



HAL
open science

TERRA EDUCATION III

David Gandreau, Alix Hubert, Thierry Joffroy, Bakonirina Rakotomamonjy

► **To cite this version:**

David Gandreau, Alix Hubert, Thierry Joffroy, Bakonirina Rakotomamonjy. TERRA EDUCATION III: Perspectives for the development of education on earthen architectures. Proceedings of the international scientific workshop, June 4-5, 2018 - Grenoble, France. CRATERRE Editions, 221 p., 2022, 979-10-96446-40-7. hal-04008722

HAL Id: hal-04008722

<https://hal.science/hal-04008722>

Submitted on 28 Feb 2023

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

TERRA EDUCATION III

PERSPECTIVES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ENSEIGNEMENT
SUR LES ARCHITECTURES DE TERRE

*PERSPECTIVES FOR THE DEVELOPMENT OF EDUCATION
ON EARTHEN ARCHITECTURES*

International
Scientific
Workshop **02**



**DIRECTEURS DE PUBLICATION /
EDITORS**

GANDREAU David
HUBERT Alix
JOFFROY Thierry
RAKOTOMAMONJY Bakonirina

**COMITÉ SCIENTIFIQUE /
SCIENTIFIC COMMITTEE**

ACHENZA Maddalena
BARDAGOT Anne Monique
BOSMAN Gerhard
CORREIA Mariana
DAVIS Lara
ELOUNDOU ASSOMO Lazare
FONTAINE Laetitia
GANDREAU David
GUILLAUD Hubert
JOFFROY Thierry
MILETO Camilla
MORISSET Sébastien
MOUKALA Edmond
PACCOUD Grégoire
RAKOTOMAMONJY Bakonirina
ROTONDARO Rodolfo
SADOZAÏ Chamsia
SALMAR Eduardo
SANCHEZ MUNOZ Nuria
SOSA Mirta Eufemia
VARGAS SANCHEZ Jenny

**RAPPORTEURS ET MODÉRATEURS /
RAPPORTEURS AND MODERATORS**

CANCINO Claudia
CAUDERAY Elsa
CHAMODOT Mathilde
FONTAINE Laetitia
GANDREAU David
MILETO Camilla
MORISSET Sébastien
PACCOUD Grégoire
RAKOTOMAMONJY Bakonirina
SALA Giulia
SANCHEZ MUNOZ Nuria
VAN NIEUWENHUYZE Luc

**GRAPHISME ET MISE EN PAGE /
GRAPHICS AND LAYOUT**

MAITRE Marjolaine

**PHOTO DE COUVERTURE /
COVER PICTURE**

© Association of women builders
of Condegas, Nicaragua

**ÉDITIONS /
EDITIONS**

CRAtterre Éditions
ISBN : 979-10-96446-41-4
Juillet 2022

02 TERRA EDUCATION III

PERSPECTIVES POUR LE DÉVELOPPEMENT DE L'ENSEIGNEMENT
SUR LES ARCHITECTURES DE TERRE

PERSPECTIVES FOR THE DEVELOPMENT OF EDUCATION
ON EARTHEN ARCHITECTURES

4 & 5 JUIN 2018 - GRENOBLE, FRANCE

ACTES DES ATELIERS SCIENTIFIQUES INTERNATIONAUX
PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL SCIENTIFIC WORKSHOP
4-5 JUIN 2018 / JUNE 4-5 2018 - GRENOBLE, FRANCE

Dans le cadre de la chaire UNESCO Architectures de terre, cultures constructives et développement durable. Contribution au programme du patrimoine mondial pour la conservation des architectures de terre, UNESCO - WHEAP. Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme Investissements d'Avenir portant la référence ANR-10-LABX-0078.

Within the framework of the UNESCO chair Earthen architectures, building culture and sustainable development. Contribution to World Heritage Earthen Architecture Programme, UNESCO - WHEAP. This work is supported by a public grant overseen by the French National Research Agency (ANR) as part of the "Investissements d'Avenir" program (reference: ANR-10-LABX-0078).



SOMMAIRE / TABLE OF CONTENTS

INTRODUCTION

Préface	8
Introduction	10
Remerciements / <i>Acknowledgements</i>	16
Bilan quantitatif / <i>Quantitative review</i>	19

THÈME I PÉDAGOGIES INNOVANTES / *INNOVATIVE PEDAGOGIES* 20

Integration of Research, Practice and Education in Teaching Earth Architecture in China	22
Jun MU ; Wei JIANG ; Tiegang ZHOU ; Zengfei LIANG ; Zhongqi REN	
Transmission de la méthode VerSus “from Vernacular to Sustainable” aux étudiants et enseignants d’architecture : retour d’expérience	30
Nuria SANCHEZ MUÑOZ ; Sébastien MORISET ; Saverio MECCA ; Letizia DIPASQUALE ; Maddalena ACHENZA ; Camilla MILETO ; Fernando VEGAS LOPEZ-MANZANARES ; Mariana CORREIA ; Gilberto CARLOS	
Shifting the Possible: Training Outcomes for Earth Structures	36
Rowland KEABLE & Maria BROWN	
Amàco, l’atelier matières à construire – Bilan 2012-2018	43
Marion BISIAUX ; Laetitia FONTAINE ; Romain ANGER	
ÉlémenTerre, ouvrir les possibles sur la matière	50
Nathalie SABATIER & Alba RIVERO OLMOS	
Training for the seismic retrofitting of earthen buildings in Peru	56
Benjamin MARCUS ; Claudia CANCINO ; Juan CARLOS MENENDEZ ; Juan CARLOS MELLADO ; Paulo B. LOURENÇO ; Daniel TORREALVA ; Federica GRECO ; Rafael AGUILAR	
Learning from seismic structural behavior of traditional adobe dwellings	62
Francisco Javier SORIA LOPEZ & Luis Fernando GUERRERO BACA	
Conserving the historic city of Yazd by training the local community and promoting the values of earthen architecture	68
Seyed Hadi AHMADI ROINI & Firoozeh SALARI	

THÈME II	INITIATIVES PUBLIQUES, SENSIBILISATION & ÉDUCATION INFORMELLE PUBLIC INITIATIVES, SENSITIZATION & INFORMAL EDUCATION	74
	Conservation Machaqa : un nouveau sens pour la conservation du patrimoine André ANINAT & Cristian HEINSEN	76
	Introduction of the Earthen Architecture Association and general activities in the field of education and research of earthen structures in the Czech Republic Zdeněk VEJPUSTEK ; Ivana ŽABIČKOVÁ ; Jan RŮŽIČKA	84
	Diffuser les connaissances de construction en banco durable Prosper ZOMBRE ; Alexander JACOBY ; Maria CALZADILLA	90
	Integral technical training for women in northern Nicaragua Amanda CENTENO ; Helen SHEARS ; Fatima MEDINA - Présenté par / Presented by Andreea DANI	96
	Chile : education and earthquakes, knowledge transfer as a response to the seismic condition Amanda RIVERA VIDAL	102
	L'Institut des Villes de São Paulo : quand le mouvement social et l'université se rencontrent Pedro Fiori ARANTES & Tiaraju Pablo D'ANDREA	108
	Rooted Sustainability of Yazd Earthen Architecture: Challenges of the Present and Future Seyed Mohammad Hossein AYATOLLAHI ; Fatemeh MALEKZADEH ; Arman SEDIGHIAN ; Mehdi GHASEMI ; Amir Saeed PAKSERESHT	114
	A Citizen Science Approach to build a knowledgebase on earth constructions in the Weinviertel region, Austria Thomas SCHAUPPENLEHNER ; Renate EDER ; Kim RESSAR ; Hubert FEIGLSTORFER ; Roland MEINGAST ; Franz OTTNER	120
	L'enseignement formel et informel de l'architecture de terre à l'Université Nationale de Tucumán en Argentine Mirta Eufemia SOSA & Stella MARIS LATINA	125
	Intervention models for the rescue and preventive conservation of earthen architecture Sebastián ASTUDILLO CORDERO ; María Cecilia ACHIG-BALAREZO ; Gabriela BARSALLO CHAVEZ ; Fausto CARDOSO MARTINEZ	131
	Enseigner la construction soutenable en terre à l'UGA : « projet IDEX Formation : e-CoLoS ! » Dominique DAUDON & Florence JOUSSELLIN	137
	Des actions croissantes en faveur de la construction en terre à l'Ensa de Toulouse Isabelle FORTUNÉ	142
	Dynamiques et stratégies France-Arménie : pour les héritages terre ! Suzanne MONNOT & Emma HARUTYUNYAN	149
	L'architecture de terre du Pré-Rif marocain, outil d'enseignement de la durabilité Abderrafi LAHBABI	155

THÈME III	PROGRAMMES FORMELS ET CERTIFICATION FORMAL PROGRAMMES & CERTIFICATION	160
	Education, awareness and dissemination. Activities on earthen architecture at UPV (Spain) Camilla MILETO ; Lidia GARCIASORIANO ; Fernando VEGAS ; Valentina CRISTINI	162
	Transmission des connaissances sur l'architecture de terre à travers de multiples sphères à l'université ITESO de Guadalajara Antonio PENAGOS ARENAS	167
	Continuité du Programme d'Architecture de Terre de l'Université Nationale de Colombie : un défi pour le troisième cycle Jenny VARGAS	176
	Grounded Materials : Retour sur une expérience pédagogique zürichoise Alice HERTZOG ; Sasha CISAR ; Coralie BRUMAUD ; Mariette MOEVUS ; Anouchka KACZMAREK ; Guillaume HABERT	181
	The challenges of higher education on earth building we face today Britta WOLFF & Stephan JÖRCHEL	185
	La formation de chef de chantier pour consolider le cycle de construction Mauricio GANDUGLIA	189
	ACVET construire en terre, un référentiel de compétences et de certification pour l'Afrique Alexandre DOULINE & Faustin MOMA KONGOLO	195
	Project-based vocational training programme in earthen architecture in Nigeria: a collaborative programme between the Federal Polytechnic Bauchi (FPB) and De Montfort University (DMU) Theophilus SHITTU & Michael AJUFOH	200
	ANNEXES	208
	Comité scientifique / <i>Scientific committee</i>	211
	Comité d'organisation / <i>Organising committee</i>	211
	Participants	212
	Biographies	214
	Programme / <i>Program</i>	220

PRÉFACE / PREFACE

ELOUNDOU ASSOMO Lazare, Directeur Culture & situations d'urgences, Secteur de la Culture, UNESCO / *Director for Culture and Emergencies, UNESCO Culture Sector*

C'est en 1998 que la Division de l'Enseignement Supérieur de l'UNESCO a pris l'initiative de contacter le laboratoire CRAterre-ENSAG pour lui confier la responsabilité de Centre d'excellence d'une Chaire UNESCO sur le thème « Architectures de terre, cultures constructives et développement durable ». Cette Chaire a été inaugurée en octobre 1998 à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble. Elle a pour vocation d'accélérer la diffusion, au sein de la communauté internationale, des savoirs scientifiques et techniques sur l'architecture de terre et plus largement sur les cultures constructives qui illustrent bien la diversité culturelle de notre monde.

