction. Ce grand projet propose de décliner cinq grands objectifs :

- une meilleure formation aux savoirs et pratiques des matériaux et de la construction, dans une approche pédagogique privilégiant le chantier et l'expérimentation comme mode de formation ;
- une recherche-développement sur les matériaux de construction et les systèmes constructifs, notamment dans la problématique du design ;
- des formations professionnelles en forte accroche aux différentes filières de production des matériaux ;
- un renouvellement de l'enseignement de la construction par la mise en place d'une école doctorale sur le thème des cultures constructive ;
- une mise en réseau des enseignements et de la recherche dans ce champ.

Les années qui vont suivre l'exposition « Architecture et Cultures Constructives » présentée à l'UNESCO en septembre 1993 vont être tendues vers la concrétisation du projet des Grands Ateliers. Cette tension suivra plusieurs phases qui seront consolidées avec la promotion opiniâtre et dynamique du projet, avec :

- la promotion renouvelée de la vision innovante de l'enseignement de la construction par d'autres documents<sup>413</sup> ;
- l'inscription du projet des Grands Ateliers au 11<sup>ème</sup> Contrat de Plan entre l'Etat et la Région Rhône-Alpes pour une première tranche estimée à 20 MF au cours de l'année 1994 ; cette inscription recueille l'adhésion de 12 écoles ou établissements qui acceptent de signer un protocole d'accord sur le projet ;

---

<sup>412</sup> Op. cit., p. 9.

<sup>413</sup> **Ecole d'Architecture de Grenoble 1994** : A.A.V.V., Collectif d'enseignement du Cours de Construction – *Architecture et Cultures Constructives, éléments pour un pôle d'enseignement de la construction, Atelier Espace et Structure, Construire et concevoir, 1<sup>ère</sup> année d'Architecture, cycle DEFA*, éditions Ecole d'Architecture de Grenoble, mars 1994, 78 p.

---

- la mise à disposition, par la ville nouvelle, sur la commune de Villefontaine, d'un site où les différents laboratoires et équipes pédagogiques disposent de salles de travail, de réunion, d'un centre de documentation et d'un espace d'exposition : la Maison Levrat ; Ces équipes engagent un travail de réflexion sur la programmation pédagogique des Grands Ateliers ;
- la préparation au cours de cette même année 1994 d'une deuxième exposition à l'UNESCO, programmée pour le mois de mai 1995 ;
- la réalisation d'un premier programme d'activités pédagogiques préfigurant les Grands Ateliers, au début de l'année universitaire 1995-96 : les 1<sup>ères</sup> Journées d'Automne qui se tiendront du 9 au 13 octobre 1995, sur la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau<sup>414</sup>. Ces journées d'Automne seront renouvelées pour l'année universitaire 1996-97 ;
- la concrétisation en 1997 du programme des Grands Ateliers incluant le programme architectural et le programme des enseignements ;
- un appel à concours d'architecture pour la conception des locaux qui sera lancé en 1998 ;
- la réalisation du chantier au cours des années 1998 et 1999 ;
- l'inauguration des Grands Ateliers, par la Ministre de la Culture et de la Communication, Mme Catherine Tasca, se fera en décembre 2000.

On aura ainsi pu suivre l'évolution de ce grand projet de formation et de recherche sur la construction qui aboutissait à la création des Grands Ateliers. La vision de ce projet était déjà fondée depuis le début des années 1980 et se consolidait sous l'impulsion initiale du CRATerre puis d'un collectif d'enseignants et de chercheurs de l'Ecole d'Architecture de Grenoble auquel se joignaient des enseignants d'autres écoles d'architecture, d'ingénieurs et d'arts. Au carrefour de la réflexion théorique formulant l'hypothèse qu'« *un cours qui n'est que théorique n'est pas opérant* » et que l'on ne peut dissocier le *penser* et le *faire* du projet, du chantier comme espace de recherche et d'innovation par l'*expérimentation* nourrissant l'*imagination constructive* et favorisant l'émergence de l'*idée constructive*, autour du concept de *cultures constructives* reliant les savoirs techniques et architecturaux et les savoir-faire des métiers de la construction, se fédérait un réseau de partenaires déployant une seule énergie et un même nouveau souffle scientifique et pédagogique qui portaient en avant la naissance des Grands Ateliers.

### 1994-1996 : Autres programmes d'enseignement et de formation professionnelle, manuels pédagogiques

#### *Programmes d'enseignement et de formation professionnelle : cours intensifs, cours internationaux et régionaux*

On ne reviendra pas ici sur les enseignements assurés à l'Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble qui sont intégralement présentés dans notre syllabus avec l'ensemble de notre parcours. Ces enseignements sont positionnés en 1<sup>er</sup> cycle Licence, en deuxième cycle Master et en Post-Master de DSA-Terre. Il convient de se reporter à la

---

<sup>414</sup> A.A.V.V. 1996 : Les Grands Ateliers de la Ville Nouvelle de l'Isle d'Abeau ; 1<sup>ères</sup> Journées d'Automne, 9 au 13 octobre 1995, éditions Les Grands Ateliers (Maison Levrat), 1996, 50 p.

<sup>416</sup> DGEMN, CRATerre, Doat et al. 1994 : DOAT, Patrice, (dir.), GUILLAUD, Hubert (rédacteur), JOFFROY, Thierry et HOUBEN, Hugo, ALVA, Alejandro, RIGASSI, Vincent, DOULINE, Alexandre et TRAPPENIERS, Marina, avec les participations de RIVIERE, Régine (secrétariat) - *Programme Pédagogique pour la formation de maîtres-maçons et d'entrepreneurs spécialisés en construction en terre, Ecole des Arts et Artisanats Populaires de Serpa*, Direcção Geral dos Edifícios e Monumentos Nacionais, (D.G.E.M.N.) Portugal et CRATerre-EAG, Grenoble, juin 1994, 290 p.

---

présentation de ce syllabus dans le dossier des références personnelles joint à ce rapport d'Habilitation à Diriger les Recherches.

Notre implication dans les activités d'enseignement supérieur et de formation professionnelle qui sont par ailleurs développées par le laboratoire CRATerre-ENSAG a été soutenue au cours de ces vingt dernières années et le demeure. Ces activités couvrent les situations suivantes :

- participation à la réalisation de cours intensifs thématiques pour des professionnels, dans le cadre d'un programme annuel de formation proposé par le laboratoire ;
- participation à la réalisation de cours internationaux et régionaux, en pays étrangers, en partenariat avec des institutions académiques ou de formation professionnelle de ces pays, ou avec des organisations non gouvernementales (ONG) :
  - o habitat économique et développement ;
  - o conservation et gestion des patrimoines architecturaux en terre.

Dans ces cours nos contributions ont plus spécifiquement porté sur les contenus suivants :

- l'histoire des architectures de terre et des cultures constructives ;
- histoire et théorie de la conservation ;
- le matériau terre, techniques de production ;
- les filières terre et les techniques de construction en terre ;
- la pathologie et le diagnostic des architectures de terre ;
- la protection de surface (enduits, badigeons) des architectures de terre ;
- les dispositions constructives du projet d'architecture de terre.

Les situations sur lesquelles on est intervenu, pour préparer et/ou réaliser des programmes d'enseignement supérieur ou de formation professionnelle en France ou en pays étrangers, sont les suivantes :

#### **1986-2006 : FRANCE**

Participation régulière au programme de cours intensifs professionnels proposé par le Laboratoire CRATerre. Ces cours s'adressent à des professionnels français et de pays étrangers, notamment à des architectes, ingénieurs et décideurs de la valorisation des patrimoines culturels, et la maîtrise d'ouvrage développant des projets d'habitat social dans les pays émergents. Les participations sont facilitées par l'accord de bourses de formation de la part de l'ONG allemande Misereor, partenaire du laboratoire dans le domaine du développement des établissements humains, et de la part des services de la coopération et de l'action culturelle (SCAC) des ambassades de France. La durée de ces cours intensifs varie de 1 à 3 semaines et associe des activités théoriques et pratiques.

#### **1989 : FRANCE**

**Participation à l'organisation et à la réalisation du cours PAT 89** sur « la Préservation du Patrimoine Architectural en Terre » organisé par le « Projet GAIA » (CRATerre-EAG/ICCROM), septembre-octobre 1989 (3 semaines).



**1989 : NIGERIA**

**Organisation, coordination pédagogique et participation aux enseignements du *First national workshop on earth construction technology***, National Commission for Museum and Monuments Lagos, Ambassade de France au Nigeria, National Museum Jos, University of Jos, Plateau State, Nigeria, mai 1988, Projet d'architecture de terre au Nigeria, MAE-DDCSTE.

**1989 : INDE**

**Organisation, coordination pédagogique et réalisation d'un cours professionnel de 1 mois** pour techniciens indiens de la construction (architectes, ingénieurs, entrepreneurs), sur le thème « Compressed earth block technology » (La technologie du bloc de terre comprimée), au *Nizamudin Building Centre du Housing and Urban Development Corporation* (HUDCO) de New Dehli, avril 1989.

**1990 : FRANCE**

**Participation à l'organisation et à la réalisation du cours PAT 90** sur « la Préservation du Patrimoine Architectural en Terre » organisé par le « Projet GAIA » (CRATerre-EAG/ICCROM), septembre-octobre 1990 (3 semaines).

**1992 : FRANCE**

**Participation à l'organisation et à la réalisation du cours PAT 92** sur « la Préservation du Patrimoine Architectural en Terre » organisé par le « Projet GAIA » (CRATerre-EAG/ICCROM), septembre-octobre 1992 (4 semaines).

**1994: NIGERIA**

**Organisation, coordination pédagogique et participation aux enseignements du *Second national workshop on earth construction technology***, National Commission for Museum and Monuments Lagos, French Embassy in Nigeria, National Museum Jos, University of Jos, Plateau State, Nigeria, avril 1994. Projet d'architecture de terre au Nigeria, MAE-DDCSTE.

**1994 : FRANCE**

**Participation à l'organisation et à la réalisation du cours PAT 94** sur « la Préservation du Patrimoine Architectural en Terre » organisé par le « Projet GAIA » (CRATerre-EAG/ICCROM), septembre-octobre 1994 (4 semaines).

**1995: CUBA**

**Organisation, coordination pédagogique et participation aux enseignements du *Primero Curso Nacional "Desarrollo de una linea de construccion con tierra para la vivienda en Cuba"***, Holguin, 28 septembre-28 octobre 1996, avec l'ONG cubaine Habitat-Cuba, Ministère des Affaires Etrangères de la France, Direction de la Coopération Scientifique et Technique, Sous-Direction des Pays en Développement / ST2, Bureau Amérique Latine, Ambassade de France à Cuba, Conseil Culturel Scientifique et Technique de Coopération.

**1996 : PEROU**

**Participation à l'organisation, à la coordination pédagogique et aux enseignements du Curso PAT 96**, « *Curso panamericano sobre la conservacion de las arquitecturas de tierra* », Projet GAIA (CRATerre-EAG/ICCROM/Getty Conservation Institute), Instituto Nacional de la Cultura de la Region La Libertad, Trujillo, Museo de sitio de Chan Chan, Trujillo, octobre-novembre 1996.

**1998 : CUBA**

**Organisation, coordination pédagogique et participation aux enseignements du *Segundo Curso Nacional « Desarrollo de una línea de construcción con tierra para la vivienda en Cuba »***, Santiago de Cuba, octobre-novembre 1998, avec l'ONG cubaine Habitat-Cuba, Ministère des Affaires Étrangères de la France, Direction de la Coopération Scientifique et Technique, Sous-Direction des Pays en Développement / ST2, Bureau Amérique Latine, Ambassade de France à Cuba, Conseil Culturel Scientifique et Technique de Coopération.

**1999 : PEROU**

**Participation à l'organisation, à la coordination pédagogique et aux enseignements du Curso PAT 99, « Curso panamericano sobre la conservación y el manejo del Patrimonio Arquitectónico Histórico-Arqueológico de Tierra »**, Projet TERRA (CRATERRE-EAG/ICCROM/Getty Conservation Institute), Instituto Nacional de la Cultura de la Region La Libertad, Trujillo, Museo de sitio de Chan Chan, Trujillo, octobre-novembre 1999.

**2000 : IRAN**

**Organisation, coordination pédagogique et participation aux enseignements d'un cours national (Iran)** sur la conservation et la gestion du patrimoine archéologique et historique en terre, à Haft Tepe – Suse – (mars 2000), avec le Iranian Cultural Heritage Organisation (ICHO, Téhéran), le Research Centre for the Conservation of Cultural Relics (RCCCR, Téhéran), et le Centre du patrimoine Mondial de l'UNESCO

**2000 : URUGUAY**

**Réalisation d'une semaine d'enseignements dans le « 5° Curso Regional el Diseño, la Construcción y la Conservación de las Arquitecturas de tierra »**, Université de la République d'Uruguay, Faculté d'Architecture de Montevideo et Unité Régionale Nord de Salto, décembre 2000.

**2002 : IRAN**

**Organisation, coordination pédagogique et participation aux enseignements d'un cours régional (Iran et pays d'Asie centrale)** sur la conservation du patrimoine archéologique et historique en terre, à Haft Tepe – Suse – (février et mars 2002), avec le Iranian Cultural Heritage Organisation (ICHO, Téhéran), le Research Centre for the Conservation of Cultural Relics (RCCCR, Téhéran), et le Centre du patrimoine Mondial de l'UNESCO.

**Fin 2004 et 2005 : FRANCE**

**Organisation d'une formation professionnelle pour architectes, « Architecture de terre : tradition et création contemporaine »**, avec l'Institut Régional du Patrimoine de Bretagne, la DRAC de Bretagne et l'Ecomusée du Pays de Rennes. Proposition de 6 modules d'enseignement, réalisés entre décembre 2004 et juin 2005.

**2006 : IRAN**

**Organisation et coordination pédagogique d'un « Second National on-site Training Workshop on Earthen Architecture Conservation and Management »**, à Suse et sur les sites archéologiques de Haft Tepeh et de Tchoga Zanbil. Avec l'Iranian Cultural Heritage Organization (ICHO) et le Research Centre for the Conservation of Cultural Relics (RCCCR), décembre 2006. Conduite d'un séminaire sur la préparation du Plan de gestion et de mise en valeur du site archéologique de Tchoga Zanbil (Khuzestân).

### **Programmes et manuels pédagogiques**

Dans le cadre de la coordination, programmation et/ou réalisation de ces activités d'enseignement supérieur ou de formation professionnelle, j'ai activement contribué à la définition des programmes, méthodes et contenus pédagogiques au sein de l'atelier pédagogique du laboratoire CRA Terre-ENSAG. Ces contributions prennent plusieurs formes :

- préparation de programmes, manuels ou photocopiés d'enseignement ;
- préparation de matériels didactiques en support des enseignements : ensembles de diapositives utilisées en projection, dessins et graphiques sur transparents utilisés en rétro projection, études de cas, présentations en power points, Cd-Roms, films et divers matériels pédagogiques pratiques accompagnant les activités de travaux dirigés.

Il convient ici de relever une forte implication dans la conception méthodologique des programmes d'enseignement, dans la définition de la structure des cursus, des contenus d'enseignement, des méthodes et modes d'évaluation, où sont associées des activités de nature théorique et de nature pratique répondant à la mise en relation dynamique et interactive du « penser » (savoir) et du « faire » (savoir-faire) qui caractérise la posture pédagogique du CRA Terre-ENSAG. C'est ainsi que les programmes d'enseignement que l'on a défini ou auxquels on a apporté nos contributions proposent des *curricula* qui présentent une description précise des enseignements, avec :

- la définition de la carte pédagogique du cours : séquence dans le programme, modules et titres des enseignements ;
- les modules distincts et leurs objectifs pédagogiques ;
- la pondération de l'importance des modules dans l'ensemble du curriculum (valeur en équivalent crédits) ;
- le nombre d'heures d'enseignement théorique et pratique dans les modules distincts ;
- le nombre d'heures d'enseignement théorique et pratique dans les cours distincts ;
- le chronogramme des enseignements pour leur mise en œuvre ;
- les fiches d'enseignement par modules et par cours à deux niveaux :
  - niveau 1 : module
    - o le mode d'évaluation du module : contrôle continu, contrôle partiel ou contrôle final, en pourcentage ;
    - o la définition de l'objectif pédagogique de chaque cours du module ;
    - o la définition des thèmes abordés par chaque cours du module ;
    - o le mode pédagogique et les heures d'enseignement (cours, T.D., atelier, chantier, visite) ;
    - o l'évaluation de chaque cours du module avec la définition du type de contrôle (contrôle final, contrôle partiel, contrôle continu), et avec le mode de contrôle (questionnaire ou interrogation écrit, oral ou discussion, suivi continu)
  - niveau 2 : cours
    - o le degré d'importance de l'enseignement : pondération essentielle ou secondaire ;
    - o la méthode spécifique au cours ;
    - o la concordance du cours avec les autres enseignements du programme pédagogique : groupe de discipline et module concernés, acquis de connaissance des étudiants ou élèves ;
    - o l'énoncé du contenu du cours, des travaux dirigés ou autres activités ;
    - o les matériels didactiques essentiels qui doivent être utilisés par l'enseignant.

Cette investissement en réflexion pédagogique a été appliquée à plusieurs situations qui ont donné lieu à la production de programmes ou de manuels d'enseignement destinés aux enseignants, ou de photocopies destinés aux participants, parmi lesquelles - qui ont contribué à des avancées méthodologiques -, on relève :

- au Portugal, en 1994, dans le cadre de la définition d'un programme d'enseignement professionnel pour un cours de maîtres de construction civile traditionnelle, construction en terre, à l'*Escola Nacional De Artes E Oficios Tradicionais* de Serpa<sup>416</sup> ;
- à Cuba, en 1995 et 1998, dans le cadre de la formation à la construction en terre des professionnels du réseau des « architectes de la communauté » mis en place par l'ONG cubaine Habitat-Cuba<sup>417</sup> ;
- au Pérou, en 1996 et 1999, dans le cadre de la réalisation de deux cours panaméricains sur la conservation et la gestion du patrimoine architectural, historique et archéologique, en terre, réalisés dans le cadre du Projet TERRA, en collaboration avec L'*Instituto Nacional de la Cultura*, région *La Libertad*, en partenariat avec l'ICCROM et le *Getty Conservation Institute*<sup>418</sup> .

La réalisation de ces cours a suivi l'évolution de la réflexion didactique, pédagogique et méthodologique du CRATerre-ENSAG qui a mis au point tout un ensemble de nouveaux outils d'enseignement où l'interactivité entre enseignants et étudiants a été particulièrement développée, utilisant des supports didactiques innovants : arbre à problèmes, panneaux d'intercommunication utilisés avec un modérateur pour recevoir des cartes écrites par les étudiants, aire d'ateliers pour la réalisation des activités de travaux dirigés avec matériels didactiques adaptés (matériels pour tests et essais sur les matériaux, pour les activités de production des matériaux, murets supports pour diverses activités pratiques), méthodologie de chantier formation par l'expérimentation sur construction de modèles et prototypes de structures, etc.

Notons enfin que les situations d'enseignement dans lesquelles on est intervenu durant ces vingt dernières années, ont nécessité une adaptation linguistique à la pratique écrite et orale de la langue anglaise (pays anglophone d'Afrique, Inde, Iran) et espagnole (pays d'Amérique latine).

---

<sup>417</sup> **CRATerre-EAG, Guillaud et al. 1995** : GUILLAUD, Hubert, CARAZAS-AEDO, Wilfredo et DOULINE, Alexandre, et Habitat-Cuba – *Curso intensivo y taller Dominio del material tierra y desarrollo de sus potencialidades arquitectonicas*, policopia del curso, *modulo 1* et *modulo 2*, éditions Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos - Habitat, 1995, 192 p. et 132 p.

**CRATerre-EAG, Guillaud et al 1998** : GUILLAUD, Hubert, CARAZAS-AEDO, Wilfredo et DOULINE, Alexandre, et Habitat-Cuba - *Construcción con tierra para la vivienda en Cuba, material didactico para la formación de capacitadores*, Tome 1, 119 p., Tome 2, 83 p., Tome 3, 98 p., Tome 4, 63 p., Tome 5, 83, p., Grenoble, La Havane, Octobre 1996 (réalisé dans le cadre d'un séminaire-atelier de formation de formateurs, "*Curso Nacional Desarrollo de una linea de construccion con tierra para la vivienda en Cuba*", avec le soutien du Ministère des Affaires Etrangères de la France, Direction de la Coopération Scientifique et Technique, des ONG allemandes Pain pour le Monde et Misereor.

<sup>418</sup> **CRATerre-EAG, ICCROM, GCI, Guillaud et Trappeniers 1996** : GUILLAUD, Hubert et TRAPPENIERS, Marina - *Curriculum Development Document. Pan-American course on the conservation and management of earthen architectural and archeological heritage, Gaia Project - PAT 96*, Chan Chan, Trujillo, Perù, November 10-December 13, 1996. INC-Perù, INC-DRLL, CRATerre-EAG, ICCROM, GCI, Grenoble, Rome, Los Angeles, France, Italie, États-Unis, Février 1996, 111 p.

---

**1998 – Création de la Chaire UNESCO « Architectures de terre, cultures constructives et développement durable »**

La Chaire UNESCO "Architectures de terre, cultures constructives et développement durable", a été inaugurée en octobre 1998 à l'École d'Architecture de Grenoble, à l'initiative de la Division des Enseignements Supérieurs de l'UNESCO. Elle est pilotée par le laboratoire CRATerre-ENSAG comme centre d'excellence. La direction de la chaire a été dans un premier temps assurée par mon collègue Hugo Houben (1998-2003) et j'en assure désormais la responsabilité institutionnelle depuis l'année 2004, sur décision du Conseil d'Administration de l'École d'Architecture, en position actuelle de 1<sup>er</sup> Vice Président du C.A. chargé de la Chaire UNESCO et des coopérations internationales et de président de la commission des relations internationales de l'école.

***Vocation de la Chaire UNESCO***

La vocation essentielle de cette chaire est d'accélérer la diffusion, au sein de la communauté internationale des savoirs scientifiques et techniques sur l'architecture de terre autour de deux domaines :

- environnement et patrimoine mondial ;
- environnement, établissements humains et habitat.

Tel qu'il est défini au départ dans ses objectifs, ce projet doit permettre à court et moyen terme, de mettre en place des activités d'enseignement, de recherche, d'expérimentation et de communication, au sein d'institutions partenaires de l'enseignement supérieur, de la recherche scientifique, et de la formation professionnelle. La Chaire vise l'amplification de la formation de formateurs, la définition de *curricula* pour les cycles licence et master et entend aussi faciliter le développement de la recherche doctorale (thèses, PhD). Sur ces bases, la Chaire UNESCO entend favoriser l'émergence de pôles régionaux et sous-régionaux au sein des établissements et institutions partenaires.

***Réseau de la Chaire UNESCO : les partenaires***

Le réseau initial des partenaires de la chaire, qui comptait 8 institutions en 1998, a été élargi assez rapidement dès les années 1999-2000 à de nouvelles collaborations, notamment en Afrique du Sud, avec « *l'University of Free State* » (UFS), et sa « *Faculty of Natural Sciences, Departement of Architecture* », de Bloemfontein, et en Ouganda, avec la « *Faculty of Architecture* » de la « *Makerere University* » de Kampala (MUK). D'une part, le projet développé en Afrique du Sud a permis d'intégrer des enseignants dans le cadre de notre formation de D.P.E.A.-Terre avec lesquels le laboratoire a préparé la définition de cursus d'enseignement. D'autre part, le laboratoire a été directement sollicité par l'Université de Kampala pour installer un programme d'enseignement initial spécialisé. Les activités de la chaire UNESCO ont également avancé avec un partenaire brésilien, l'UNIMEP de Piracicaba, Etat de São Paulo, qui a concrétisé l'installation de modules d'enseignement sur l'architecture de terre pour l'habitat très économique en deuxième cycle du cursus.