Parmi toutes les Chaires labellisées par l'UNESCO, celle-ci sur l'architecture de terre est particulièrement remarquable, et ce à plusieurs titres :

- de par son engagement déjà, pour la diversité culturelle, mais aussi auprès des populations les plus démunies de la planète ;
- de par sa vision holistique, sa posture pluridisciplinaire et sa capacité à relier de façon concrète la culture, les sciences et l'éducation, un principe cher à notre institution ;
- de par sa capacité à mettre en œuvre mais aussi promouvoir les pratiques de formation par la pratique, y compris sur le terrain, et celles de recherche par, pour et dans l'action ;
- de par son rayonnement, puisque cette Chaire comprend aujourd'hui 41 membres dans 24 pays et sur tous les continents : Afrique, Amérique du Nord, Amérique Latine, Asie et Europe ;
- et enfin, de par son impact bien illustré par la forte présence internationale à tous les événements qu'elle organise.

Les résultats plus que tangibles de cette Chaire UNESCO ont fait qu'elle a été plusieurs fois mise à l'honneur dans des forums internationaux. Cela est mérité. Et à l'UNESCO, nous sommes très attentifs à en faire la promotion car nombre d'autres Chaires pourraient avantageusement s'inspirer de certaines de ses méthodes et pratiques.

Dans cette perspective, je suis très heureux de voir aujourd'hui la formalisation des actes de cette conférence TERRA Éducation III que j'ai eu le plaisir de lancer aux côtés de la directrice de l'ENSAG, Mme Marie Wozniak et du Président de l'Université Grenoble Alpes, Patrick Levy, et qui a été un événement particulièrement intéressant de par les nombreux échanges qu'il a permis. Je ne manquerai pas pour ma part de les diffuser largement.

Souhaitons une longue vie à la Chaire UNESCO « Architecture de terre, cultures de construction et développement durable » !

In 1998, the Higher Education Division of UNESCO took the initiative to contact the CRAterre-ENSAG laboratory and to entrust it with the responsibility of creating a Centre of Excellence for a UNESCO Chair on the theme of "Earthen Architecture, Building Cultures and Sustainable Development". This Chair was inaugurated in October 1998 at the Grenoble School of Architecture. Its purpose is to promote the dissemination, within the international community, of scientific and technical knowledge on earthen architecture and, more broadly, on the building cultures that illustrate the cultural diversity of our world.

Among all the Chairs labeled by UNESCO, this one, focused on earthen architecture, is particularly remarkable for several reasons:

- its commitment to cultural diversity, but also to the world's most deprived populations;
- its holistic vision, its multidisciplinary stance and its capacity to concretely link culture, science and education, a principle dear to our institution;
- its capacity to implement and promote training through practice, including in the field, as well as research through, for and in action;
- its outreach, as the Chair now has 41 members in 24 countries, from all continents: Africa, North America, Latin America, Asia and Europe;
- and finally, its impact, which is well illustrated by the strong international presence at each event organised by the Chair.

The more than tangible results garnered through this UNESCO Chair have been honoured on several occasions in international forums. And we at UNESCO Culture Sector are keen on promoting these achievements, as many other Chairs could benefit from drawing inspiration from its scientific approach and its methods of knowledge dissemination.

In this perspective, I am very pleased to witness today the formalisation of the proceedings of this conference, TERRA Education III, which I had the pleasure of launching alongside the Director of ENSAG, Mrs. Marie Wozniak, and the President of Grenoble Alpes University, Patrick Levy, and which was a particularly interesting event because of its multitude of exchanges. For my part, I will not fail to disseminate them widely.

Let us wish a long life to the UNESCO Chair "Earthen Architecture, Building Cultures and Sustainable Development"!



Essais de moulage de panneaux de terre allégée par projection, réalisé avec l'entreprise CalyClay, festival Grains d'Isère 2021
© CRAterre, T. Joffroy

INTRODUCTION

JOFFROY Thierry, Architecte - chercheur HDR, Directeur scientifique de l'Unité de recherche AE&CC / *Architect - HDR researcher, Scientific Director of the AE&CC Research Unit*

RAKOTOMAMONJY Bakonirina, Architecte, Enseignante, Coordinatrice pédagogique du DSA Architecture de terre / *Architect - HDR researcher, Scientific Director of the AE&CC Research Unit*

GANDREAU David, Archéologue, Maître de conférences associé, Responsable de la Chaire UNESCO Architecture de terre / *Archaeologist, Associate Lecturer, Head of the UNESCO Chair Earthen Architecture*

Le colloque international TERRA Éducation III a été organisé du 4 au 7 juin 2018 sous les auspices de la Chaire UNESCO « Architecture de terre, cultures constructives et développement durable » et dans le cadre du programme du Patrimoine mondial pour les architectures de terre, World Heritage Earthen Architecture Programme (WHEAP)¹. Il a été organisé par l'équipe CRAterre de l'unité de recherche AE&CC de l'ENSAG / Université Grenoble-Alpes à l'occasion du 20^e anniversaire de la création de cette Chaire, qui lui a été confiée par l'UNESCO en 1998 avec pour objectif de multiplier² les initiatives de formation et de recherche dans le domaine des architectures de terre et, plus largement, des cultures constructives locales dans une perspective de développement durable.

Ce colloque a bénéficié du soutien scientifique et financier du Labex³ AE&CC dans le cadre des Projets d'Initiatives d'Avenir (PIA) de l'Agence nationale de la recherche (ANR). Il a été organisé sur le campus de l'Université de Grenoble dont le président, M. Patrick Levy, a accueilli les participants lors de l'ouverture aux côtés de Mme Marie Wozniak, Directrice de l'ENSAG et de M. Lazare Eloundou Assomo venu représenter l'UNESCO⁴. Cette organisation à l'Université Grenoble Alpes (UGA) se voulait symbolique de l'engagement de CRAterre et plus largement d'AE&CC et de l'ENSAG dans la création de la nouvelle université intégrée⁵. Elle permettait aussi une bonne participation à cet événement de nos partenariats tissés récemment avec l'UGA : nos participations dans les CDP⁶ Life et Risk mais aussi les continuités des collaborations menées, avec le laboratoire 3SR et l'UFR Phitem ayant débouché sur la construction d'une table vibrante. Elle allait aussi permettre une intégration avec le projet de formation et de recherche eColos qui porte sur l'étude de la Maison 24h, résultat d'une collaboration déjà établie avec l'Université de Grenoble il y a désormais plus de 30 ans, mise en œuvre en 1986 en anticipation de l'Année du Logement des Sans-Abris lancée par les Nations Unies en 1987.

Au-delà de l'ambition de réunir les partenaires de la Chaire, mais aussi d'attirer d'autres collègues des universités de Grenoble, de France, d'Europe et de notre vaste monde, l'objectif de ce colloque était de faire un état des dynamiques actuelles en termes d'enseignement supérieur, de formation professionnelle, de recherche, et de diffusion des savoirs dans le domaine de l'architecture de terre, et d'avoir une réflexion prospective en réponse aux enjeux globaux

The international seminar TERRA Education III was held June 4-7, 2018, under the auspices of the UNESCO Chair Earthen Architecture, Building Cultures and Sustainable Development and within the framework of the World Heritage Earthen Architecture Program (WHEAP)¹.

It was organised by the CRAterre team of the AE&CC Research Unit of ENSAG / Université Grenoble-Alpes on the occasion of the 20th anniversary of the creation of this Chair, entrusted to CRAterre by UNESCO in 1998, with the aim of multiplying² training and research initiatives in the field of earthen architecture and, more broadly, of local building cultures in a sustainable development perspective. This event benefited from the scientific and financial support of Labex³ AE&CC within the framework of the Projet d'Initiatives d'Avenir (PIA) programme of the French National Research Agency (ANR). It was organised on the campus of the University of Grenoble, whose president, Patrick Levy, welcomed the participants at the opening alongside Marie Wozniak, Director of ENSAG and Lazare Eloundou Assomo, representing UNESCO⁴. The organisation of this event at the University Grenoble Alpes (UGA) was intended to symbolise the commitment of CRAterre and more broadly of AE&CC and ENSAG in the creation of the new integrated university⁵, while allowing a wide participation through recent partnerships with the UGA: our participation in the CDP⁶ Life and Risk as well as the continuity of our collaboration with the 3SR laboratory and the UFR Phitem, which led to the construction of a vibrating table. It also enabled an integration in the eColos training and research project, focused on the study of the *Maison 24h*, fruit of a collaboration already established with the University of Grenoble more than 30 years ago, implemented in 1986 in anticipation of the International Year of Shelter for the Homeless launched by the United Nations in 1987.

Beyond the ambition to bring together the partners of the Chair, but also to attract other colleagues from the universities of Grenoble, France, Europe and our vast world, the objective of this colloquium was to take stock of the current dynamics in higher education, professional training, research and dissemination of knowledge in the field of earthen architecture, and to conduct a prospective reflection in response to current global issues. To this end, Terra Education III was organised in two parts: the symposium followed by workshops.

actuels. Pour cela, Terra Éducation III a été organisé en deux temps : le colloque puis des ateliers.

Le colloque a été organisé autour de 4 questions principales qui ont fait l'objet d'un appel à contributions devant être sélectionnées par le Comité scientifique⁷ réuni à cet effet :

- comment avons-nous avancé séparément et/ou ensemble ?
- comment nous sommes-nous saisis des questions actuelles de société ?
- quels sont les moments clé d'un développement institutionnel dans le secteur de la formation ?
- quelles sont les nouvelles occurrences qui semblent porter l'amplification d'un mouvement international en faveur des architectures de terre ?

Les ateliers réservés aux partenaires de la Chaire UNESCO avaient pour objectifs spécifiques de :

- réfléchir au développement de la Chaire UNESCO Architecture de terre, cultures constructives et développement durable ;
- définir des trajectoires futures communes au regard des enjeux sociétaux actuels ;
- discuter de la capitalisation et de la diffusion des actions menées.

L'appel à contributions a été un véritable succès, avec plus de 50 propositions de présentations reçues, dont 30 ont été sélectionnées pour une présentation en séance plénière et 15 pour une présentation sous forme de poster, représentant en tout plus de 90 auteurs. Le colloque a attiré de nombreux autres participants puisque plus de 110 participants représentant 35 pays se sont inscrits pour assister aux sessions plénières : 9 d'Afrique, 9 des Amériques, 5 d'Asie et 12 d'Europe.

La présentation des communications a été organisée sur la base d'une première synthèse des contributions reçues dont étaient ressorties quatre thématiques principales :

- pédagogies innovantes ;
- éducation informelle, initiatives publiques et sensibilisation ;
- programmes académiques et certification ;
- renforcement institutionnel, communautés et réseaux.

Pour chaque thématique, un groupe de rapporteurs a été désigné pour étudier les présentations et tenter d'en tirer une synthèse présentée en trois points majeurs :

- méthodes adoptées et résultats majeurs ;
- questions en suspens ;
- recommandations.

Ces synthèses ont permis d'extraire un certain nombre de leçons et d'identifier les questions communes qu'il conviendra d'étudier ensemble dans les années à venir.

En termes d'enseignement, on assiste à une véritable multiplication d'initiatives qui, de plus en plus, bénéficient d'un soutien institutionnel. Si la plupart du temps, l'enseignement de l'architecture de terre vient s'intégrer dans des enseignements existants⁸, on assiste également à la création de nouveaux diplômes (p.e. M.A.S. à l'ETHZ) et surtout à la multiplication de travaux en doctorat sur les matériaux locaux et plus largement sur les ressources et/ou cultures constructives locales. Ce qui est nouveau est

The symposium was organised around 4 main questions explored through contributions selected by the Scientific Committee⁷:

- how have we progressed separately and/or together?
- how have we addressed current societal issues?
- what are the key moments of institutional development in the training sector?
- what are the new instances that seem to amplify an international movement in favour of earthen architecture?