Aujourd'hui, le réseau de la chaire UNESCO rassemble 26 institutions partenaires qui sont conventionnées sur les objectifs partagés de la chaire. Ce réseau s'est principalement établi sur les positionnements institutionnels et professionnels des diplômés du CEAA Architecture de terre, unique formation spécialisée dans le monde créé à l'EAG en 1984,

désormais devenue DSA-Terre, de niveau post master avec cette année académique 2006-2007. En effet, plusieurs de ces diplômés de Grenoble ont pu intégrer, à l'issue de leur formation, des postes de décideurs, d'enseignants, de chercheurs, dans des directions ministérielles, des universités, des centres de formation professionnelle, des ONG(s), partageant une vision commune de revalorisation de l'architecture de terre, une volonté d'agir en faveur de la conservation et mise en valeur des patrimoines architecturaux en terre, et en faveur du logement pour les plus démunis en exploitant les ressources des cultures constructives traditionnelles et actuelles du matériau terre. Les partenaires actuels sont :

#### 11 Partenaires en Afrique :

- Burkina Faso : Ouagadougou, Ministère des Infrastructures, de l'Habitat et de l'Urbanisme/Projet LOCOMAT ;
- Nigeria : Jos, Centre for Earth Construction Technology (CECTech);
- Nigeria : le Département d'Architecture de la Bauchi University ;
- Afrique du Sud : le Département d'Architecture de la Free State University, à Bloemfontein ;
- Ouganda : le Département d'Architecture de la Makere University de Kampala ;
- Cameroun : le CEPAB, Centre de Promotion des Artisans de Bafoussam, CEPAB ;
- République Démocratique du Congo (ex Zaïre) : AMICOR, Amicale des Auto constructeurs Ruraux ;
- Tanzanie : Centre de Formation IPULI, à Tabora ;
- Liberia : Centre de formation technique du Diocèse de Gbarnga ;
- Maroc : l'Ecole Nationale d'Architecture de Rabat ;
- Maroc : l'Ecole Hassania des Travaux Publics de Casablanca ;

#### 9 Partenaires en Amérique latine :

- Brésil : Piracicaba, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo ;
- Brésil: Instituto Hendrix de l'Universidade Metodista, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo de Belo Horizonte, Minas Gerais ;
- Colombie : Santa Fe de Bogota (Universidad de los Andes, Facultad de Arquitectura) ;
- Colombie : Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Arquitectura, Santa Fe de Bogota ;
- Colombie : Fundación Tierra Viva, Barichara, Santander ;
- Mexique : Tlaquepaque, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO), Licenciatura en Arquitectura ;
- Uruguay : la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de Montevideo et son Unité Nord à Salto ;
- Argentine : la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de Santa Fe ;
- Argentine : le CRIATIC-FAU-UNT, Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda - Facultad de Arquitectura y Urbanismo – Universidad Nacional de Tucumán (Argentine) ;

#### 4 Partenaires en Asie :

- Inde : le Auroville Building Centre, Earth Unit (depuis lors rebaptisé "Auroville Earth Institute").
- Iran : le Research and Training Centre de Haft Tappeh (Suse) du Iranian Cultural Heritage and Tourism Organisation;

- Iran : l'Ecole d'Art et d'Architecture de l'Université de Yazd;
- Corée du Sud : Department of Architecture, Mokpo National University

### 2 Partenaires en Europe :

- Italie : Le Département d'Architecture de la Faculté d'Ingénierie et le LABTerra de l'Università Degli Studi de Cagliari ;
- Portugal : L'Escola Superior Gallaecia d'Architecture de Vila Nova de Cerveira.

### **Bref bilan sur la période récente d'activité 2002-2006 :**

Le bilan de ces dernières années fait ressortir les résultats suivants :

- *L'amplification de l'installation de programmes d'enseignement sur la construction et l'architecture de terre :*

La confirmation de l'intégration d'un cursus d'enseignement sur la construction et l'architecture de terre, avec l'appui du CRATerre-ENSAG (élaboration de programmes d'enseignement et formation de formateurs), dans les institutions partenaires suivantes :

- au Centre for Earth Construction Technology (CECTech) de Jos, Nigeria ;
- dans la Licenciatura en Arquitectura de l'Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO) de Tlaquepaque (Guadalajara), Mexique ;
- au Auroville Earth Institute, près de Pondicherry, en Inde ;
- au Département d'Architecture de la Makerere University de Kampala, Ouganda ;
- à la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de Montevideo et son Unité Nord à Salto ;
- à la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de Tucuman, Argentine ;
- au Département d'Architecture de la Bauchi University, Nigeria ;
- au Research and Training Centre de Haft Tappeh (Suse) du Iranian Cultural Heritage and Tourism Organisation, Iran ;
- au Département d'Architecture de la Faculté d'Ingénierie et le LABTerra de l'Università Degli Studi de Cagliari, Italie ;
- à L'Escola Superior Gallaecia d'Architecture de Vila Nova de Cerveira, Portugal.

Des appuis ont été aussi apportés à l'installation de programmes d'enseignement technique dans des centres de formation et des collèges d'enseignement technique, dans plusieurs pays d'Afrique, en liaison avec des projets soutenus par l'ONG allemande Misereor, partenaire consolidé du CRATerre-ENSAG. Ces activités sont labellisées « Chaire UNESCO ».

- *L'appui à la création de « laboratoires de recherche Terre » et le développement de programmes conjoints de recherche dans ou avec les institutions partenaires :*

- L'installation d'une équipe de recherche au *Research and Training Centre de Haft Tappeh (Suse) du Iranian Cultural Heritage and Tourism Organisation*, Iran. Cette action a été étendue au contexte de Bam avec la mise en place d'un laboratoire de recherche sur les matériaux de construction en terre pour la reconstruction de la ville sinistrée par le séisme du 26 décembre 2003 et pour la restauration de la citadelle de Arg-é Bam.
- L'installation d'un Laboratoire Terre à l'Ecole Nationale d'Architecture de Rabat (ENA), Maroc. Au cours de l'année 2005, un programme de recherche de 3 ans sur la

- normalisation parasismique des constructions en matériaux traditionnels au Maroc a été défini en partenariat élargi à l'Ecole Hassania des Travaux Publics de Casablanca (autre partenaire de la Chaire) et avec le L.P.E.E. (Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes).
- L'appui au développement de la recherche sur le patrimoine des architectures de terre et sur la construction contemporaine dans les Campidani Sardes, au LABTerra de l'Université des Etudes de Cagliari, Italie. Un programme conjoint sur la « *normativa* » a été développé.
  - Le développement d'un programme de recherche sur l'inventaire des monuments de l'Etat de Bauchi, avec le Département d'Architecture de l'Université de Bauchi, au Nigeria
- *L'activation de la mobilité des étudiants entre institutions partenaires :*
    - Les échanges entre l'Ecole d'Architecture de Grenoble et les Facultés d'Architecture de Montevideo et Salto, en Uruguay, et de Tucuman, en Argentine, ont été activés sur un mode bilatéral.
    - Des étudiants du CEAA puis du DSA-Terre sont régulièrement partis en stage ou pour participer au développement des actions d'enseignement sur la construction en terre à l'ITESO de Tlaquepaque (Guadalajara), Mexique.
    - Des étudiants du CEAA puis du DSA-Terre et du cursus initial de l'Ecole d'Architecture de Grenoble, sont régulièrement partis en stage au Auroville Earth Institute, en Inde.
  - *L'appui à une décentralisation du fonctionnement de la Chaire en favorisant l'émergence de pôles régionaux : trois pôles régionaux ont émergés et sont en consolidation par le développement d'activités conjointes :*
    - Une passerelle a été activée entre le CECTech de Jos et le Département d'Architecture de l'Université de Bauchi, au Nigeria, sur des actions de formations des professionnels de la construction en terre, artisans et entreprises.
    - Une triangulation entre l'Unité Nord de la Faculté d'Architecture et d'Urbanisme de la République d'Uruguay, à Salto, et les deux Université d'Argentine à Santa Fe et Tucumán, sur des actions d'enseignement conjointes en construction et architecture de terre sur sites partagés. Cette synergie a donné lieu à la mise en place d'un projet régional spécifique : « *Terra CONOSUR* ».
    - Une triangulation entre CRATerre-ENSAG, le LABTerra de l'Università Degli Studi de Cagliari et l'Escola Superior Gallaecia du Portugal, sur le développement d'un programme Européen Culture 2000 (région Méditerranée occidentale). Le pilotage se fait à partir de l'Italie. Cette synergie est désormais tendue sur la mise place d'un Master méditerranéen sur les architectures de terre, et d'un doctorat international ouvert sur les pays du Maghreb et d'Amérique latine (en cours de définition).
  - *La promotion internationale de la Chaire UNESCO :*
    - Chacun des partenaires du réseau de la Chaire contribue à promouvoir la Chaire UNESCO en labellisant les activités qu'il déploie.
    - Le CRATerre-ENSAG saisit toutes les opportunités lui permettant de valoriser et promouvoir la Chaire (conférences, séminaires, actions d'enseignement en pays étrangers), et de labelliser les activités développées en partenariat dans les pays étrangers. Ce « label » Chaire UNESCO s'avère être relativement porteur pour la



plupart des partenaires, notamment en terme de reconnaissance publique et institutionnelle, et pour solliciter plus facilement des moyens d'appui.

#### **4 - La projection scientifique à venir**

Nous présentons ci après les orientations que nous entendons donner à notre projet scientifique pour les prochaines années, en posant la projection pour chacun des 4 axes d'investigation que nous continuerons à explorer en lien avec les développements du programme de recherche du laboratoire CRATerre-ENSAG. Pour ces recherches futures, nos souhaits motivés par les avancées et l'évaluation de notre travail, vont dans ces principales directions :

##### **4.1. - Pour le premier axe thématique :**

##### **Contribution à l'histoire des cultures constructives et des architectures de terre**

##### **Avancer dans l'écriture du récit historique des architectures de terre**

Pour ce premier axe nous souhaitons avancer sur notre contribution à l'écriture d'un récit historique des architectures de terre, appréhendé au prisme de l'histoire des cultures constructives, que nous avons structuré en approche géographique continentale ou régionale avec notre mémoire de CEAA-Terre (1997), augmenté par la suite par d'autres publications (Zerhouni et Guillaud 2001 ; Guillaud 2003) que l'on a précédemment présentées. Notre objectif de travail vise à confirmer la place essentielle des cultures constructives de la terre crue dans l'histoire des établissements humains et dans l'histoire de l'architecture alors que celles-ci ont été longtemps ignorées ou largement dévalorisées par les historiens de l'architecture ; certes non par les archéologues qui ont été de tout temps confrontés à l'évidence de la présence historique renouvelée du matériau terre sur la grande majorité des sites fouillés dans la vaste géographie de la planète. La lecture historique des architectures de terre et de leur évolution, fondée sur l'étude et l'analyse de la documentation écrite accessible, ou sur les évidences physiques des sites, permet de constituer un corpus spécifique de références constitué de sites archéologiques, d'ensembles architecturaux historiques, principalement de caractère monumental et urbains, et par les architectures rurales vernaculaires, dans une très grande diversité et pour une large séquence historique. Ce corpus établit l'évidence du *continuum* historique des cultures constructives en terre avec leur remise en trajectoire permanente dans les pratiques constructives et architecturales, de l'Antiquité jusqu'à nos jours. Notre méthodologie d'analyse met en relation l'histoire des cultures et des civilisations - les grandes séquences historiques - avec ce corpus de référence de sites et d'ensembles architecturaux que l'on analyse au prisme des matériaux, des techniques et de l'évolution des cultures constructives en faisant ressortir l'impact sur l'évolution qualitative des architectures de terre résultant progressivement d'une plus grande maîtrise, par les bâtisseurs, du rapport entre matériau, technique, structure, espace, forme et usage, mais aussi du rapport au territoire dans l'échelle des établissements humains (du village à la ville). Nous entendons contribuer à mieux révéler cette articulation entre les savoirs et les savoir-faire qui fonde le génie des cultures constructives de la terre crue. *In fine*, notre contribution au récit historique des architectures de terre est recentrée sur les enjeux globaux et locaux des sociétés en tentant de **prendre leçon de l'histoire**. Elle entend montrer que les cultures constructives en terre crue, historiques et toujours vivantes, apportent des réponses pertinentes à des

questions fondamentales, récurrentes et toujours actuelles, qui ont été soulevées et que l'on peut analyser au prisme du génie des bâtisseurs et des lieux. De ce fait nous pensons que ces réponses sont toujours inspiratrices. Redonner place aux enseignements de l'histoire que l'arrogance de la civilisation technicienne actuelle tend à gommer dans son inclination à faire *tabula rasa*, à niveler la diversité culturelle de la réponse des cultures constructives. Parmi ces questions récurrentes et toujours actuelles, trois s'imposent comme essentielles et incontournables qui appellent des réponses urgentes fondant le socle de notre problématique :

- la question de l'accessibilité économique au logement pour le plus grand nombre des démunis ; cette question est aujourd'hui cruciale car une majorité de la population mondiale (30% selon les Nations Unies) n'a pas accès aux matériaux et technologies de construction industriels actuels réservés aux populations urbaines « solvables » ; cette situation laisse pour compte une grande majorité des populations pauvres, périurbaines et rurales qui n'ont pas d'autres choix que d'utiliser les ressources locales pour accéder à l'habitat ; l'histoire de l'architecture, revisitée au prisme de la valorisation des cultures de la terre crue démontre la pertinence de la réponse à la fois quantitative et qualitative de l'emploi millénaire du matériau terre, abondant et directement accessible, « au pied du mur » ;
- la question de la préservation des environnements naturels et culturels, de la diversité des écosystèmes, de la préservation des ressources non renouvelables et de la réduction des impacts polluants ; il s'agit là de **revaloriser la place de l'homme bâtisseur symbiote** avec l'environnement en prenant inspiration dans l'excellence des cultures constructives de la terre crue dont l'histoire témoigne ;
- la question de la préservation de la diversité culturelle, des valeurs fondant la signification et les identités culturelles des peuples du monde face à une tendance à la globalisation et à la « transculturation » de la production constructive et architecturale.