The specific objectives of the workshops open to UNESCO Chair partners were:

- to reflect on the development of the UNESCO Chair Earthen Architecture, Building Cultures and Sustainable Development;
- to define common future trajectories with regard to current societal issues;
- to discuss the capitalisation and dissemination of the actions carried out.

The call for contributions was a great success, with over 50 presentation proposals received, of which 30 were selected for presentation in plenary session and 15 for poster presentations, representing a total of over 90 authors. The colloquium attracted many other participants – more than 110 participants representing 35 countries, 9 from Africa, 9 from the Americas, 5 from Asia and 12 from Europe were registered to attend the plenary sessions.

The presentation of papers was organised on the basis of an initial synthesis of the contributions received, from which 4 main themes emerged:

- innovative pedagogies;
- informal education, public initiatives and awareness-raising;
- academic programmes and certification;
- strengthening of institutions, communities and networks.

For each theme, a group of rapporteurs was appointed to study the presentations in an attempt to draw a synthesis to be presented around three major points:

- adopted methods and major results;
- pending questions;
- recommendations.

These syntheses made it possible to extract a number of lessons and to identify common issues to be studied together in the years to come.

In terms of education, we note a multiplication of initiatives, benefiting more and more from the support of institutions. If most of the time the teaching of earthen architecture is integrated into existing courses⁸, we also note the creation of new diplomas (e.g. M.A.S. at ETHZ) and especially the increase of doctoral works on local materials and more widely on local building resources and/or cultures. The novelty is that courses on earthen architecture are no longer developed exclusively in schools of architecture – even if these represent the majority of the Chair's partnerships – but are also integrated into other academic curricula, in particular in engineering schools and in institutions training building technicians, but also in professional settings, through the training of artisans.

que ces enseignements ne sont plus seulement développés dans les écoles d'architecture – même si ces écoles sont majoritaires dans le partenariat de la Chaire – mais qu'ils s'intègrent aussi dans d'autres enseignements de niveau académique, notamment dans les écoles d'ingénieurs et de techniciens du bâtiment, et aussi dans les niveaux professionnels (formation des artisans).

En continuité avec la pratique historique du porteur et coordinateur de la Chaire, CRAterre, on constate que les enseignements pratiques sont très appréciés et que d'importants efforts sont faits pour les reproduire dans d'autres institutions/pays. Cela se concrétise par une pratique courante de l'implication sur des terrains concrets avec réalisation de prototypes. L'un des exemples les plus intéressants est celui mené en Chine dans le village de Macha⁹ où la pratique de construction de prototypes ou de démonstrateurs par des étudiants se retrouve intimement mêlée à celle d'un véritable projet de développement avec des résultats d'ampleur tant d'un point de vue qualitatif que quantitatif. Par ailleurs, les écoles d'été et les ateliers pratiques se multiplient également, reprenant souvent des principes inspirés des ateliers organisés dans le cadre du festival Grains d'Isère, initié en 2002, qui, bien que moins soutenu financièrement ces dernières années, continue d'attirer un large public international.

En termes de recherche, les initiatives se multiplient également et bénéficient désormais de forums spécifiquement dédiés, tels que ceux organisés régulièrement par l'Université Polytechnique de Valencia en Espagne¹⁰. De plus en plus de revues scientifiques internationales reçoivent de façon positive des propositions d'articles portant sur des questions de recherche en lien avec la construction durable, y compris certaines très techniques émanant des milieux de l'ingénierie. Ceci montre que les préoccupations portées par la Chaire UNESCO Architecture de terre, cultures constructives et développement durable sont de plus en plus partagées par les milieux professionnels de la construction, et ce, un peu partout dans le monde. Ces ressources sont de plus en plus disponibles en ligne, ce qui permet aussi aux recherches d'être mieux ciblées en complément de celles déjà réalisées. C'est le cas, par exemple, des ressources produites dans le cadre du projet européen Versus, dont les résultats de recherche sur les architectures vernaculaires et les méthodes pédagogiques développées pour s'en inspirer dans la construction contemporaine sont désormais intégrés dans de nombreuses écoles d'architecture¹¹.

Enfin, de nombreux développements s'appuient sur le concept de la mallette pédagogique¹². Très bien adaptées à l'enseignement scolaire, ces mallettes semblent aussi être très appréciées au niveau universitaire. Outre les 25 mallettes pédagogiques utilisées par les partenaires de la Chaire UNESCO, de nombreuses initiatives connexes voient le jour, valorisant ces méthodes d'enseignement par la manipulation de la matière, et dont les qualités pédagogiques ne sont désormais plus à démontrer.

Ces succès enregistrés tant par les partenaires de la Chaire UNESCO que par d'autres collègues enseignants et

In line with the historical practice of the Chairholder and coordinating institution, CRAterre, we note that the practical trainings are highly appreciated and that important efforts are made to reproduce them in other institutions/countries, often concretised through the implementation of context-adapted prototypes in the field. One of the most interesting examples is the project in the village of Macha⁹, China's, where the practice of students building prototypes or models is intimately intertwined with the elaboration of real development projects, with concrete results in terms of both quantity and quality. Additionally, summer schools and practical workshops are also multiplying, often integrating principles inspired by workshops organised as part of the *Grains d'Isère festival*, initiated in 2002, which, although less financially supported in recent years, continues to attract a large international audience.

In terms of research, initiatives are also multiplying, now benefiting from specifically dedicated forums, such as those regularly organised by the Polytechnic University of Valencia, Spain¹⁰. An increasing number of international scientific journals are approving proposals for articles on issues related to sustainable construction, including some involving highly technical content from the engineering community. This shows that the concerns of the UNESCO Chair Earthen Architecture, Building Cultures and Sustainable Development are increasingly shared in professional construction circles around the world. These resources have become more widely available online, which also allows for more focused research studies and complements to research already conducted. This is the case, for example, with the resources produced by the European Versus project, whose research findings on vernacular architecture and teaching methods have been developed to inspire contemporary construction and are now being integrated by many schools of architecture¹¹.

Moreover, many developments are based on the concept of the *mallette pédagogique*¹² (teaching kit). Highly adapted to school teaching practices, they are also highly appreciated in university settings. In addition to the 25 kits used by the partners of the UNESCO Chair, many related initiatives have emerged, highlighting the value of these teaching methods based on direct manipulation, whose pedagogical qualities are no longer to be demonstrated.

These successes recorded both by the partners of the UNESCO Chair and by other teaching and research colleagues tend to prove the relevance of a certain number of approaches proposed within the framework of the Chair, involving in particular:

- the need for a multidisciplinary approach in the development of an integrated architecture (combining architecture, engineering, but also social, economic and ecology sciences);
- the broadening of partnerships in actions to be carried out (different levels of education, participation of local communities, different ages, etc.);
- a priority given to methods that enable a diversity of proposed solutions and therefore of results;
- the need for individual and collective commitment, with

chercheurs tendent à prouver la pertinence d'un certain nombre d'approches proposées dans le cadre de la Chaire, et notamment :

- le caractère multidisciplinaire nécessaire au développement d'une architecture intégrée (architecture, ingénierie, mais aussi sciences sociales, économie et écologie) ;
- l'élargissement des partenariats dans les actions à mener (différents niveaux éducatifs, participation des communautés locales, différents âges...);
- une priorité donnée aux méthodes permettant l'obtention d'une diversité de solutions proposées et donc de résultats ;
- le nécessaire engagement individuel et collectif, dans des perspectives de transition sociale et écologique et d'attention mieux partagée à la question d'équilibre de participation et de bénéfices entre les genres ;
- les échanges réflexifs et la pensée critique permanente.

À l'issue des présentations, plusieurs questions ont été posées dont les principales sont :

- comment élargir nos perspectives et notre impact ?
- quels sont les bons processus à suivre pour s'intégrer dans les systèmes d'éducation existants ?
- comment travailler de manière plus inclusive ?
- est-il possible d'établir de nouvelles collaborations ?
- comment mesurer l'impact de nos actions dans le monde professionnel de la construction ?
- comment améliorer l'image de l'architecture de terre ?
- comment développer l'enseignement des architectures de terre quand il n'y a pas de normes nationales ?
- comment développer l'enseignement des cultures constructives ?
- quelles seraient les stratégies pour développer un enseignement en réponse aux aléas naturels ?

D'une certaine façon, des réponses avaient déjà été apportées par une partie des présentations faisant justement état de parcours et d'activités menées ayant pu aboutir à de belles réussites, à la fois en termes de recherche et d'enseignement, mais aussi et surtout, en termes d'impact auprès des populations locales bénéficiaires. Et si certaines questions demeurent, notamment en ce qui concerne les difficultés pour faire avancer le processus de normalisation ou l'accès à de meilleures mesures de l'impact des formations et des actions sur le terrain, car nécessitant d'importants moyens pour pouvoir être affinées, plusieurs recommandations ont été exprimées.

Il s'agit tout d'abord de multiplier les initiatives collectives, entre institutions spécialisées, mais aussi intégrant les disciplines et les métiers : architectes, ingénieurs, travailleurs sociaux, développeurs, scientifiques de l'environnement, constructeurs, scientifiques des matériaux, etc. Il est aussi suggéré de bien s'appuyer sur les outils existants, notamment le système ECVET Earth Building¹³, qui permet de gagner du temps en se basant sur les référentiels de compétences fournis tout en permettant de développer des contenus de formation dans le respect des spécificités locales (matériaux, savoirs et savoir-faire).

Pour la recherche, là encore, la multiplication des échanges est recommandée et au-delà, la préparation de projets communs qui permettront de progresser plus rapidement

a view into a social and ecological transition and a better focus on questions related to the balanced participation and benefits between genders;

- reflexive exchanges and permanent critical thinking.

Following the presentations, several questions were asked, the main ones being:

- how can we broaden our perspectives and impact?
- what are the right processes to follow in order to integrate into existing education systems?
- how can we work in a more inclusive way?
- is it possible to establish new collaborations?
- how can we measure the impact of our actions in the field of professional construction?
- how to improve the image of earthen architecture?
- how to develop the teaching of earthen architecture when there are no national standards?
- how to develop the teaching of building cultures?
- what would be the strategies to develop education in response to natural hazards?

In a way, answers had already been given through some of the presentations describing developments and activities carried out, leading to great successes both in terms of research and training, but also and above all, in terms of impact on local beneficiary populations. And while certain questions remain unanswered, particularly with regard to difficulties in the implementation of standardisation processes or the access to evaluations on the impact of training courses and of actions carried out in the field – as both require significant resources in order to be refined – several recommendations were expressed.

First of all, there is a need to multiply collective initiatives, between specialised institutions, but also by integrating disciplines and trades: architects, engineers, social workers, developers, environmental scientists, builders, material scientists, etc. It was also suggested to make good use of existing tools, in particular the ECVET Earth Building¹³ system, which allows to save time by relying on the available skills repositories while allowing to develop training contents according to local specificities (materials, knowledge and know-how).

For research as well, the multiplication of exchanges is recommended and beyond that, the development of joint projects that will allow faster progress on the heavy issues of characterisation of local building cultures and more particularly those presenting characteristics that make them resistant to major natural hazards such as earthquakes, floods and cyclones. The involvement of young researchers and the preparation of theses in this field will also be essential to facilitate the continuity of current efforts.