Concrètement, nous souhaitons avancer dans l'écriture du récit historique et de l'analyse des cultures constructives pour le continent africain que l'on a jusqu'à présent peu investi dans nos recherches antérieures. La documentation issue des recherches et études anthropologiques et ethnologiques, archéologiques, des études sur les architectures vernaculaires développées depuis la seconde moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle et au cours du XX<sup>ème</sup> siècle échu, est vaste. L'abondement du corpus de connaissances par des recherches documentaires qui ont été réalisées depuis 1998 dans le cadre du programme *Africa 2009* que le laboratoire CRATerre-ENSAG a développé en partenariat avec le Centre du patrimoine Mondial de l'UNESCO, l'ICCROM et les institutions culturelles de 44 pays au Sud du Sahara, rend cette perspective de recherche réaliste. Le fonds rassemblé sur les architectures africaines, dans le centre de documentation du laboratoire, est bien fourni pour ouvrir plus avant ce champ d'investigation que l'on compte appréhender au prisme de la problématique posée relevant les trois niveaux de questionnement présentés. Cette investigation sur les cultures constructives en terre crue du continent africain permettra de nouvelles avancées sur l'analyse des savoirs concernant des cultures qui ont été jusqu'à présent insuffisamment considérées et qui demeurent pourtant très actuelles dans les pratiques constructives et architecturales africaines. Il s'agit plus précisément de la culture du torchis, associant l'emploi de la terre crue à l'ossature en bois et végétaux, de la culture du façonnage direct qui consiste à modeler des structures en parois minces (greniers mais aussi habitats, tel celui des Mousgoum de Pouss au nord du Cameroun et au sud du Tchad - région du fleuve Logone -, par exemple), et de la culture de la bauge qui consiste en l'édification de structures par couches de terre massives et épaisses successives comme en témoignent les architectures traditionnelles du Bénin, du Ghana ou même de Madagascar, par exemple. Cette relecture des

cultures constructives moins documentées n'exclue pas la prise en compte, bien sûr, d'autres cultures dominantes, telles celles de la brique crue, très présente dans l'espace africain considéré, ni celle du pisé également dominante dans les territoires d'Afrique septentrionale et méditerranéenne (Maroc, Algérie, Tunisie, Lybie).

Nous souhaitons également avancer sur l'identification, le rassemblement et une première phase d'étude de la base documentaire, utiles à l'engagement d'une première ébauche de récit historique des architectures de terre pour la région de l'Asie centrale en nous appuyant sur les développements en cours du programme *Central Asian Earth 2012* que développe également le laboratoire CRATerre-ENSAG couvrant les 5 pays de la région : Kazakhstan, Kirghizistan, Turkménistan, Ouzbékistan et Tadjikistan. Cette région est en effet d'une richesse inouïe en ce qui concerne le patrimoine architectural en terre de nature archéologique comme en témoignent de nombreux sites qui ont révélé des informations de qualité exceptionnelle sur les civilisations antiques remontant au néolithique<sup>419</sup> puis pour les grandes séquences historique suivantes<sup>420</sup>. La construction de ce complément de récit s'appuiera sur la même méthodologie que l'on a défini et qui établit une relation entre une mise en situation historique d'un corpus sélectionné de patrimoines architecturaux (sites archéologiques, ensembles architecturaux historiques, cultures de l'habitat vernaculaire) et une analyse de l'évolution des cultures constructives (matériaux, techniques) et de l'architecture en analysant le rapport qui s'établit entre le matériau, la structure, l'espace la forme et la l'usage.

### **Corpus des textes historiques et fondation d'un art de bâtir en terre**

Sur ce deuxième axe notre hypothèse de travail suggère qu'il est essentiel de mettre en lumière le lignage historique, de l'Antiquité à nos jours, d'un corpus de textes qui s'est établi au fil des siècles constituant un fonds littéraire de référence sur la construction et les architectures de terre. Les questions soulevées sont les suivantes :

- cette littérature a-t-elle permis de maintenir une veille permanente, historique, culturelle et technique ?
- comment a-t-elle été à la fois le vecteur et le relais de la transmission d'un savoir sans cesse renouvelé, de modèles de pensée constructive consignés dans des essais et des

---

<sup>419</sup> Le site de Sarazm, Dans la vallée de Zeravchan, en Ouzbékistan, du IV<sup>e</sup> au II<sup>e</sup> millénaires ; le site de Gonur-depe, au désert du Karakoum, Turkménistan, capitale de la Bactriane-Margiane moyen-orientale et de la civilisation de l'Oxus, dès le III<sup>e</sup> millénaire.

<sup>420</sup> Les civilisations de l'Age du Bronze ancien en Bactriane (actuels Afghanistan, Ouzbékistan et Tadjikistan), qui formèrent les premières villes, en terre, de l'Orient ancien entre les III<sup>e</sup> et II<sup>e</sup> millénaires. Les oasis agricoles de la vallée du Ferghana (culture de Tchoust), à la frontière chinoise, se développant au cours du II<sup>e</sup> millénaire et à partir desquels, longtemps après, au-delà des époques zoroastriennes du Kharezme et de Bactriane, apparurent les centres historiques et culturels de la période achéménide et des états anciens de Parthie, de Sogdiane et de Bactriane. Puis les époques d'influence hellénique, au-delà des conquêtes d'Alexandre le Grand, qui précédèrent l'expansion des royaumes Parthes (dont Nisa est la capitale initiale, au Turkménistan), au passage de notre ère, simultanément à la période Kouchane alors que commence à rayonner la culture indo européenne puis bouddhique (Ajina Tepe, au Tadjikistan). Le rôle des perses achéménides créant de nouveaux centres urbains qui servent de relais administratifs, militaires et commerciaux, tel Erk Kala, la première cité fortifiée de Merv, édifiée dans le delta du Murghab, au sud-est du Turkménistan. Puis les Séleucides, avec le roi Antochios 1<sup>er</sup>, qui développent Merv au cours du III<sup>e</sup> siècle avec la construction de Gyaur Kala, antique Antochia Margiana. L'influence suivante des Sassanides, entre le III<sup>e</sup> et le VII<sup>e</sup> siècle, qui voit un grand essor de la région et qui précède la conquête arabe (651) défaisant l'empire Sassanide et s'étendant jusqu'à Samarkand. Durant toutes ces civilisations de l'histoire de l'Asie centrale, la terre crue restera le matériau dominant pour la construction des remparts des villes fortifiées et de l'habitat urbain comme rural. En témoigne encore la cité fortifiée de Turkestan, au Kazakhstan que l'on a eu plaisir à visiter récemment. Ville sainte pour les turcs islamisés où se dresse le mausolée-mosquée de Hodja Ahmad Yasawi (1338-1404), grand sage soufi. La périphérie de cette ville témoigne d'un nombre impressionnant de sites archéologiques en terre crue mais aussi d'une pratique toujours actuelle de construction de l'habitat populaire, en briques crues.

traités de construction qui donnent aujourd'hui une pleine légitimité à un « Art de bâtir en terre » dans le paysage des pratiques constructives et architecturales ?

Avec nos recherches précédentes, nous avons pratiquement reconstitué le corpus des textes d'origine occidentale, et pour l'essentiel méditerranéen, depuis l'Antiquité gréco-romaine, identifié l'apport d'une littérature d'origine arabe pour les époques du Moyen Age, puis à l'époque de la colonisation espagnole en Amérique latine, sur la base de recherches réalisées par une collègue historienne de l'art espagnole<sup>421</sup>, montré l'existence d'un vide de références documentaires pour cette même période du Moyen Age<sup>422</sup> dans les autres pays européens, relevé le relais pris avec l'époque moderne à partir de la Renaissance (Alberti notamment) et aux XVIII<sup>ème</sup> et XIX<sup>ème</sup> siècles, notamment en France (avec Georges-Claude Goiffon, l'Abbé Rozier, François Boulard et François Cointeraux et ses traducteurs européens) puis au cours du XX<sup>ème</sup> siècle avec le développement des études sur l'architecture rurale dans les pays européens, et avec l'apparition d'une littérature technique et scientifique dans la seconde moitié de ce siècle. Nous souhaitons mettre en forme ce corpus de textes de références, l'analyser et le commenter à la lumière des questionnements fondant le socle de notre problématique.

#### **4.2. - Pour le deuxième axe thématique :**

#### **Connaissance du matériau et des techniques, construction et architecture de terre**

##### **L'architecture en briques de terre crue :**

Notre contribution aux connaissances sur les matériaux et les techniques de construction en terre crue a principalement porté sur les cultures du pisé (Guillaud et al. 1983, 1984, 1985, et Guillaud 2005), sur celle du Bloc de terre comprimée (Guillaud 1995), tout en veillant à explorer le plus large éventail des cultures constructives de la terre crue comme on l'a engagé avec notre recherche de mémoire de CEEA-Terre (Guillaud 1997) qui dressait un premier panorama global couvrant les douze cultures repérées dans le *Traité de Construction en terre* (Houben et Guillaud 1989). Plus récemment, nous avons proposé une étude sur la culture constructive du gazon (Guillaud 2001) et avons communiqué en octobre 2006 un premier état des savoirs concernant la culture de la bauge<sup>423</sup>. Notre approche de l'une des cultures constructives en terre crue majeure, à la fois au plan historique, géographique, architectural et culturel, celle de la brique crue ou « adobe » a été bien engagée mais mérite d'être développée. Notre mémoire de CEEA-Terre de 1997 lui donne une bonne place avec une première synthèse que l'on propose au chapitre « *Terminologie des matériaux, modes d'utilisation et techniques* »<sup>424</sup> et dans la rédaction d'autres articles esquissant une histoire régionale des architectures de terre<sup>425</sup> inclus au même document. Cette première approche a été complétée en 2003 par un article que l'on a publié dans la revue scientifique d'archéologie japonaise *Al-Rafidān* que l'on a présenté auparavant<sup>426</sup>. Il demeure pourtant nécessaire de donner une nouvelle épaisseur à cet état des connaissances sur la culture de l'adobe en mieux

---

<sup>421</sup> Il s'agit des recherches effectuées par Mme Juana Font Arrellano que l'on a plusieurs fois citées.

<sup>422</sup> Mis à part l'évocation de la construction en « gazon » proposée par la tapisserie de Bayeux pour la construction des mottes médiévales et d'ouvrages fortifiés.

<sup>423</sup> **Guillaud 2006** : GUILLAUD, Hubert – *La bauge : un panorama mondial d'une architecture de terre crue*, in Colloque européen *L'Architecture en bauge en Europe*, Isigny-sur-Mer, 12-14 octobre 2006, conférence, ppt, 165 diapositives.

<sup>424</sup> Op. cit. 1997, *La terre moulée : architecture en briques moulées ou adobes*, pp. 197-213.

<sup>425</sup> Ibid, *Le bassin méditerranéen et les régions du Levant*, pp. 275-305 ; *La mésoamérique et l'Amérique latine*, pp. 441- 459.