Experimentation through the development of prototypes is also recognised as a major capacity-building tool. It allows to demonstrate and give confidence in the possibilities of improving existing weaknesses in local practices without totally questioning them and thus maintaining their intelligence and their capacity to contribute to local development.

sur les questions lourdes de caractérisation des cultures constructives locales et plus particulièrement de celles présentant des propriétés favorables vis à vis des aléas naturels majeurs : séismes, inondations, cyclones. L'implication de jeunes chercheurs et la préparation de doctorats en la matière seront aussi essentielles pour faciliter cette démarche tout en s'assurant de possibles continuités des efforts actuels.

L'expérimentation à travers le développement de prototypes est aussi reconnue comme un outil majeur de développement de capacités. Elle permet de faire démonstration et de donner confiance aux possibilités d'amélioration des faiblesses existantes dans les pratiques locales sans les remettre totalement en cause et donc en conservant toute l'intelligence et la capacité de contribution au développement local.

Plus que jamais, la situation actuelle et la sensibilité au développement durable qu'elle engendre ou, vision complémentaire, celle des transitions nécessaires au niveau social et écologique, renforcent l'intérêt pour l'utilisation de la terre et plus largement des matériaux bio- et géo-sourcés locaux dans la construction. Il est désormais de plus en plus reconnu, partout dans le monde, que ces matériaux de construction peuvent trouver toute leur place aux côtés des matériaux industriels qui, par leurs performances, resteront toujours très utiles. Ce sont ces complémentarités qui sont à explorer aujourd'hui dans une perspective de réponse aux attentes et aux besoins des populations, dans le respect des particularités de leurs territoires et en prenant avantage des ressources qu'ils recèlent. Dans ces perspectives, l'implication de ces populations dans le processus de réflexion est primordiale et permettrait de s'appuyer sur un intérêt et une fierté à retrouver, envers les productions endogènes, issues de plusieurs centaines voire de milliers d'années d'expérience : le patrimoine local et plus particulièrement les architectures vernaculaires, leurs savoirs et savoir-faire associés.

Résultat de ce colloque international, la Chaire UNESCO, son centre d'excellence et tous ses membres, et au-delà, l'ensemble de leurs partenaires qui sont de plus en plus nombreux, s'accordent sur la nécessité d'être plus que jamais engagés pour porter plus avant ces orientations et perspectives. Ils s'engagent à encore multiplier les activités, y compris celles de renforcement des institutions volontaires vers plus d'autonomie et de diffusion de contenus techniques et scientifiques permettant des prises de décision informées. Il s'agit de contribuer au mieux aux indispensables processus de transition vers un développement plus durable tel que suggéré par les Nations Unies au travers des ODD 2030¹⁴ que cette assemblée a fixés en 2015 en réponse à l'urgence d'éradiquer la pauvreté sous toutes ses formes et dans tous les pays, de protéger la planète et de garantir la prospérité pour tous.

More than ever before, the current situation and the interest in sustainable development that it generates or, as a complementary vision, the need for transitions at the social and ecological levels, reinforce the appeal of earth materials and more broadly of local bio- and geo-sourced building materials. It is increasingly recognised worldwide that such building materials can be used alongside industrial materials, which will remain very useful due to their performance. These are the complementarities that should be explored today, keeping in mind the expectations and needs of populations, while respecting the specific features of local territories and taking advantage of the resources they contain. Accordingly, the involvement of these populations in a process of reflection is essential and could be based on an interest and a feeling of pride to be revived around endogenous productions, resulting from several hundreds or even thousands of years of experience: the local heritage and more particularly the vernacular architectures, with their associated knowledge and know-how.

As a result of this international colloquium, the UNESCO Chair, its centre of excellence and all its members, and beyond, all their partners who are increasingly numerous, agree on the need to be more committed than ever to further these orientations and perspectives. They commit to further multiply their activities, including those aimed at strengthening voluntary institutions towards greater autonomy and at further disseminating the technical and scientific contents that will enable informed decision-making processes. The idea is to contribute as much as possible to the indispensable process of transition leading to a more sustainable development, as suggested by the United Nations through the SDG 2030¹⁴ that this assembly set in 2015 in response to the urgent need to eradicate poverty in all its forms and across every country, to protect the planet and to bring prosperity to all.



Atelier thématique à l'ENSAG avec les partenaires de la Chaire UNESCO

- ¹ Dont le secrétariat a été confié à CRAtterre par le Comité du patrimoine mondial lors de sa 40^e session en 2016 à Istanbul.
- ² La Chaire UNESCO compte aujourd'hui 41 partenaires dans 24 pays, une forte progression depuis sa création. En 1998, elle ne comptait que 8 partenaires (5 d'Amérique Latine et 3 d'Afrique).
- ³ Laboratoire d'excellence, dont la responsabilité scientifique est portée par l'équipe CRAtterre d'AE&CC
- ⁴ En tant que directeur adjoint de la Division du patrimoine et du Centre du patrimoine mondial de l'UNESCO
- ⁵ Devant être effective au 1^{er} janvier 2020
- ⁶ CDP : Cross Disciplinary Programmes
- ⁷ Ce comité réunissait 18 membres, principalement issus des partenaires académique de la Chaire (voir liste de ce comité p. 211)
- ⁸ Pour cela, le référentiel de formation ECVET (European Credit system for Vocational Education and Training) qui a été produit ces dernières années s'avère être très utile <https://ecvetearth.hypotheses.org/>
- ⁹ Par l'architecte-enseignant chinois Mu Jun
- ¹⁰ Conférences ResTAPIA, Heritage 2020 à venir en septembre 2020.
- ¹¹ <https://www.esg.pt/versus/> La brochure de présentation de la "méthode versus" a été téléchargée plus de 10 000 fois, depuis 145 pays (mars 2020).
- ¹² Élémenterre : <https://craterre.hypotheses.org/3187>
- ¹³ <https://ecvetearth.hypotheses.org/>
- ¹⁴ ODD, Objectifs de développement durable adoptés par les Nations Unies en 2015, plus particulièrement les ODD 11 : Villes et communautés durables ; 12 : Consommation et production responsables ; 13 : Lutte contre les changements climatiques.
- ¹ Whose secretariat was entrusted to CRAtterre by the World Heritage Committee during its 40th session in 2016, in Istanbul.
- ² The UNESCO Chair now has 41 partners in 24 countries, a strong development since its creation. In 1998 it had 8 partners only (5 from Latin America and 3 from Africa).
- ³ Laboratory of excellence, whose scientific responsibility is carried by the CRAtterre AE&CC team.
- ⁴ As Deputy Director of the Division for Heritage and the UNESCO World Heritage Centre.
- ⁵ To be effective January 1, 2020
- ⁶ CDP : Cross-Disciplinary Programme
- ⁷ This committee consisted of 18 members, mainly from the Chair's academic partners (see list page 211).
- ⁸ In this context, the ECVET (European Credit System for Vocational Education and Training) training guidelines produced over the last years have proven very useful – <https://ecvetearth.hypotheses.org/>
- ⁹ By the Chinese architect and teacher Mu Jun
- ¹⁰ Conferences ResTAPIA, Heritage 2020 to come in September 2020.
- ¹¹ <https://www.esg.pt/versus/> the Versus Booklet has been downloaded more than 10 000 times, from 145 countries (as of March 2020).
- ¹² Élémenterre : <https://craterre.hypotheses.org/3187>
- ¹³ <https://ecvetearth.hypotheses.org/>
- ¹⁴ SDGs, Sustainable Development Goals adopted by the United Nations in 2015, more specifically 11: *Villes et communautés durables*, Sustainable Cities and Communities; 12: *Consommation et production responsables*, Responsible Consumption and Production; 13: *Lutte contre les changements climatiques*, Climate Action.

Participants au colloque Terra Education III



REMERCIEMENTS / ACKNOWLEDGEMENTS

POUR LEUR PRÉSENCE À LA CÉRÉMONIE D'OUVERTURE / FOR THEIR PRESENCE AT THE OPENING CEREMONY

ELOUNDOU ASSOMO Lazare, Director of Culture & Emergencies / Culture Sector, UNESCO
LEVY Patrick, Président de l'Université Grenoble-Alpes
WOZNIAK Marie, Directrice de l'ENSAG

LES ORGANISATEURS / THE ORGANISORS

HUBERT Alix
RAKOTOMAMONJY Bakonirina

SOUTIEN À L'ORGANISATION / WITH CONTRIBUTION BY

CHAUVIN Christèle
TRAPPENIERS Marina
SERLET Murielle
NOUWENS Bregje
DAUDON Dominique
SIEFFERT Yannick
BOUHRIZI Loubna
CARBONNELLE Audrey
La promotion des DSA Architecture de terre 2016-2018

LES INSTITUTIONS DES MEMBRES DU CS / THE INSTITUTIONS OF THE MEMBERS OF THE SC

Auroville Earth Institute, Inde
CRIATIC-FAU-UNT, Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda - Facultade
Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucuman / Argentine
ENSAG / AE&CC-CRAterre, France
Escola Superior Gallaecia, Portugal
FADU UBA / CONICET, Argentine
FEAU-UNIMEP / Methodist University of Piracicaba, Brésil
ICOMOS CIAV - Comité international d'architecture vernaculaire
ICOMOS France
ICOMOS ISCEAH - Comité international sur le patrimoine de l'architecture en terre
PROTERRA
UNESCO / France
UNICA, Italie
Universitat Politècnica de València, Espagne
University of Free State, Afrique du sud

LES FONDATEURS DE LA CHAIRE / THE FOUNDERS OF THE UNESCO CHAIR

DOAT Patrice
GUILLAUD Hubert
HOUBEN Hugo



Summer workshop
based in Macha village
© J. Mu



Centre historique de
la ville de Barichara, Colombie
© CRAterre, T. Joffroy

BILAN QUANTITATIF / QUANTITATIVE REVIEW

112 Participants sur **2** jours

4 Continents et **35** nationalités représentés

Afrique : **9** pays représentés
Algérie, Angola, Burkina Faso, Cameroun, Madagascar, Mali, Maroc, Tchad, Togo

Amériques : **9** pays représentés
Argentine, Brésil, Chili, Colombie, Cuba, Equateur, Mexique, Pérou, USA

Asie : **5** pays représentés
Chine, Inde, Iran, Japon, Jordanie

Europe : **12** pays représentés
Allemagne, Angleterre, Autriche, Belgique, Espagne, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Suisse

15 Posters exposés

30 Articles présentés
écrits par **90** auteurs et co-auteurs

1 Librairie spécialisée CRAterre

2 Événements annexes au Congrès :

1 Visite du prototype d'habitat Terra Nostra, 4 juin

1 Anniversaire de la maison 24h & lancement du projet e-CoLoSI, 5 juin

112 Participants over **2** days

4 Continents and **35** nationalities represented

Africa : **9** countries represented
Algeria, Angola, Burkina Faso, Cameroon, Madagascar, Mali, Morocco, Chad, Togo

Americas : **9** countries represented
Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, Mexico, Peru, USA

Asia : **5** countries represented
China, India, Iran, Japan, Jordan

Europe : **12** countries represented
Austria, Belgium, England, France, Germany, Italy, Luxembourg, Spain, Netherlands, Portugal, Czech Republic, Spain, Switzerland

15 Posters exhibited

30 Articles presented
written by **90** authors and co-authors

1 CRAterre specialized bookstore

2 Events related to the Congress:

1 Visit of the Terra Nostra habitat prototype, June 4

1 Anniversary of the 24h House & launch of the e-CoLoSI project, June 5



Summer workshop
based in Macha village
© J. Mu

THÈME 1
PÉDAGOGIES INNOVANTES
INNOVATIVE PEDAGOGIES

INTEGRATION OF RESEARCH, PRACTICE AND EDUCATION IN TEACHING EARTH ARCHITECTURE IN CHINA

MU Jun, Beijing University of Civil Engineering and Architecture

JIANG Wei, Beijing University of Civil Engineering and Architecture

ZHOU Tiegang, Xian University of Architecture and Technology

LIANG Zengfei, Xian University of Architecture and Technology

REN Zhongqi, Beijing University of Civil Engineering and Architecture

SUMMARY

In China, earthen architecture has been considered as a symbol of poverty for decades, both in practice and in education. At the university level, the main challenge is to change the public perception of earthen architecture through research products that can be touched, tasted, experienced, and most importantly combined with the current architectural education system.

With the support of WU Zhi Qiao Charitable Foundation, CRAterre-ENSAG and MOHURD (Ministry of Housing and Urban-Rural Development), the research team has developed the study of earthen architecture through a series of charitable demonstration projects in rural construction over the past ten years. Architecture students have been strongly involved in a series of programs in the form of on-site technical training, workshops, and design courses. Equipped with results of the research team, students have the opportunity to study earth-based architecture and technology through a series of hands-on work projects. The key aim is not only to teach students how to design using earth technology, but also to draw their attention and respect to Chinese earth building traditions as well as its potential for a sustainable future, and furthermore to combine the experience as a new "old" knowledge into their current knowledge system of architectural design.

By the end of 2017, over 400 students had joined the program, and provided positive feedback and creative outcomes that are also instructive to research and practice. This illustrates the integration of earthen architecture research, practice and education into existing teaching curricula in Chinese universities.

1. INTRODUCTION

The current system of architectural education in Chinese universities is mainly based on the "*Beaux-Arts*" system. China's rapid economic development and intensive

international exchanges in recent decades have provided unprecedented opportunities for the systematization of university architecture education. However, in terms of sustainable development, it has faced a series of challenges, which could be summarized in three aspects at student level (Wowo Ding, 2009).

Firstly, the current system provides students with a vast overview of ecological architecture, but with few methods in architectural design which are understandable and manageable for students, other than complicated equipment-based systems. Secondly, current design courses are primarily paper-based and model-based, lacking opportunities and platforms for students' hands-on design combined with tectonic knowledge. Thirdly, what students learn about traditional architecture, including earthen dwellings, is mainly limited to the culture and form of the building. It is difficult for them to truly understand the wisdom embodied in traditional construction and its potential for application in their future practices. Finally, with the rapid development of science and technology, there is a need for students to have the learning ability and methodology to efficiently absorb new technologies or ideas into their existing knowledge system.

Supported by the WU Zhi Qiao Charitable Foundation (WZQCF), CRAterre-ENSAG, and MOHURD, over the past ten years, the study of earthen architecture has been developed by the research team through a series of charitable demonstration projects in rural construction (Jun Mu, 2016) (Fig.1). Through this process, a series of programs were designed to provide participating architecture students with a platform to draw their attention and respect to our tradition and its potentials for a sustainable future, and furthermore to combine the experience as a new "old" knowledge into their architectural design education. In response to the challenges that the current education system is facing regarding traditional architecture, it could present an opportunity to explore a feasible education curriculum by integrating research, practice and education.

2. ISSUES AND CHALLENGES

Historically, traditional architectures and building technologies of rural China have developed and evolved under the influence of natural conditions (climate, natural resources, topography, etc.), societal needs (social structure, culture, habitat, religion, etc.), and capabilities (economy, science and technology). The traditional architecture we see today is the result of the interactions between these three influences over hundreds of years.

In rural China, people's demands have changed significantly, especially in recent decades. It is challenging for traditional architecture to fully meet the current requirements. Meanwhile, with China's economic boom, industrial materials such as cement and steel have become increasingly affordable in rural China since the 1980s. Reinforced-concrete-based construction technology appears to answer all the expectations of doing anything anywhere, regardless of local conditions. It has thus become the only technical option for rural construction, replacing and even eliminating all traditional options. Since reinforced concrete technology was invented about 160 years ago, it has been replicated in most parts of the world, which has facilitated the development of "modern architecture" and the corresponding architectural education system, in which local natural materials and traditional technology are generally regarded only as a kind of historical "knowledge", not as something meaningful for modern architectural design. In China in particular, the concept of inheriting traditional culture seems to be limited to copying colors, logos, forms and all other visual elements from traditional architecture.

What is a reasonable inheritance? What should we have students inherit from what our ancestors had before? In Chinese, the concept of inheritance is described by the word *Chuan Cheng* (传承). *Chuan* means teaching, and *Cheng* means learning. Compared to what we should inherit, how to teach and to learn based on the current education system is a much more difficult challenge.

The history of architectural development is the process in which, making full use of local conditions according to their capacities, people have continued to explore the most suitable, or "best", technical solutions for the construction of buildings in order to meet, as far as possible, the different demands of society. This coincides with the notion of ecological sustainability that we are pursuing today. From this perspective, the fundamental notion embodied in traditional architecture, which is worth inheriting today, is the methodology of integrating and balancing, during the building process, the relationship between the three aspects of local conditions, people's demands, and capacities.

In rural China, the local climate, natural resources, topography, etc. have changed relatively little. In other words, the natural conditions on which traditional architectures were based still exist. Despite some shortcomings in relation to current requirements, traditional materials and related building technology

Fig.3: Technical training by master students and craftsmen in Macha village



Fig.2: Participating master students and villagers on construction site in Macha village (above) and Kashgar (below)



based on local conditions remain meaningful. The worldwide development of modern earthen architecture in recent decades validates the methodology embodied in traditional architecture and is worth inheriting for sustainable development. Having clarified what we should inherit from building traditions, the question remains as to what we should do with this inheritance.

3. METHODOLOGY

In 2011, a pilot research project was launched with the scientific support of CRAterre-ENSAG. Beginning with Macha village in Gansu Province (Fig.2 & 3), earth material science and related technical theories were first introduced into rural construction in China, and localized by a series of experimental and practical studies. A set of rammed-earth-based building systems including building structures, construction tools and methods, which are suitable for rural conditions, were developed. Promoted by MOHURD, by the end of 2018, the research outputs have been successfully extended to rural areas in 11 regions of China, with over 190 dwellings or newly built public facilities. This illustrates an affordable, feasible and sustainable way of rural dwelling construction, which could be taken, owned and passed on by villagers in the regions with the rammed-earth traditions.

As a "new" traditional technology, the developed rammed-earth building system demonstrates ease of use not only for villagers but also for participating students, thus providing the possibility for integration into the current architectural education system. Architectural education in China includes a 5-year bachelor degree programs and a 3-year master degree program. The former mainly focuses on knowledge-skill-based fundamental education, and the latter on practical training. Students are involved and work with the research team with long-, middle- and short-term focus so as to be compatible with their different study phases and experiences.

The long-term practical study includes demonstration construction sessions for master students. In the second year of the master degree program, students are usually required to work with their supervisor on practical projects. Due to its manageable scale, the construction of earth dwellings provides an appropriate platform for students to work not only as members of the project team, but also as on-site architects. The whole process, from site investigation to construction, which the students experienced in close collaboration with local craftsmen and villagers, becomes a subject of their graduation thesis.

The mid-term design courses involve equipping undergraduate students with earth-based technology. Undergraduate program design courses require all students to work on architectural design projects that grow in scale and complexity from Year One to Year Five. Since 2012, senior and graduate students have been required to include in their design studies knowledge of earthen architecture and earth-based technology that the research team has developed. Students are free to select one of two target levels. One focuses on the material level, i.e. the design application potentials of earth material in



姓名: 郑博伟
学历: 研究生
驻点时长: 10周
驻点位置: 天津



姓名: 黄岩
学历: 研究生
驻点时长: 15周
驻点位置: 福建泉州、新疆喀什



姓名: 詹林鑫
学历: 研究生
驻点时长: 12周
驻点位置: 内蒙古鄂尔多斯、甘肃永登



姓名: 王正阳
学历: 研究生
驻点时长: 32周
驻点位置: 甘肃乌玛



姓名: 王帅
学历: 研究生
驻点时长: 25周
驻点位置: 西安、甘肃会宁、宁夏



姓名: 王鑫华
学历: 研究生
驻点时长: 25周
驻点位置: 广西桂林



姓名: 王鑫华
学历: 研究生
驻点时长: 25周
驻点位置: 广西桂林



姓名: 严迪超
学历: 本科
驻点时长: 6周
驻点位置: 甘肃会宁



terms of features such as color, texture and mechanical performances; the other focuses on the building, i.e. applying the features of earth material to earth-based construction technology.

Short-term summer workshops involved students from various backgrounds. In order to provide more students with the chance to experience earthen construction, an annual workshop called "earth school" has been held every summer since 2011, based on the demonstrative construction in the research team's base, Macha village. Each summer, with financial support from WZQCF, 40-60 university students from mainland China, Hong Kong and overseas are mobilized to live in villagers' earthen houses and join local craftsmen and villagers in the construction of earth-based public facilities and demonstration dwellings.