<sup>426</sup> **Guillaud 2003** : op.cit.

construisant la vision d'une trajectoire historique plus complète incluant aussi les traditions de l'habitat vernaculaire du monde sur des régions que l'on a insuffisamment explorées - l'Afrique, l'Amérique latine et du nord, l'Asie - et en montrant l'évidence de la permanence vivante de ces architectures d'adobe dans ces mêmes régions, portée par la production actuelle de l'habitat populaire en milieu rural et en ceintures périurbaines des villes des régions en développement, ou portée par des productions plus spécifiques comme celle des architectures bioclimatiques nord américaines que l'on a auparavant explorées mais restituant des informations aujourd'hui datées (début des années 1980) qu'il faut actualiser.

Une occasion nous est offerte d'avancer dans cette nouvelle étape d'écriture sur l'état des connaissances des cultures constructives et des architectures de la brique de terre crue avec la réalisation des « *Troisièmes échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue : la brique de terre* », qui se tiendront en 2008 à Toulouse, dont on assure actuellement la coordination scientifique en collaboration avec l'Université de Toulouse Le Mirail, l'UMR 5140 du CNRS « *Archéologie des Sociétés Méditerranéennes* » (Lattes, Hérault) et l'association Architerre<sup>427</sup>. Nous avons été invité à proposer une conférence de clôture de cette manifestation scientifique sur le sujet « Histoire et panorama mondial des cultures constructives de la brique de terre crue ».

**Consolider la capacité de réponse constructive et architecturale en terre parasismique en analysant les enseignements des « cultures locales du risque » :**

Sur ce quatrième axe nous souhaitons apporter nos contributions, en lien avec le programme engagé par le laboratoire CRATerre-ENSAG, au développement des recherches sur la construction en terre parasismique. Ces recherches sont actuellement favorisées par le positionnement sur plusieurs contextes exposés au risque sismique tels que l'Iran (après le séisme de Bam en décembre 2003), le Maroc (après le séisme de Al Hoceima en février 2004), et le Cachemire Pakistanais (après le séisme de l'automne 2005). Afin de contribuer à une réponse parasismique mieux située dans les contextes d'intervention post séisme, soit de nature culturelle et architecturale, il apparaît essentiel de compléter le niveau de réponse purement technique et normatif, proposé par l'ingénierie sismique. Celle-ci vise à améliorer les dispositions constructives du projet antisismique en modélisant les propositions sur les technologies actuelles du béton armé et de l'acier et contribue à l'éradication des cultures constructives locales, dont celles de la maçonnerie en terre ou autres matériaux locaux (pierre, bois). Notre préoccupation, il va de soi, est certes partagée en ce qui concerne la réduction des pertes humaines en cas de séisme. Elle se veut toutefois plus précisément centrée sur **la réponse culturelle et architecturale** à même de favoriser un *continuum* de la permanence et évolution/adaptation des cultures constructives et architecturales des régions sismiques que l'on a identifiées sous la dénomination de « **cultures locales du risque**<sup>428</sup> », réponse apportée par la mémoire collective des événements sismiques antérieurs dont témoignent les générations successives de bâtisseurs dans les régions exposées à ce risque majeur. L'approche que l'on défend ici entend rapprocher les cultures locales des désastres de façon à

---

<sup>427</sup> Nous avons antérieurement collaboré aux travaux du Comité scientifique des *Premiers échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue : terre modelée, découpée ou coffrée*, qui se sont tenus à l'École d'Architecture de Montpellier les 17 et 18 novembre 2001, où l'on présentait notre recherche sur la culture du gazon, puis avons coordonné les travaux du Comité scientifique et l'organisation des *Deuxièmes échanges transdisciplinaires sur les constructions en terre crue : les techniques monolithiques, pisé et bauge*, qui se sont tenus aux Grands Ateliers de Villefontaine, les 28 et 19 mai 2005 où l'on présentait notre recherche sur les cultures constructives du pisé.

<sup>428</sup> Recherches développées par le Centre Universitaire Européen pour les Biens Culturels (CUEBC) de Ravello, Italie, sous la direction du professeur Ferruccio Ferrigni, avec lequel notre laboratoire a engagé des collaborations scientifiques.

mieux prévenir les désastres naturels par une remise en valeur de ces cultures locales du risque.

Notre contribution portera plus précisément sur l'inventaire et l'analyse des cultures locales du risque qui montrent notamment la capacité de réponse des constructions traditionnelles locales à mieux dissiper l'énergie sismique par différents procédés efficaces :

- le couple stabilité par la masse au premier niveau des structures (rapport d'élançement des murs se situant dans l'ordre de 4 à 5), et systèmes ductiles au deuxième niveau (colombages hourdés de torchis ou de petits éléments de maçonnerie) encaissant mieux l'effet pendulaire résultant du double effet des secousses verticales et horizontales ;
- les solutions de soubassement en maçonnerie de pierre appareillées à sec, voire de soubassement indépendant des fondations (lits de végétaux et de graviers interposés, en ballast) garantissant également une réponse ductile et dissipant l'énergie linéaire des ondes de surface ;
- les solutions de renforts en bois intercalés horizontalement dans l'épaisseur des maçonneries, et les solutions de renforts verticaux également en bois reliant les fondations à des chaînages-diaphragmes ;
- les solutions de chaînages mobiles ou roulant qui contribue aussi à une dissipation de l'énergie sismique linéaire ;
- les systèmes « fusibles » tel que voiles de maçonnerie en parois de remplissage, ou parois non porteuses des systèmes de planchers et toitures qui sont indépendamment soutenus par des ossatures souvent en bois.

Cet inventaire analytique des dispositions constructives traditionnelles, issues de l'imagination constructive des bâtisseurs locaux en régions à haut risque sismique, et de leur efficacité que la récurrence historique de leur emploi confirme implicitement (voir les cultures constructives des îles égéennes, Eubée notamment), permet d'envisager des formes de continuité culturelle ; soit en consolidant et réintroduisant ces dispositions dans la reconstruction post sismique, soit en développant une démarche innovante qui proposerait d'autres alternatives technologiques, constructives et architecturales, où l'emploi des matériaux actuels, en compatibilité avec les matériaux traditionnels et les savoir-faire locaux, apparaît être une voie méritant d'être explorée plus avant. Une voie qui se démarque de la « *vision développementaliste technocratique et fonctionnaliste* »<sup>429</sup> qui tend justement à nier la diversité culturelle et la pertinence de réponse de ces cultures locales du risque. Cette négation qui s'est par exemple manifestée « *au Yémen, après le terrible tremblement de terre de 1985 où l'aide internationale a abouti à une catastrophe culturelle et professionnelle aux conséquences incalculables : tous les pays ont envoyé des maisons préfabriquées en kit, ou des plans à l'image de la typologie de l'habitat des donateurs ; le tout fut implanté dans l'urgence le long de la route nationale, loin des villages traditionnels et des champs de culture des populations. Une sorte de linéaire éclectique et d'une médiocrité terrible est ainsi apparue dans un pays qui recèle pourtant l'une des plus impressionnantes traditions urbaines et architecturales fondées sur la construction en terre crue.* »<sup>430</sup>

Cette contribution s'inscrit dans un ensemble plus large de considérations visant à **revaloriser le couple « cultures et désastres »** que prennent en compte les recherches

---

<sup>429</sup> **Gossé 2005** : GOSSÉ, Marc – *Une reconstruction destructrice*, in *Le Monde Diplomatique*, février 2005, pp. 14-15. Mars Gossé est architecte et urbaniste, professeur à l'Institut d'Architecture de La Cambre, Bruxelles.

<sup>430</sup> Op. cit., 1<sup>er</sup> paragraphe de l'article.

---

inscrites au programme du laboratoire CRATerre-ENSAG. Ces considérations articulent quatre composantes de l'élaboration du projet d'architecture parasismique en situation de post-urgence et de reconstruction structurant les piliers du développement durable :

- 1- **la composante « technique »** : agir sur l'amélioration de la qualité constructive, tant sur la production des matériaux que sur la conception et la mise œuvre des ouvrages ; contribuer à l'élaboration de textes de recommandations « intelligents » ne bannissant pas systématiquement l'emploi des matériaux traditionnels : normes /vs/ règles de l'art et codes de bonnes pratiques.
- 2- **la composante « culturelle »** : préserver la diversité culturelle et donc l'héritage des cultures constructives et architecturales, développer les conditions favorables à une « évolution culturelle » de cet héritage dans des applications contemporaines de l'architecture parasismique ; adapter et améliorer les « cultures locales du risque » ;
- 3- **la composante « humaine » et « socioéconomique »** : agir en faveur d'une reconstruction humaine et sociale dans les situations traumatiques de post urgence sismique et dans une perspective de développement durable. Accompagner le processus de reconstruction sociale par l'intégration des dynamiques de participation populaire, par la formation de la capacité professionnelle locale, par un développement des filières de construction en terre et des projets d'architecture de terre parasismique favorables à des retombées économiques (création d'entreprises et d'emplois locaux) bénéficiaires aux populations locales.
- 4- **La composante « environnementale »** : engager un processus de reconstruction qui contribue au respect des environnements naturels et physiques locaux, des rapports d'équilibre et d'harmonie entre nature et culture où les cultures constructives de la reconstruction ont leur plein rôle à jouer, en valorisant les matériaux et les savoir-faire locaux, contribuent à la préservation et à la gestion équitable des ressources locales, des énergies non renouvelables, et à la mobilisations des énergies alternatives. Cela contribuant également à la réduction des dépendances extérieures en devises et donc à la réduction de la dette des sociétés locales.

L'articulation de ces quatre composantes permet d'envisager d'autres formes de réponses prenant aussi en compte les causes humaines des catastrophes que la seule composante technique ne peut expliquer : le mal-développement, l'absence de politique d'aménagement du territoire intégrant les données environnementales, le niveau de corruption des opérateurs de la construction aboutissant à un détournement des règlements de construction parasismique (même quand ceux-ci existent), le laisser-faire des autorités publiques par rapport à la prolifération des habitats illégaux et précaires ou vis-à-vis de l'existence de constructions dans les zones à risque accru, zones inondables, terrains de déblais rapportés ou sols meubles, etc.

### **4.3. - Pour le troisième axe thématique : Etat du savoir en conservation des patrimoines architecturaux en terre, méthodologie de diagnostic et d'intervention**

#### **Les voies de la recherche en conservation des patrimoines architecturaux en terre**

Sur ce cinquième axe nous proposons de valoriser, à partir de notre recherche sur la Revue critique de la littérature scientifique de la conservation des patrimoine architecturaux en terre (Guillaud 1999 et 2001), les voies prioritaires de la recherche fondamentale, expérimentation et action, associées aux besoins et attentes d'évolution des pratiques conservatoires préventives et durables qu'exprime la communauté internationale des chercheurs et des professionnels de la conservation et de la mise en valeur des patrimoines architecturaux en terre, archéologiques et historiques. Cette revue de la littérature a permis en effet de dégager des priorités de recherche dans plusieurs domaines d'investigation à la fois indépendants et transversaux, voire corollaires dans leur potentiel d'applicabilité aux pratiques de conservation et de gestion, et qui couvrent les problématiques relatives à quatre grands domaines d'investigation scientifique :

1. *la meilleure connaissance de la matière terre et des matériaux de construction en terre* : géologie des argiles et des matériaux de construction en terre ; compactage des sols et du matériau terre à granulométrie fine ; recherche sur la cohésion et perte de cohésion du matériau terre, notamment observée sur les vestiges mis au jour et subissant les contraintes des facteurs environnementaux : érosion pluviale et éolienne, évolution de la cohésion de la matière au contact des variations des cycles d'humidité et de sécheresse ambiante, problèmes de salinité.
2. *le relevé et l'évaluation de l'état pour un meilleur diagnostic préalable à toute réponse conservatoire* : documentation des architectures de terre, observation et analyse des causes, facteurs et mécanismes de détérioration à l'origine de pathologies d'humidité et de structure, suivi (*monitoring*) de l'évolution de ces pathologies, question plus spécifique des pathologies sismiques.
3. *la conservation des patrimoines architecturaux en terre* : problématique spécifique des sites archéologiques, modification et stabilisation des matériaux, conservation des surfaces (parements) non décorées et décorées (peintures, modelage, modénatures et sculptures), le contrôle biologique du matériau.
4. *la gestion des patrimoines architecturaux en terre* : méthodologie de recherche et d'étude pluridisciplinaire des valeurs des patrimoines, définition de « visions », principes directeurs et stratégies, plans d'action, pour la conservation préventive, durable, et la gestion culturelle des ressources patrimoniales.

A partir de la revue de la littérature scientifique couvrant ces quatre grands domaines d'investigation, quelques questions, hypothèses et directions de recherche qui paraissent prioritaires peuvent être formulées :

#### **1. Pour la meilleure connaissance de la matière et du matériau terre :**

- Quel est le rôle de l'humidité dans le matériau terre ? Les variations d'humidité dans le matériau pourraient être déterminantes dans la durée de vie des structures construites en terre. Il conviendrait d'engager davantage d'études et de recherches sur les variations, les



transferts et les effets du changement d'humidité dans le matériau, à la fois en laboratoire et *in situ*.

- Quel est l'impact du milieu physique ambiant sur la vie des structures en terre ? Les variations climatiques pourraient avoir des effets considérables sur la durée de vie des structures en terre. Davantage d'études et de recherche devraient être développées sur les effets des cycles répétés de mouillage et séchage du matériau<sup>431</sup>.
- Pourquoi les argiles tiennent-elles entre elles ? Quel est le rôle de l'eau à l'échelle moléculaire ? Les raisons ne sont pas encore clairement expliquées. Il conviendrait notamment d'engager des recherches fondamentales sur les propriétés de cohésion et de perte de cohésion du matériau terre<sup>432</sup>.

## **2. Sur le relevé et l'évaluation de l'état pour un meilleur diagnostic préalable à toute réponse conservatoire :**

- Pourquoi les ouvrages construits en terre et selon des techniques de construction différentes se comportent-ils différemment ? Il y aurait peut-être à considérer un impact variable du milieu ambiant, des causes et facteurs de détérioration selon les techniques de construction et notamment entre les techniques de maçonnerie en petits éléments (brique de terre crue ou adobe) et les techniques monolithiques (pisé et bauge). En commençant par l'adobe, des recherches devraient être plus poussées sur l'analyse approfondie des causes de détérioration, sur les mécanismes et effets de la cristallisation saline et de sa relation avec l'humidité (remontées capillaires), avec le gel, sur la relation avec la porosité mais aussi sur l'impact de la bio détérioration et de la pollution ambiante.
- Quels sont les effets patents de l'emploi de technologies avancées de documentation sur les pratiques conservatoires ? Ces technologies ne pourraient-elles pas être mieux intégrées dans un processus de planification de la gestion des sites ? Il conviendrait d'engager plus de recherche sur cette relation entre documentation, objectifs et méthode de planification afin que les nouvelles technologies soient plus directement utiles à la réponse conservatoire. La relation entre documentation, conservation préventive, suivi (*monitoring*) et évaluation paraît essentielle pour engager un processus de conservation durable.

## **3. Sur la conservation des patrimoines architecturaux en terre**

- Dans le domaine de la conservation des surfaces en terre non décorées beaucoup de questions demeurent en suspens notamment en ce qui concerne leur nettoyage et leur désalinisation. Quelles relations peut-on mieux établir entre ces pratiques conservatoires et la consolidation des surfaces en terre par stabilisation physico-chimique ? N'y a-t-il pas

---

<sup>431</sup> Une recherche a été depuis lors engagée sur cet axe de questionnement que nous avons soulevée dans notre revue critique de la littérature scientifique sur la conservation des architectures de terre développée en 1999-2001. Elle fait l'objet d'une thèse, développée par Olivier Grossein, intitulée *Etude du lien entre régimes hydro-climatiques et cohésion du matériau terre en relation avec sa conservation*, co-dirigée par le Laboratoire d'Etude des Transferts en Hydrologie et Environnement (LTHE), UMR 5564 du CNRS-INPG-IRD-Université Joseph Fourier de Grenoble, et le laboratoire CRATerre-ENSAG

<sup>432</sup> Cet axe de recherche sur la cohésion et perte de cohésion de la matière terre, dont l'importance avait été pressentie avec mon collègue Hugo Houben, à la suite de l'observation, en 1999, d'une évolution pulvérulente des vestiges du site péruvien de Chan Chan, d'époque Chimú (IX<sup>ème</sup> - XIV<sup>ème</sup> s. ap. J-C.) protégés par un bâchage temporaire à cause des impacts climatiques du *Niño*, et que l'on a de nouveau pointée dans notre revue de la littérature, a été développée par la suite par un collectif scientifique associant notre laboratoire à ceux de l'ICCROM, du *Getty Conservation Institute*, et d'autres laboratoires français tels le laboratoire de géologie, équipe minéralogique du Département Terre Atmosphère Océans, UMR 8538 CNRS-Ecole Normale Supérieure de Paris (Bruce Velde), le laboratoire de physico-chimie structurale et macromoléculaire, UMR 7615 CNRS-Ecole Supérieure de Physique et Chimie Industrielle de Paris (Henri Van Damme). Cette recherche s'est depuis lors ouverte sur d'autres thèses développées par deux jeunes chercheurs du laboratoire CRATerre-ENSAG, Laetitia Fontaine et Romain Anger, co-encadrées avec l'INSA de Lyon (UMR MATEIS) sur la thématique *La matière en grains : de la géologie à l'architecture*.

d'autres voies à explorer pour utiliser des nouvelles formes de consolidation par l'emploi de stabilisants de nature organique qui serait plus compatibles avec le matériau terre ? Quelle relation établir entre consolidation et microclimat. Ou encore, comment réduire les écarts de résultats entre essais en laboratoire et essais *in situ* ? Comment mieux définir des systèmes de suivi (*monitoring*) ?

- Pour la conservation des surfaces décorées, une évaluation plus systématique des pratiques conservatoires qui ont été développées ces 20 dernières années paraît indispensable. Une mise en relation de ces pratiques avec les impacts et les effets des produits utilisés, des pratiques *in situ* qui sont de plus en plus généralisées, et avec le milieu ambiant (exposition aux éléments) semble également indispensable.
- Concernant la spécificité de la conservation des sites archéologiques en terre plusieurs questions mériteraient des investigations plus poussées : les mesures préventives durant les fouilles ; la protection des vestiges par chapeaux de protection (mortiers de terre modifiés) ou par abris (toitures) ; le ré-enterriment des fouilles ; le suivi et l'évaluation des procédés de protection ; les avantages économiques de l'entretien.
- La question de l'exposition des patrimoines archéologiques et architecturaux en terre au risque sismique revêt une grande importance. Or, on ne connaît pas encore assez le comportement des maçonneries non renforcées ni leur performance face à ce risque. Des recherches devraient être développées qui permettraient une observation et une analyse plus poussée des dommages causés aux structures en terre dans les régions sismiques. Des tests et essais devraient permettre de mieux connaître la relation entre paramètres de construction et performance sismique. Une analyse et une évaluation des interventions de conservation post-séismes devraient aussi être utiles pour une approche prévisionnelle de la performance sismique.
- Dans le domaine du suivi (*monitoring*) des problèmes d'humidité, la relation avec la détérioration des structures en terre et avec le contrôle biologique devrait être mieux explorée. Des recherches sur les effets de la végétation ambiante et des organismes vivants (termites, insectes, rongeurs), et sur le meilleur contrôle de la détérioration biologique devraient être engagées plus avant n'ayant que très peu retenu l'intérêt des chercheurs jusqu'alors.

#### **4. – Sur la gestion des patrimoines architecturaux en terre**

- Dans ce domaine, il apparaît désormais que la garantie d'applicabilité d'un plan de gestion et de mise en valeur d'un patrimoine archéologique ou architectural en terre crue est conditionnée par plusieurs niveaux d'approches intégrées :
  - o dans une définition pluridisciplinaire du plan fondée sur le plus large éventail de recherches documentaires : archéologiques et historiques, anthropologiques, environnementales (faune, flore, climat, pollution), techniques et architecturales (relevé architectural et photogrammétrique, recherches sur les matériaux et les mortiers, relevé de l'état et diagnostic des pathologies), sociologique, économique (retombées en terme d'activités et d'emplois) et politique (aménagement du territoire) ;
  - o dans l'association du plus large éventail des parties prenantes locales dans le processus de conception du plan de gestion, soit : les institutions culturelles, les chercheurs de plusieurs disciplines concourant à la documentation et à l'analyse des valeurs, les professionnels de la conservation et de la gestion, des représentants des populations locales qui entendent légitimement bénéficier de la valorisation culturelle durable du patrimoine. Cette dynamique interactive, consultative et participative impose la mise au point de nouvelles méthodes appropriées où l'expertise, au-delà de la mission

traditionnelle de conseil et d'orientation devient davantage un outil d'accompagnement et de facilitation pour installer les conditions favorables à une prise en charge locale du processus de gestion des ressources patrimoniales.

- dans la définition claire d'une « vision » partagée pour un développement durable des ressources patrimoniales en intégrant concrètement les préoccupations relatives aux trois piliers du développement durable : société, économie et environnement.

Notre propos viserait plutôt à dégager les principes d'une attitude philosophique et éthique à même de renouveler les pratiques conservatoires des patrimoines architecturaux en terre, au prisme de préoccupations majeures que la communauté scientifique devrait être en mesure de mieux partager :

- documentation, préservation et conservation préventive des évidences physiques : pratiques intrusives et destructives/vs/non intrusives et non destructives ;
- respect et limites d'interprétation de l'intégrité et de l'authenticité ;
- respect des logiques constructives et architecturales « terre » dans les interventions de conservation ; compatibilité et réversibilité ;
- connaissance et prise en compte du milieu physique, culturel, social, économique et politique ; interventions conservatoires « situées » ;
- gestion et mise en valeur du patrimoine dans une perspective de développement durable : conservation et réhabilitation de l'usage ; tourisme culturel et retombées économiques et sociales.

### **Recherche archéologique et conservation architecturale**

Sur cet axe, nos recherches futures viseront à apporter une contribution pour des réponses à une question soulevée sur une nouvelle problématique émergente récemment investie par plusieurs chercheurs du laboratoire CRATerre-ENSAG<sup>433</sup>, qui engage une réflexion spécifique sur la conservation des sites archéologiques en terre, à l'interface des enjeux de la recherche archéologique et des pratiques conservatoires et de mise en valeur des sites. En effet, l'accessibilité publique grandissante aux sites, conséquente au développement des intérêts culturels, éducatifs et économiques favorisé par le classement de plus en plus nombreux sites archéologiques en terre sur les listes patrimoniales nationales et sur la Liste du Patrimoine Mondial de l'UNESCO, l'enjeu de la préservation de la diversité culturelle pouvant favorablement s'appuyer sur la mise en valeur de ces sites pour un tourisme culturel générateur de ressources pour le bénéfice des nations et des populations construisant leur capacité professionnelle (recherche, conservation et gestion), la diversification des objets de recherche résultant d'une approche pluridisciplinaire de la documentation des sites pour leur planification et gestion culturelles, font que la valeur des sites n'est plus exclusive aux disciplines jusqu'alors principalement concernées, soit l'archéologie et la conservation. Or, dans de nombreux pays la coordination entre les recherches archéologiques et la conservation des sites demeure très rare, voire exceptionnelle ou totalement absente bien qu'apparaissant de plus en plus nécessaire. Comment répondre à la fois à une exigence scientifique de documentation et d'interprétation archéologique, architecturale, et à une nécessité de présentation culturelle des sites dans le respect partageable, par les chercheurs et les conservateurs, de l'intégrité et de l'authenticité des sites, de la conservation de l'évidence

---

<sup>433</sup> Il s'agit de David Gandreau, archéologue, de Thierry Joffroy, Sébastien Moriset et Mahmoud Bendakir, architectes conservateurs, et de moi-même.

architecturale physique *in situ* à même de satisfaire l'attrait des visiteurs ? La fragilité des sites archéologiques en terre, dès lors qu'ils sont mis au jour par les fouilles, pose des difficultés particulières. Quelques questions émergent. Peut-on continuer à engager une documentation archéologique en exploration systématique de la stratification des couches historiques alors que se sont développées les techniques de documentation non destructives et que l'avenir de la technologie documentaire laisse augurer d'autres progrès qui rendront certainement désuètes les pratiques documentaires utilisées jusqu'alors ? Faut-il ne rien faire et alors risquer une dégradation rapide des vestiges ? Comment intervenir, éventuellement de manière minimale mais hélas dans la majorité de situations sans une connaissance suffisante du matériau terre et du milieu au risque, là encore, d'alimenter un processus de destruction des vestiges ? Peut-on engager des travaux de conservation préventive, voire même de consolidation structurale des vestiges en négligeant de prendre en compte la signification culturelle de sites qui n'auraient pas été ou insuffisamment documentés et poser alors de lourds problèmes d'intégrité, d'authenticité, de risque d'interprétation conjecturale, et donc de présentation ? Comment cerner désormais les limites du nécessaire (préservation et stabilisation) et du possible (philosophie et éthique conservatoires, limites d'applicabilité des chartes internationales) dans le domaine de la recherche archéologique, au vu de ces questions, sans mettre en péril le développement des fouilles programmées qui sont garantes des progrès scientifiques qui les accompagnent ? Comment *in fine* mieux garantir l'application efficace du nouveau concept émergent prônant une compréhension maximale et une intervention minimale de plus en plus partagé par la communauté internationale ? Comment mieux intégrer les programmes archéologiques et de conservation dans le domaine des patrimoines en terre ? Ce sont là des questions posées à l'interface des enjeux de l'archéologie et de la conservation architecturale dont les objectifs scientifiques et les méthodes diffèrent, mais aussi de la mise en valeur culturelle, qui doivent trouver des réponses théoriques et pratiques, base absolument indispensable alors que d'autres degrés de complexité sont déjà portés par la transversalité de plus larges intérêts disciplinaires, par la documentation, l'analyse et la conservation des valeurs tangibles et intangibles, dépassant ce seul binôme de disciplines jusqu'alors principalement concernées, mais aussi par d'autres intérêt de nature politique et économique (développement du tourisme culturel).