Fig.1: Distribution of demonstrative constructions and regional impacts



4. DEMONSTRATION CONSTRUCTION COMBINED WITH THE MASTER DEGREE PROGRAM

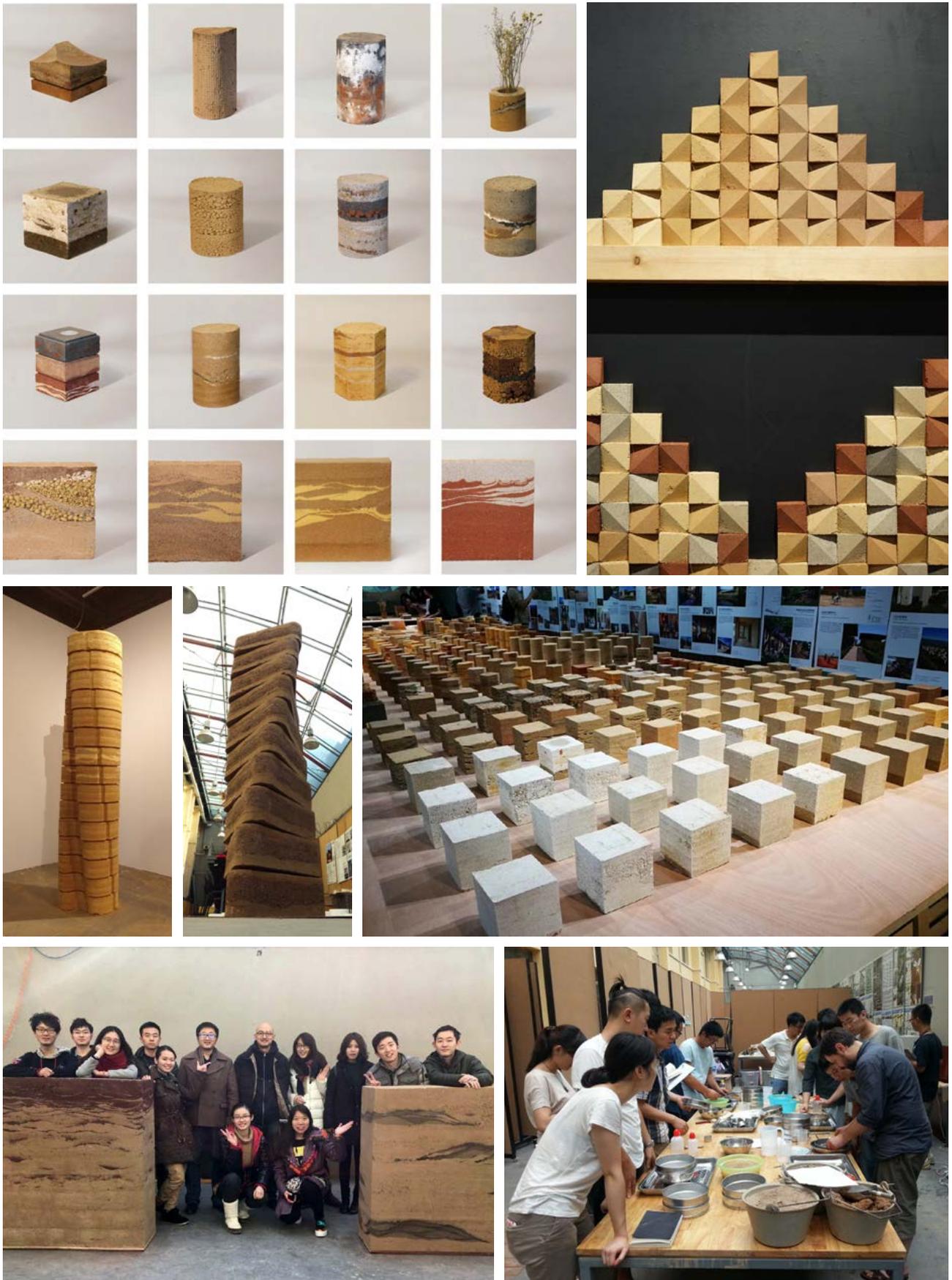
In the past 5 years, 18 traditional rammed earth demonstration houses have been built in 11 poor rural regions; while information on over 170 dwellings has been disseminated. Initially, WZQCF provided poor families in each region with funds to rebuild their dilapidated houses as prototypes. Normally, at least two well-trained craftsmen from Macha village and one master student are grouped into a training team to mobilize and coach 10 to 15 local craftsmen and villagers to build the prototype house with the developed rammed earth technology.

The typical floor area of the house is between 50 and 150m², with one or two storeys. The scale is appropriate to allow the master student to experience, as a volunteer,

the role of an on-site architect and even a project manager, from investigation, scheme design, construction drawing design, on-site technical training to construction. This is the first time the student has had the chance to carry out his/her project from design to construction. They have to face various challenges on their own, both technical and social, and find solutions by working closely with not only the research team, but also with the well-trained craftsmen and villagers.

Equipped with the research team's technical guidelines, the student embarks on a journey, through investigation and detailed design, towards a reasonable combination of improved rammed earth technology, traditional construction system, dwellers' demands and habitats. During this process, and in order to convince the local villagers, the principles of cost-effectiveness, ease of construction, ecological performance and living comfort

Fig 4: Design works by bachelor students at the material level



are seriously followed by fully utilizing locally available resources and local traditional building knowledge. The student is required to eat and live with the villagers continuously for 2 to 6 months. This allows the students to get closer to the villagers and to better understand their real situations and living requirements. During the construction period, the student and craftsmen teach each other, i.e. the former helps the latter to understand and learn the developed technology, while the latter shares with the former their traditional experiences which could be further combined with the new construction system.

16 Master degree students have been involved in the long-term demonstration-construction-based study, and 8 have graduated with what they learned in the project as their thesis subjects. The demonstration construction provides a platform on which the involved villagers and craftsmen could regain a sense that their traditional values have potential to create better living conditions. On the other hand, after years of fundamental university education based on knowledge and skills, students, on the basis of their first completed projects, are anchored in the methodology and fundamental values of architectural design, integrated with the knowledge of local conditions, demands and abilities of people.

5. EARTH-TECHNOLOGY-BASED DESIGN COURSE OF BACHELOR'S PROGRAM

In the current bachelor degree program, building technology is taught through 3 interrelated lecture courses: architectural mechanics, tectonics and architectural physics, with limited relevance to the design course. Therefore, it is difficult for students to understand the role building technology plays and how to study and apply the related knowledge in the process of architectural design. In view of this, earth-based technology was first introduced in 2013 in the design course that lasts 16 weeks per term. Its purpose is not to teach students the skills of earth-based construction, but to have them study the methodology of design by studying and using locally available material resources, material properties, and related construction technology. The course is open to senior and graduate students, and consists of 2 studios that focus on 2 options respectively, and students are free to select either one according to their interests.

All students, with the technical support from the research team, have to carry out literature reviews on the properties of earth materials, theories and techniques for improving the physical performance of earth materials, and earth-based project cases. On this basis, one studio focuses on the material level, design application potentials of the earth material in terms of its features in color, texture and mechanical performance (Fig.4). The students are encouraged to undertake a series of experimental studies to explore the visual design potentials of earth materials, and further to design and produce for functional implements such as small-scale utensils, sculptures or small walls. To our delight, the students demonstrated great passion, imagination and creativity with an "old" material in the process, illustrating through their designs a range of

possibilities for broader applications in wider areas.

The other parallel studio mainly focuses on the building-scale level. The students were mobilized to design for a rural public building such as a village service center in Macha (Fig.5). Besides the functions and context, the students were required to make full use of locally available natural resources, especially earth, bamboo, timber, etc. Equipped with the research team's technical guide, the student must use architectural design to balance local environmental conditions, functional demands, cost efficiency and ease of construction. As part of this process, the student needs to objectively review the comparative shortcomings and advantages of earth materials and related techniques in terms of performance, application potentials and limitations. Based on this, students are encouraged to explore, in their design schemes, appropriate technical solutions, corresponding architectural expressions and languages which belong to earth-based technology.

6. SUMMER WORKSHOP FOR STUDENTS WITH VARIOUS BACKGROUNDS

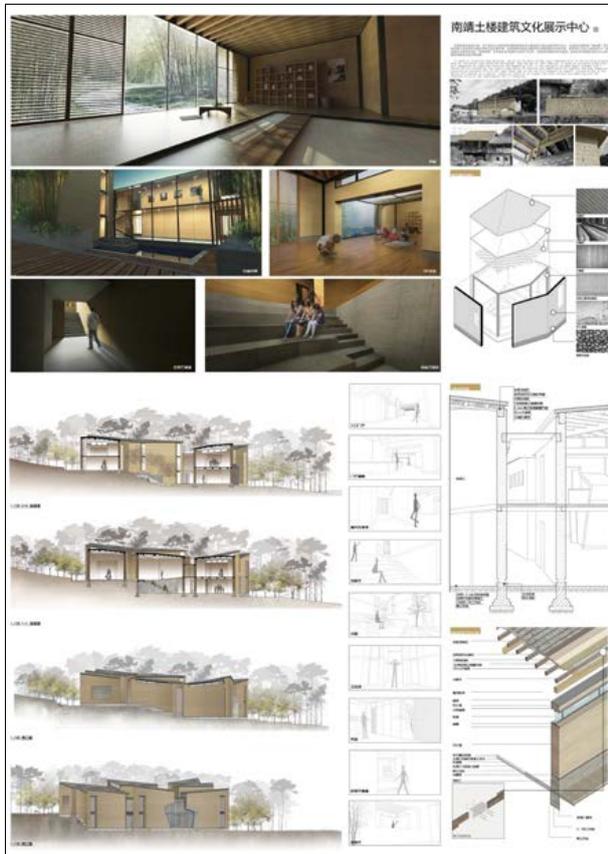
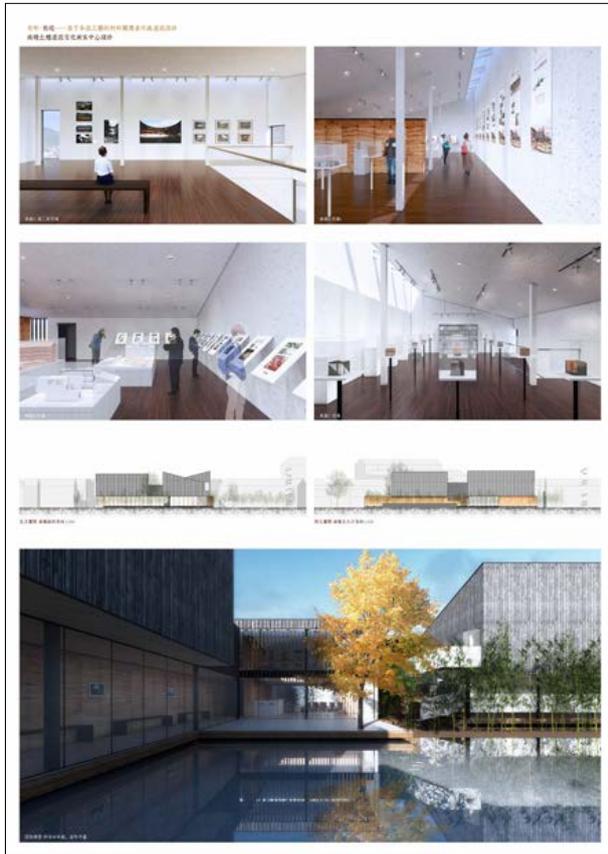
Over the past 7 years, about 90 architecture students – at bachelor and master level – have participated in the long-term demonstration study and mid-term design courses. In order to expand the impact to a larger number of students, WZQCF mobilized and sponsored an annual workshop, called "earth school", which has been held every summer since 2011, based on the construction of prototype dwellings and village center in Macha village (Fig.6). The summer workshop is open to students from all disciplines. Each summer, 40 to 60 university students from mainland China, Hong Kong and overseas, as volunteers, are mobilized to Macha village to live and eat with the villagers.

During this two-week workshop, the research team provides students with a series of activities which are classified into three aspects: 1) visiting local historical remains of earthen architecture such as the old castle made of rammed-earth; 2) investigating local traditional earthen dwellings together with villagers' livelihood and living demands; 3) participating in the construction of the village center and prototype dwellings, as well as the on-site design and construction of public facilities using earth-based technology.

All activities are designed to encourage students to consider and understand, through self-experience, what traditions we have had and those we should inherit, not to learn professional skills. They get to understand the challenges that villagers face in improving their lives, the technical and social measures that can be taken to improve local living conditions, what individuals can do towards sustainable development and inheriting from tradition.

Over 300 university students have participated in the "earth school" summer workshop. Encouraged by the positive responses from students, in 2017, Hong Kong University and Beijing University of Civil Engineering and Architecture formally integrated the Macha Village summer school into general education university programs as a joint selective course.

Fig 5: Design schemes by bachelor students at the building level



7. CONCLUSION

The research and practice of developing traditional technology is not intended to completely repudiate and even fully replace building technology based on industrial materials, but to offer various technical options, from which villagers could choose the most suitable solutions for building construction according to local natural conditions, individual demands and capacities. The objectives of the education practice combined with the earth construction technology are: to teach students the earth construction skills; to respect traditions; to be confident of earth's ecological potentials for a sustainable future; and to absorb the methodology inherited from traditional Chinese architectures into their current knowledge system.

The sense of achievement could be a key source of interest. If they are always told that earth building material and related building technology are outdated, and that there is no effective solution to its technical shortcomings, few students and even architects would neither have a lasting interest in earth architecture nor consider it as a technical option in architectural design, even though they know of its embodied ecological potentials.