Cette évolution nécessaire des rapports entre l'archéologie et la conservation, relevée dans la Conférence générale de l'UNESCO en 1956 engageant les pays signataires<sup>434</sup>, puis dans la Charte de Venise (1964), est de plus en plus souhaitée par la communauté internationale investie dans la recherche et dans la mise en valeur des ressources patrimoniales. Elle est d'autant plus indispensable dans un domaine d'intervention où la fragilité du matériau constituant l'évidence documentaire et physique des ressources patrimoniales, amplifie les problèmes posés, leur degré de complexité et les difficultés pour apporter des réponses conservatoires et de gestion pertinentes. Dans son récent mémoire de DSA-Terre<sup>435</sup>, David Gandreau, archéologue et chercheur au laboratoire CRATerre-ENSAG, relève les nombreux avertissements qui se sont succédés depuis les années 1970, alertant sur

---

<sup>434</sup> Recommandation 21 à propos de la conservation des vestiges : *L'autorisation devrait définir les obligations du fouilleur pendant la durée de sa concession et à son expiration. Elle devrait notamment prévoir la garde, l'entretien et la remise en état des lieux aussi bien que la conservation en cours de travaux et à la fin des fouilles des objets et monuments mis au jour. D'autre part, l'autorisation devrait préciser quel concours éventuel pourrait attendre de la part de l'Etat concédant pour faire face à ses obligations si celles-ci s'avéraient trop lourdes.* »

<sup>435</sup> **Gandreau 2005** : GANDREAU, David – *Vestiges archéologiques en terre et projets de conservation*, mémoire de DSA-Terre 2000-2002, Ecole Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, 94 p., pp. 76-77 (dir. H. Guillaud).

la vitesse de dégradation des vestiges archéologiques en terre et de la nécessité d'en assurer la conservation *in situ* :

- André Parrot - Les fouilles de Mari, rapport de la vingtième campagne, 1972 : « *Tous ceux qui font ou qui ont fait le voyage de Mari, sont unanimes, l'architecture dégagée est unique et il faut non seulement souhaiter mais agir pour qu'elle ne soit pas abandonnée à une destruction inévitable (...). Le site de Mari est menacé de dégradation et de destruction et nous considérons, en toute objectivité qu'il y a là une opération de sauvegarde à laquelle nous convions tous ceux qui ont compris qu'en la circonstance, silence et inaction seraient bien plus qu'un crime, une faute. Une faute impardonnable.* »
- Rapport général de la première conférence internationale sur la conservation des monuments en briques crues, Yazd, Iran, 1972, p. 80 : « *Les opérations de conservation doivent commencer pratiquement avec les fouilles en raison de la vitesse des altérations.* »
- Ann Britt Tilia - Studies and restorations at Persepolis and other sites of Fars. Istituto Italiano per il medio ed estremo oriente, Reports and Memoirs, Vol. XVI, IsMEO, Rome, 1972 : « *All the measure should lead us to emphasize the importance of the principle according to which the restoration work is to be indissolubly bound to the excavations, in so far as they represent different aspects of one of the same work, closely bound both with regard of the time of execution and to the persons who have been entrusted with carrying out the task.* »<sup>436</sup>
- William Lipe – A conservation model for American Archaeologia, article publié dans la revue *Kiva*, 1973 : « *We are now beginning to realize that all sites are rather immediately threatened, if one takes a time frame of more than few years (...). If our field is to last more than a few decades, we need to shift to a resource conservation model as primary.* »<sup>437</sup>
- Recommandations de la Conférence de Gand, ICCROM, 1986 : «
  - o *b.) 3. : Les archéologues doivent reconnaître les nécessités des conservateurs et envisager des financements suffisants destinés à la conservation dans l'élaboration des budgets pour les fouilles.*
  - o *b.) 4. : Les conservateurs doivent participer à la programmation de chaque fouille.*
  - o *B.) 5. : La conservation devrait être l'un des critères sur lequel juger des demandes d'autorisation à effectuer des fouilles aux autorités nationales ou locales.* »

Des réponses récemment développées, prenant en compte l'ensemble des difficultés, questions, contraintes et possibilités exposées, acceptables du point de vue des normes internationales (chartes) cadrant les pratiques de conservation architecturale, ont été testées ou sont en cours d'expérimentation. Notre contribution aux recherches dans ce domaine de la coopération entre archéologie et conservation architecturale visera à analyser ces réponses

---

<sup>436</sup> Trad. : « La pleine mesure devrait nous conduire à accorder plus d'importance au principe selon lequel le travail de restauration doit être indissolublement lié aux fouilles car elles représentent différents aspect d'un seul et même travail étroitement lié à la fois au moment d'exécution et aux personnes qui ont été chargées d'exécuter la tâche. »

<sup>437</sup> Trad. : « Nous commençons désormais à réaliser que tous les sites sont finalement immédiatement menacés dès lors que l'on considère une période s'étendant au-delà de quelques années (...). Si notre champ doit se maintenir au-delà de quelques décennies, nous devons évoluer en priorité vers un modèle de conservation de la ressource. »

récemment testées ou en cours d'expérimentation en appréhendant un corpus documentaire couvrant des sites et des projets qui ont mobilisé la participation des chercheurs du laboratoire CRATerre-ENSAG en lien avec des chercheurs d'autres disciplines (archéologie, physique des matériaux, sciences de l'environnement). Ce sont entre autres sites, ceux de Mari, en Syrie, Tchoga Zanbil, au Khouzistan iranien, de Arg-é Bam en province de Kerman, Iran, de Merv, au Turkménistan, de Fayaz Tepe en Ouzbékistan et d'autres sites que nous devons encore identifier et sélectionner<sup>438</sup>. De cette analyse nous pensons être en mesure de mieux cerner des principes directeurs, des stratégies et des orientations pour des plans d'action intégrant un éventail de techniques et de solutions conservatoires – préventives et durables – qui pourraient contribuer à mieux garantir la préservation de l'évidence archéologique et architecturale physique *in situ*, comprise ici comme forme documentaire tangible dans le cadre de plans de gestion et de mise en valeur.

#### **4.4. - Pour le quatrième axe : recherches didactiques et leur déclinaison pédagogique**

##### **Objectifs stratégiques de la chaire UNESCO pour la prochaine période 2007-2010 :**

Les objectifs liés à l'horizon 2010 doivent favoriser une autre étape de mise en œuvre des objectifs prioritaires qui ont été défini par le séminaire international des partenaires de la chaire d'octobre 2001 qui fondait collégialement le plan d'action de la chaire pour la période 2002-2006. La prochaine période 2007-2010 visera à :

- ***amplifier, mieux structurer et coordonner les coopérations institutionnelles ; favoriser une décentralisation du fonctionnement de la chaire*** en appuyant l'émergence de pôles de compétences – aux niveaux régional et sous-régional - à même de dynamiser une synergie et une coordination des activités au niveau régional ou sous continental ; cette évolution doit néanmoins garantir le maintien des connexions avec le pôle d'excellence de la chaire (CRATerre-ENSAG) ;
- ***engager une nouvelle étape collégiale (entre le centre d'excellence de la Chaire et les institutions partenaires) du processus d'internationalisation de l'enseignement supérieur sur la construction et l'architecture de terre au sein du réseau de la Chaire :*** s'appuyer sur la nouvelle étape de mise en place d'une formation de post master à l'ENSAG, le DSA-Terre, pour définir, tester, évaluer et valider un programme de séminaires de haut niveau pouvant être modélisé dans les institutions partenaires ;
- ***mettre en place un système d'échanges du réseau de la Chaire et de partage d'une base de données et créer les conditions de son accessibilité :*** La création en juillet 2006 d'une Liste cratère-UNESCO sur le réseau sympa. archi.fr, portail-forum de la chaire mis en lien avec le site Web de CRATerre-ENSAG et d'autres partenaires tels le *Getty Conservation Institute* et l'ICCROM, constitue une première étape d'installation de ce système d'échanges ;

---

<sup>438</sup> Concernant le site de Mari, il faut ici relever la recherche doctorale d'un chercheur du laboratoire CRATerre-ENSAG : **Bendakir 2000** : BENDAKIR, Mahmoud – *Problèmes de la préservation des architectures en briques de terre crue. Etude de cas : le site archéologique de Mari (Syrie)*. Thèse de doctorat, Ecole Pratique des Hautes Etudes, Paris, 2000 (sous la direction du Prof. Jean-Claude Margueron, directeur de la Mission archéologique Française de Mari). Le corpus documentaire constituant le socle de cette recherche que l'on développera en collégialité avec les chercheurs concernés au sein du laboratoire comprend de très nombreux rapports de missions effectués sur ces sites identifiés.

- ***accentuer l'effort de construction de la capacité de formation locale*** : formation des équipes pédagogiques, formation de formateurs, définition conjointe de *curricula* et de leurs matériels didactiques d'accompagnement. Amplifier l'installation de programmes éducatifs dans les institutions (universités, facultés, collèges, lycées et centres techniques de formation professionnelle) des pays émergents ;
- ***accompagner le développement d'une nouvelle dynamique de coopération académique et scientifique en exploitant les nouvelles technologies de l'ingénierie éducative et pédagogique*** : internet et intranet, vidéo conférences, corpus didactique sur Cdroms, liens entre sites des partenaires de la Chaire, agenda permanent des événements académiques et scientifiques (cours, congrès, conférences, colloques) ;
- ***préparer en lien avec le DSA-Terre (Post-Master) un programme de Formation à Distance (FOAD)***, axé sur la formation de formateurs des partenaires de la Chaire UNESCO, cela pour l'horizon 2010 ;
- ***définir les voies de la recherche scientifique en coordination*** : cet axe retient l'intérêt de plusieurs partenaires de la Chaire qui souhaitent bénéficier d'un appui scientifique pour définir leurs voies de recherche prioritaires dans leurs propres contextes, sur la double problématique des établissements humains-habitat, et de la conservation et gestion des patrimoines architecturaux en terre ;
- ***développer une politique internationale structurée de promotion/conscientisation particulièrement ciblée vers les médias, les milieux de décision politique et les systèmes éducatifs***, notamment en lien avec les collectivités territoriales et leurs élus, les corps enseignants et les élèves des cycles primaires et secondaires.

**Développement d'un atelier pédagogique international de la Chaire UNESCO :  
le Consortium TERRA :**

Prenant la mesure de l'intérêt et de l'efficacité des activités développées par la Chaire au cours de sa première période de déploiement (1998-2004), l'ENSAG, en lien avec le laboratoire, a apporté un appui décisif pour introduire un nouveau projet pluriannuel (2007-2010) auprès des institutions publiques et des collectivités territoriales. C'est ainsi que la Direction des Affaires Internationales et Européennes de la Direction de l'Architecture et du Patrimoine (DAPA) a proposé de soutenir la chaire pour les prochaines années, pour renforcer les liens institutionnels avec des universités des pays d'Asie centrale.