The team's triple role as researchers, architects and teachers makes it possible to provide students with the research outcomes for developing earth construction technology and demonstration construction. Equipped with the technical tool and a practical platform, the students themselves experience the tradition we had before and what we should inherit, and further explore what can be done and how to do it according to their individual backgrounds. What they achieved reinforces their interest in earthen architecture and demonstrates a feasible way towards sustainable development and tradition inheritance. The passion, imagination and creativity of the students throughout the process also illustrates to the team a feasible and effective method of teaching earthen architecture, integrating research, practice and education.

BIBLIOGRAPHY

Jun Mu, Z. T. (2016). Localization Study, Demonstration and Extension of Upgraded Rammed-earth Technology in China's Rural Construction. *Terra* 2016, XIIth World Congress on Earth Architectures.

Wowo Ding. (2009). Return to the origin of the Architecture: Rethinking Architectural Education in China. *Architect*, 2009(4):85-92.

Fig 6: Summer workshop based in Macha village



TRANSMISSION DE LA MÉTHODE VERSUS “FROM VERNACULAR TO SUSTAINABLE” AUX ÉTUDIANTS ET ENSEIGNANTS D’ARCHITECTURE : RETOUR D’EXPÉRIENCE

SÁNCHEZ MUÑOZ Nuria, CRAterre-ENSAG

MORISSET Sébastien, CRAterre-ENSAG

MECCA Saverio, Università degli Studi di Firenze

DIPASQUALE Letizia, Università degli Studi di Firenze

ACHENZA Maddalena, Università degli Studi di Cagliari

MILETO Camilla, Universitat Politècnica de València

VEGAS LÓPEZ-MANZANARES Fernando, Universitat Politècnica de València

CORREIA Mariana, Escola Superior Gallaecia

CARLOS Gilberto, Escola Superior Gallaecia

RÉSUMÉ

Le programme de recherche VerSus, *from Vernacular to Sustainable* est une initiative développée par cinq universités européennes entre 2012 à 2014. Il visait à mettre en valeur les leçons que nous enseignent l'architecture vernaculaire afin de fournir des principes et des directives pour produire une architecture contemporaine durable. Ces leçons sont déclinées en 15 principes environnementaux, socio-culturels et socio-économiques, graphiquement représentés par un outil appelé la roue VerSus. Afin de disséminer les résultats de la recherche, le programme a publié deux ouvrages, organisé un concours, des séminaires et une conférence et il a aussi permis le développement d'un atelier avec des étudiants en architecture et urbanisme. Par la suite, de nombreux ateliers basés sur ce modèle ont été organisés par les partenaires. L'originalité de ce programme repose dans la grande facilité avec laquelle les résultats peuvent être disséminés, tant auprès des étudiants qu'auprès de nouveaux enseignants n'ayant pas participé aux recherches initiales. Cet article décrit la méthodologie aujourd'hui suivie par les enseignants, basée sur l'usage de la roue VerSus et les deux ouvrages publiés pour organiser tout un ensemble d'enseignements dans le monde. Il souligne aussi ce que les étudiants puisent de l'outil VerSus pour d'une part enrichir leurs capacités d'analyse des architectures vernaculaires, d'autre part aiguïser leur esprit critique face à des bâtiments contemporains et finalement argumenter leurs propres projets d'architecture.

INTRODUCTION

Le programme VerSus¹, *from Vernacular to Sustainable* est une initiative développée par cinq universités européennes entre 2012 à 2014 : l'école superior Gallaecia du Portugal qui a porté le programme de recherche, l'università degli studi de Florence et l'università degli studi de Cagliari en Italie, l'universitat politècnica de Valence en Espagne et

l'école d'architecture de Grenoble en France. Il visait à mettre en lumière les leçons incontournables que l'architecture vernaculaire nous enseigne et que nous devons continuer à respecter si l'on veut produire une architecture contemporaine durable. VerSus se décline en outils pédagogiques simples faciles à diffuser. Les leçons extraites sont déclinées en 15 principes environnementaux, socio-culturels et socio-économiques, graphiquement représentés par un outil appelé la roue VerSus présentée page suivante. Les multiples ateliers VerSus décrits dans cet article, organisés dans le monde entier ont prouvé la souplesse et l'universalité de la démarche et des outils proposés.

1. DÉVELOPPEMENT ET DESCRIPTION DE L'OUTIL VERSUS

L'outil VerSus a été développé à partir de l'observation et la comparaison d'architectures vernaculaires, dans le but d'analyser les connaissances scientifiques tacitement exprimées dans les cultures locales, et de fournir des principes et des directives pour la planification et la conception de nouvelles architectures.

L'approche opératoire pour la définition des principes et des stratégies du programme, basée sur les leçons de l'architecture vernaculaire, a été développée initialement par l'étude systématique de la littérature scientifique centrée sur les thèmes de la connaissance vernaculaire et de la durabilité en architecture, afin de comparer les approches et analyses existantes, tant sur le plan qualitatif que quantitatif (Frey, 2010). Deux congrès internationaux² qui ont eu lieu dans le cadre du programme VerSus ont fourni d'autres contributions et points de vue, élargissant le cadre et incorporant les étapes les plus récentes dans le développement de ces concepts.

Une approche transversale, systémique et pluridisciplinaire pour l'analyse des leçons transmises par l'architecture vernaculaire a été adoptée, et les principes ont été classés selon trois domaines d'intérêt de la durabilité: environnemental, socio-économique et socio-culturel (Fig.1).

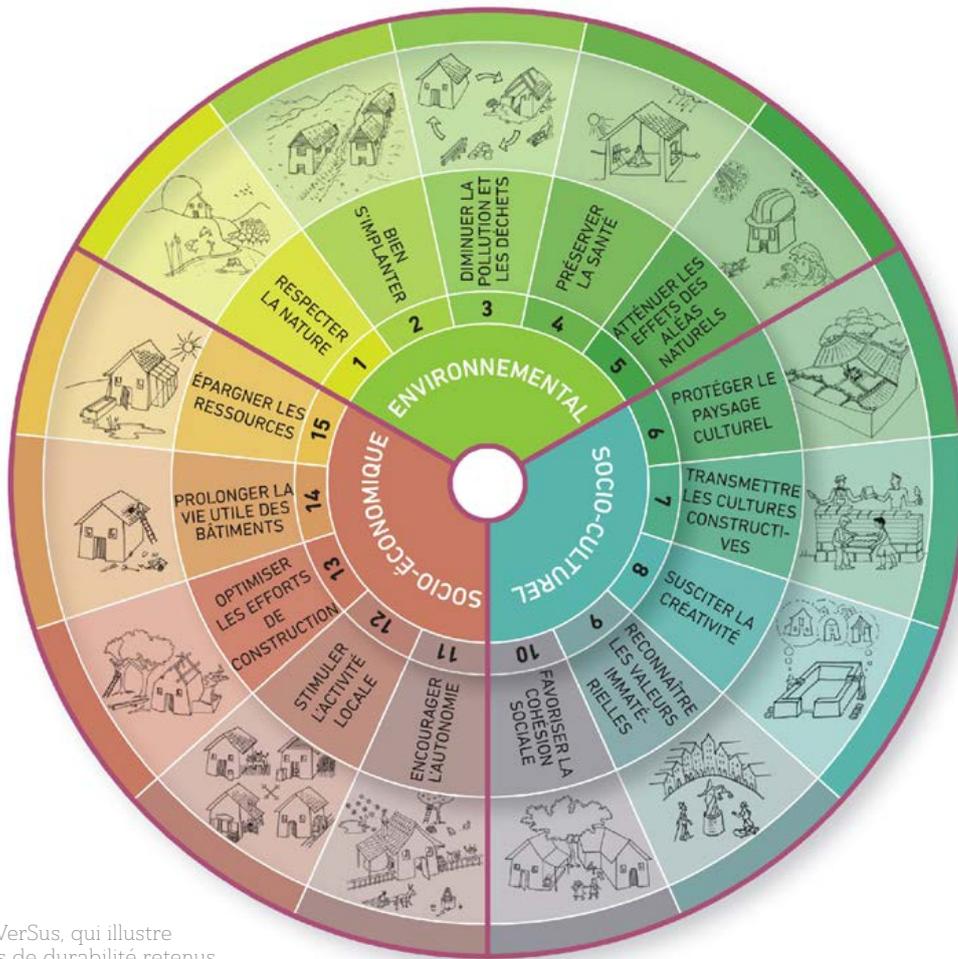


Fig.1 : La roue VerSus, qui illustre les 15 principes de durabilité retenus

Les principes de durabilité ont été identifiés, discutés et sélectionnés par les partenaires lors de quatre séminaires. Ils ont été vérifiés et mis en œuvre lors de quatre ateliers³ avec la participation d'étudiants en architecture et de doctorants qui ont appliqué la méthode et les principes pour analyser des exemples d'architecture vernaculaire-contemporaine en contexte européen. Les principes sont expliqués et richement illustrés dans le livret VerSus (Guillaud *et al.*, 2014) qui présente des photos d'architectures tant vernaculaires que contemporaines prises en France, Italie, Portugal et Espagne. Cette brochure, destinée à la diffusion auprès d'un large public, est présentée comme un outil pédagogique et méthodologique pour les étudiants et les architectes (Fig.2).

L'analyse d'études de cas a permis d'identifier, dans une deuxième phase, des stratégies et des solutions récurrentes dans des contextes aux caractéristiques environnementales, sociales ou culturelles comparables, qui paraissent intéressantes en raison de leur capacité à répondre aux exigences contemporaines d'adéquation culturelle, identitaire, qualitative, sociale et environnementale. La publication scientifique *VerSus: heritage for tomorrow. Vernacular knowledge for sustainable architecture* (Correia *et al.*, 2014) présente les résultats complets de la recherche et s'utilise comme un outil méthodologique de planification et de conception, à l'usage des étudiants et des professionnels qui souhaitent aborder le processus du projet architectural avec une compréhension approfondie des raisons et des outils que les connaissances traditionnelles peuvent fournir (Fig. 3).

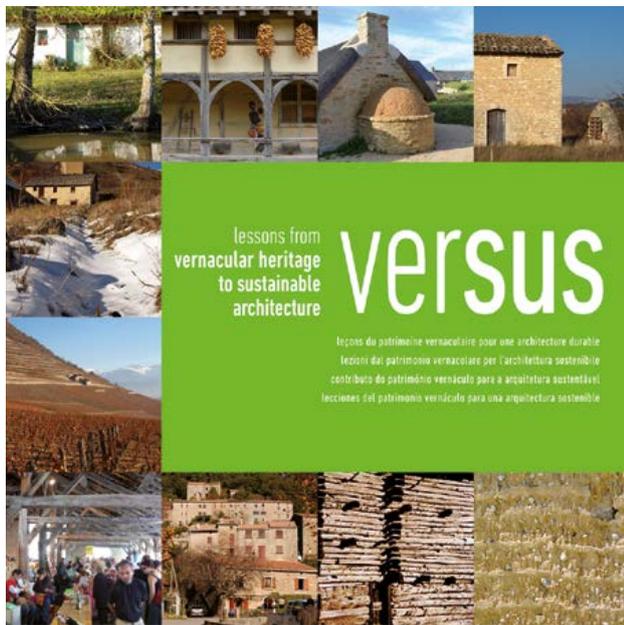
2. UTILISATION DE VERSUS PAR L'ESCOLA SUPERIOR GALLAECIA

Dès son origine en 1995, l'École Supérieure Gallaecia a cherché à sensibiliser ses étudiants en architecture sur l'importance des principes inhérents à l'architecture vernaculaire, considérant la conscience écologique comme une composante inséparable de la formation. L'engagement pédagogique en 1^{re} année développe des exercices de projets d'architecture, s'appuyant sur l'identification, la caractérisation et la réinterprétation des solutions présentes dans l'architecture vernaculaire.