La Région Rhône-Alpes a été approchée dans le cadre des projets que l'ENSAG a souhaité inscrire au nouveau Schéma Régional de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche (SRESR) 2007-2010. Dans le cadre de ce SRESR, le « ***Consortium TERRA*** », projet proposé par la chaire UNESCO à l'horizon 2010 a d'ores et déjà retenu l'intérêt de la Division de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche de la Région Rhône-Alpes, sur la base d'un audit favorable d'experts. Ce projet se donne deux principaux objectifs :

- de soutenir le développement d'activités de formation à la recherche par la recherche, prenant place dans le cadre de séminaires scientifiques du DSA-Terre (Post-Master) qui accueilleront la participation d'enseignants et de chercheurs travaillant dans les

institutions partenaires du réseau de la chaire. Ces séminaires doivent aussi favoriser un ressourcement théorique, scientifique et didactique des jeunes enseignants et chercheurs pilotant le déploiement des activités du réseau international de la chaire, dans leurs institutions. Quatre thématiques de séminaires ont été retenues :

- « *L'ingénierie éducative et pédagogique pour l'enseignement de la construction et de l'architecture en terre* » :
  - utilisation de l'expérience contre intuitive dans l'acquisition des savoirs : le rôle pivot de l'expérimentation ;
  - pédagogie expérientielle : mise en situation d'apprentissage par l'expérience et la mise en oeuvre ;
  - didactique interactive.
  
- « *L'évolution de la science de la matière terre* » :
  - les nouvelles connaissances au niveau de la matière en grains ;
  - les nouvelles connaissances au niveau de l'interaction entre argiles et additifs organiques et non organiques ;
  - les nouvelles connaissances au niveau des matériaux de construction en terre : production et utilisation constructive.
  
- « *La conservation et la gestion des patrimoines architecturaux en terre* » :
  - chartes, cadres éthiques et législatifs : pertinence, adéquation et inadéquation ; l'adaptation nécessaire des textes et cadres en vigueur au caractère spécifique des architectures de terre ;
  - conservation préventive, systèmes d'entretien et de monitoring ;
  - documentation archéologique et conservation de l'évidence physique de sites ; le rôle des techniques de sondage et de documentation non destructives ; la protection préventive entre les campagnes de fouilles ;
  - restauration et réhabilitation du patrimoine vernaculaire d'habitat en terre : nouvelles méthodes et techniques ; le cas du pisé de la Région Rhône-Alpes.
  
- « *Etablissements humains et habitat : contemporanéité architecturale et accessibilité économique* » :
  - architecture de terre contemporaine : bilan et évaluation des réalisations récentes à l'échelle internationale (Europe, Etats-Unis, Amérique latine, Australie) ; plateforme internationale pour l'enseignement du projet : architectes, ingénieurs, constructeurs ;
  - cultures constructives et risques naturels (séismes, inondations, cyclones) : le rôle des cultures locales du risque pour la prévision et la prévention ;
  - habitat économique et habitat très social en situation de post urgence ; la filière terre pour la reconstruction post traumatique et le développement durable.
  
- de mettre en place un atelier pédagogique international du Consortium TERRA qui définira et produira un ensemble de référentiels et d'outils didactiques et pédagogiques qui seront mis à la disposition des partenaires du réseau de la chaire. Cela afin de faciliter plus avant le développement de *curricula* d'enseignement supérieur et de formation professionnelle dans les institutions du réseau. Ces référentiels seront constitués à partir du rassemblement et de l'évaluation de l'expérience pédagogique qui a été acquise ces dernières années dans le cadre de la formation de CEAA-Terre, des cours internationaux



des projets GAIA et TERRA, des cours régionaux et nationaux réalisés en plusieurs pays. Un accent particulier sera donné à la formation des formateurs qui s'appuiera sur la mise en place d'un programme de formation à distance (FOAD) afin de faciliter les échanges théoriques, scientifiques et pédagogiques au sein du réseau.

Dans l'exercice de ma responsabilité du pilotage de la Chaire UNESCO, au cours de cette prochaine période 2007-2010, je serai amené à mobiliser un effort conséquent de coordination et d'organisation des activités de ce projet tout en apportant des contributions scientifiques et pédagogiques au programme de séminaires scientifiques et aux réunions de travail de l'atelier pédagogique du Consortium TERRA.

#### 4.5. – Co-direction de recherches doctorales en cours :

Dans le cadre du dispositif qui associe l'ENSAG, ses laboratoires et équipes de recherche à l'Ecole Doctorale grenobloise n° 454, « Sciences de l'Homme, du Politique et du Territoire », je co-encadre actuellement trois recherches en thèse développées par des doctorants accueillis par notre laboratoire CRATerre<sup>439</sup> ; il s'agit de :

*Ali Zamanifard*, de nationalité iranienne, sur le sujet suivant :

- ***La préservation des villes historiques du désert iranien***<sup>440</sup> : cette recherche couvre la problématique de la conservation de la ville de Yazd dont le tissu historique ancien est principalement construit en terre en application de la culture constructive de la brique de terre crue (*khest*) et des solutions constructives dominantes en arcs, voûtes et coupoles, tout en traduisant une adaptation particulièrement remarquable aux conditions physiques du milieu par une maîtrise des contraintes physiques et climatiques : contrôle de l'eau (qanats et glacières) et de la température (ventilation par systèmes de capteurs à vent ou *bâdguir*). Au-delà d'un travail de documentation sur la ville, son tissu urbain, son architecture et sa culture constructive, la recherche propose un diagnostic de situation qui montre :
  - une séparation des niveaux de décision et d'intervention en matière de conservation et gestion du patrimoine ;
  - une non prise en compte des différentes échelles du patrimoine : du matériau terre à la ville ;
  - un conflit entre tradition et modernité ;
  - une protection du patrimoine qui ne peut résoudre un dilemme entre la conservation du tissu urbain et architectural historique en terre, et l'évolution des modes de vie urbains ;
  - une perte de signification et de complexité des valeurs culturelles du patrimoine ;
  - une tendance récente à des pratiques de conservation relevant de l'ordre de la muséification.

La recherche vise à définir les indicateurs nécessaires d'une conservation et d'une mise en valeur intégrées dans la trajectoire d'un développement culturel local durable. Un système d'évaluation de ces indicateurs pour permettre une validation par les opérateurs locaux, politiques, institutionnels et professionnels est élaboré de façon à poser les fondements

---

<sup>439</sup> Cette co-direction est assurée avec le professeur Rémi Baudouin (IUG-UPMF de Grenoble).

<sup>440</sup> D'après **Zamanifard 2004** : ZAMANIFARD, Ali – *La conservation des villes historiques en terre du centre iranien*, proposition de sujet de thèse en doctorat déposée à l'ED n° 454, 2004, 10 p.

d'un nouvel outil de planification permettant une amélioration de la gestion du patrimoine de la ville de Yazd pouvant être fondée sur davantage de concertation et de participation locale et de valorisation de l'intégrité et de l'authenticité de la ressource patrimoniale.

**Ali Ammar**, de nationalité irakienne, sur le sujet suivant :

- ***La civilisation de l'eau : une étude de la morphologie environnementale du marais iraquien***<sup>441</sup>. Cette recherche vise à définir une méthodologie de la planification urbaine pour améliorer l'efficacité des services dans cette région du marais iraquien, correspondant aux territoires sud des vallées des fleuves Tigre et Euphrate, dans le triangle constitué par les villes de Ammara, Nasrya et Bassorah. Dans cette zone du marais, qui fut décrite comme le paradis d'Eden, subsiste une culture constructive d'habitat en roseaux associée à une activité économique de pêche qui ont été exposées à la pression d'une croissance urbaine environnante engageant, depuis la révolution industrielle, un processus de séparation entre l'homme et la nature, à des pratiques d'assèchement volontaire de la part régime politique de Saddam Hussein visant à mater une rébellion des populations locales, ce qui a eu des conséquences humaines et écologiques graves. Malgré tout, la zone du marais iraquien conserve encore une grande part de son intégrité originelle justifiant la création d'une réserve naturelle mais imposant une approche spécifique de la planification et de l'aménagement du territoire devant aussi favoriser une amélioration des conditions de vie locales. Or, l'architecture et la « ville sur l'eau » qui s'y sont développées sont le produit d'une histoire et d'une civilisation, en l'occurrence celle de l'eau. Pourquoi et comment l'environnement urbain de cette région a-t-il réussi à retenir certains équilibres malgré les grands changements qui se sont opérés et les pressions extérieures qu'il a subi ? A l'évidence cet environnement a eu le pouvoir de protéger son espace de ces effets extérieurs par une capacité de défense bénéficiant de son implantation géographique et de son relatif isolement. Cette situation a contribué à réduire l'impact d'autres modèles de développement urbain qui se sont étendus sur le territoire. L'étude du milieu urbain du marais iraquien ne permettrait-elle pas de mieux établir un modèle de planification plus harmonieux avec l'environnement et de mieux définir la trajectoire d'une continuité de ce rapport entre ville et milieu physique et culturel ? C'est un défi pour les aménageurs de cette zone où les normes et les outils actuels de planification et d'aménagement du territoire sont inopérants alors qu'il est néanmoins nécessaire de faciliter un meilleur accès aux infrastructures et aux services tels qu'eau potable, électricité, moyens de transport, équipements administratifs, scolaires, sanitaires, commerciaux. La recherche entend proposer un nouvel outil de planification fondé sur une approche morphologique du territoire et du rapport entre l'homme et ce milieu physique et culturel remarquable.

**Abd Mohmmad Jawad**, de nationalité irakienne, sur le sujet suivant :

- ***Les politiques de l'architecture durable au monde arabe : le cas de la ville de Bagdad***<sup>442</sup>. Cette recherche vise à étudier les politiques de l'architecture durable dans le contexte arabe, en général, et ses pratiques architecturales et urbaines à Bagdad, en particulier. La recherche entend questionner les fondements conceptuels et théoriques de la notion d'architecture durable et de son système de valeurs. Ses modes d'application au monde arabe s'avèrent particulièrement contradictoires et critiquables à plusieurs niveaux. Le

---

<sup>441</sup> D'après **Ammar 2006** : AMMAR, Ali – *La civilisation de l'eau ; une étude de la morphologie environnementale du marais iraquien*, proposition de sujet de thèse en doctorat déposée à l'ED n° 454, 2006, 15 p.

<sup>442</sup> D'après **Abd Jawad 2006** : ABD JAWAD, Mohmmad – *Les politiques de l'architecture durable au monde arabe*, proposition de sujet de thèse en doctorat déposée à l'ED n° 454, 2006, 11 p.

---

transfert des modèles de politiques d'aménagement et des modèles architecturaux et urbains occidentaux contribue à l'éradication de l'architecture vernaculaire, de la structure sociale, des modes de vie et des valeurs symboliques et esthétiques des sociétés concernées. Les effets en résultant produisent une « inquiétante étrangeté et une rupture évidente » comme le souligne Abd Mohmmad Jawad. Ces effets semblent être comparables à ceux du Mouvement Moderne dont a particulièrement souffert le monde arabe des années quarante à nos jours. La rupture qui s'installe amène des défis immenses que doivent affronter les architectes, les urbanistes et les paysagistes. Quel rapport peut-on établir entre l'urbanité et une architecture « durable » dans son rapport au mouvement moderne ? Quels sont les principes fondateurs de l'architecture durable ? L'architecture durable du futur s'établira t-elle sur un futur « commun » comme le suggère le rapport de la Commission Bruntland intitulé « *Notre avenir à tous* » ? Une architecture durable pour quelle société ? Quelles sont ses raisons d'être ? Quel rapport avec l'homme, la nature, l'environnement, l'architecture existante, est engagé avec le développement de la ville durable ? Quelle sera l'image de la ville « durable » ? Autant de questions que cette recherche se propose de traiter au prisme de la problématique spécifique du transfert des politiques du développement durable de l'architecture et de la ville, de l'occident au monde arabe et de leurs impacts sur la société. Les réponses actuelles semblent contradictoires voire même souvent absentes. Ainsi, à partir des contradictions et des manques identifiés et en cherchant à préciser les réponses, l'objectif de la recherche vise à élaborer un cadre théorique pour mieux fonder la mise en œuvre des politiques et démarches de développement de la ville et de l'architecture durable au monde arabe, notamment pour la ville de Bagdad.