L'orientation pédagogique suit l'interprétation critique de l'enseignement contemporain de l'architecture de personnalités telles qu'Amos Rapoport, Vitor Papanek ou Paul Oliver, qui au début du millénaire avaient déjà anticipé la nécessité d'un changement de paradigme dans le secteur de la construction.

Le programme VerSus a été soumis par l'école supérieure Gallaecia dans le cadre du programme Europe Créative à l'Union européenne en 2011, l'année suivant la révision structurelle du cursus. Une grande partie de la réflexion menée dans ce processus émanait du désir de formaliser une idéologie pédagogique sensible au patrimoine traditionnel, considérant aussi une dimension plus holistique du phénomène urbain. Le consensus parmi les partenaires institutionnels européens concernant les valeurs partagées et la pertinence de la problématique était total dès le début de la soumission de la candidature. En 2012, le programme était accepté pour financement par l'Union européenne.

Fig.2 : Livret VerSus



Ci-ESG, le centre de recherche de Gallaecia et ses membres, avaient déjà publié différentes réflexions associées au concept de durabilité et d'architecture vernaculaire. Il est devenu fondamental de développer la base scientifique pour mieux exploiter le potentiel inhérent à ce patrimoine vernaculaire et à sa transversalité avec l'architecture durable contemporaine (*sustainable architecture*).

Le programme VerSus a été conçu pour être à la fois un exemple et un outil, avec une application plus large et plus opérationnelle que les résultats de la recherche sur lequel il se fonde, ce qui, dans une large mesure, a assuré son succès. Les indicateurs eux-mêmes ont été prévus pour agir comme des éléments de sensibilisation pour les acteurs possibles impliqués dans la construction actuelle, mais avec plus de propension pour un public académique. L'objectif était de créer une interprétation accessible et intuitive, avec des niveaux progressifs de complexité.

À l'heure actuelle, on peut considérer la méthodologie VerSus transversale à des unités de projet du cursus d'architecture de Gallaecia, évidemment ajustée à la nature des exercices prévus pour chaque semestre. Dans les premières années, VerSus est considéré comme un outil d'approche stratégique, permettant de valider les fondements du projet à développer et garantissant que la référence au vernaculaire est présente dans l'engagement conceptuel. Le « projet-analyse », le « projet-concept », le « projet-habitat » et le « projet-habitat communauté » constituent les unités nucléaires des deux premières années de formation qui utilisent depuis 2016 la référence VerSus comme outil et comme base de développement de l'étude préliminaire du processus de projet d'architecture. Le diagnostic du contexte, généralement réalisé en équipe ou dans un débat collectif, utilise le matériel VerSus comme grille d'analyse.

Dans un domaine plus technologique, la méthodologie VerSus a été incorporée dans les unités de « confort environnemental » et « d'architecture écologique ». Dans ces unités, il est courant d'analyser les bâtiments traditionnels et la technologie actuelle selon les paramètres VerSus.

Des réflexions comparatives ont également été mises en œuvre entre les résultats obtenus grâce à l'interprétation VerSus et à certains des systèmes d'évaluation d'impact environnemental les plus connus, directement liés aux directives européennes respectives.

Enfin, le programme VerSus a eu un impact significatif sur la préparation de mémoires de maîtrise. Certains étudiants ont choisi de réaliser leur mémoire de 2^e cycle en se basant sur la méthodologie VerSus pour combler le manque de rapport entre le patrimoine régional et la construction actuelle. Les projets issus de ces dissertations ont même été sélectionnés dans le cadre de concours pédagogiques nationaux, attestant, dans ce type de format, la reconnaissance de leur qualité, ce qui ne peut être sans rapport avec la contribution de la méthodologie VerSus.

3. UTILISATION DE VERSUS PAR CRATERRE-ENSAG

La structuration par le programme VerSus des leçons de bon sens observées depuis des décennies par CRAterre a permis de mieux formuler et diffuser ces valeurs essentielles qui fondent les architectures vernaculaires. La transmission des résultats VerSus par notre équipe se fait principalement auprès d'étudiants en architecture (présenté dans 4 écoles, en Licence et Master) en ingénierie (INSA de Lyon) et en planification urbaine (IUG de Grenoble), pour lesquels nous organisons des ateliers dont la durée varie d'une demi-journée à deux journées complètes. Le format de transmission est toujours sensiblement le même. Les 15 principes de la roue sont décrits par une présentation illustrée correspondant au livret Versus (Guillaud *et al.*, 2014), au terme de laquelle un projet architectural est rapidement analysé à travers la roue (Fig.1). Ensuite, les étudiants, rassemblés en groupes de 3-5 personnes, prennent un-à-un les principes pour les appliquer à un projet qu'ils choisissent. Le choix se porte généralement sur un projet d'architecte qui les a séduits pour son caractère à priori exemplaire. La relecture du projet à travers les 15 principes révèle bien souvent des qualités et des défauts qui leur avaient échappé, ce qui est le but de cet exercice : leur donner des clés d'analyse permettant une lecture critique la plus pertinente possible d'un projet en considérant l'impact transversal des choix architecturaux.

Afin de faciliter l'exercice, chaque étudiant reçoit deux documents imprimés :

- Le premier en format A4 couleur présente la roue au recto et la liste des 15 principes déclinés en listes de mots clés au verso. Cette feuille résume la présentation et leur sert de référence.
- Le deuxième document est en format A3 recto-verso noir-et-blanc, soit 4 pages A4. La première page présente une roue VerSus vierge, sans illustrations, que les étudiants peuvent colorier à leur guise pour faire ressortir les éléments positifs ou négatifs qu'ils identifient (Fig.4). Les 3 autres pages listent les 15 principes et laissent suffisamment d'espace aux étudiants pour prendre des notes sur les points négatifs et positifs des différents choix architecturaux.

Le deuxième document sert de base à la restitution en

plénière. Le niveau de détail de l'analyse et de la présentation varie en fonction du temps disponible. L'idéal est de faire l'exercice sur deux journées pour que les étudiants puissent prendre du recul pendant la nuit et offrir une analyse mûrie du projet présenté. Lorsque le temps d'exercice est réduit à une demi-journée, les étudiants prennent simplement une photo de la feuille manuscrite et la projettent. Dans tous les cas, l'important est de leur demander en fin d'exercice ce qui a changé dans leur perception du projet avant et après la lecture VerSus, pour qu'ils réalisent l'intérêt d'utiliser cet outil.

Le retour des étudiants est toujours très positif et encourage à poursuivre cette approche, voire à la développer pour y ajouter d'autres dimensions. Nous avons également remarqué que cet outil facilitait la présentation de projets personnels par les étudiants. Les principes VerSus leur permettent en effet de légitimer des choix architecturaux et de structurer leur discours en apportant des explications pragmatiques qui justifient leur choix.

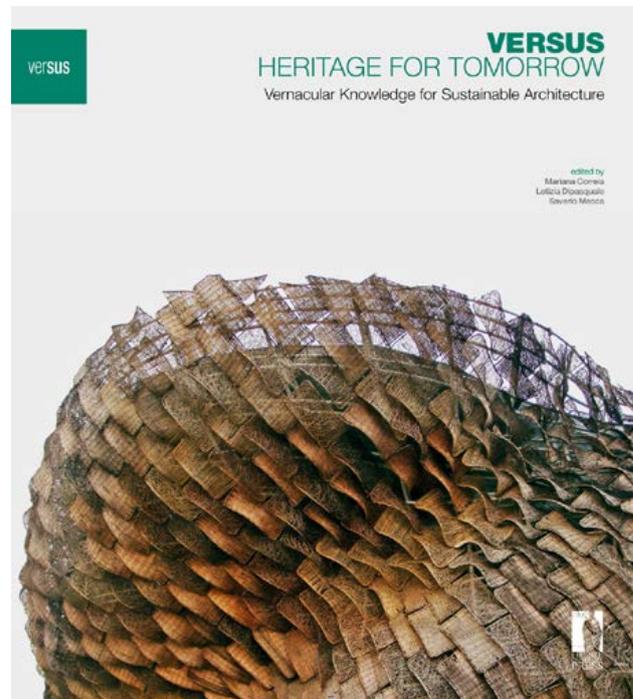
4. UTILISATION DE VERSUS PAR L'UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA

Suite à la finalisation du programme, la méthode VerSus a été intégrée au cursus de licence de l'universitat politècnica à València, plus précisément dans le cours de restauration d'architecture. Elle permet d'évaluer des interventions sur l'architecture vernaculaire domestique et d'aborder la notion de durabilité de manière large, en vérifiant que dans les opérations étudiées, les 15 principes Versus sont respectés. En parallèle, la méthode a été appliquée dans les ateliers d'enseignement optionnels organisés et dirigés par les professeurs Fernando Vegas López-Manzanares et Camilla Mileto, coordinateurs en Espagne de la chaire Unesco Unitwin d'Architecture de Terre, Cultures Constructives et Développement Durable. Ces tests initiaux ont servi d'expérimentation pour l'intégration définitive et systématique de la méthode dans l'enseignement de l'architecture, au niveau des cours de composition et restauration architecturale.

En effet, la UPV emploie la méthode VerSus pour son projet d'innovation et amélioration éducative nommé «Architectes pour l'avenir. La durabilité comme facteur de qualité dans l'architecture», appliqué aux cours de «composition architecturale» et «restauration architecturale monumentale» de la licence d'architecture et «critères d'intervention : De la théorie à la pratique» du Master de conservation du patrimoine architectural. Dans tous ces cours, nous introduisons le facteur de durabilité comme paramètre d'évaluation de la qualité architecturale d'un projet de construction nouvelle ou de restauration d'un bâtiment ancien.

La roue VerSus est utilisée comme grille d'analyse de durabilité, tant pour des bâtiments contemporains que pour des édifices anciennement construits ou restaurés, mais également pour des projets d'étudiants en phase de conception et développement. Il est intéressant d'observer la surprise provoquée par le mauvais résultat obtenu par l'analyse d'architectures très médiatisées lorsqu'elles sont soumises à une évaluation détaillée à la lumière des critères de durabilité. Ces petites découvertes permettent

Fig.3. Publication scientifique VerSus



aux étudiants de repenser leur façon de projeter, concevoir et analyser le monde qui les entoure.

La pratique professionnelle étiquetée «durable» résulte bien souvent d'une mauvaise interprétation des principes de durabilité. Pour cela, VerSus propose d'offrir aux étudiants une formation expérimentale basée sur :

- la sensibilisation, qui motive et enthousiasme l'étudiant pour les principes de durabilité;
- une validation sur le mode *learning by doing*, renforcée par l'utilisation de ressources didactiques reconnues par le Green Building Council ;
- le raisonnement, qui donne à l'étudiant la capacité critique pour valoriser la durabilité.

Il est également prévu de démarrer un Master en techniques traditionnelles qui donnera à l'étudiant une connaissance directe et personnelle de ces métiers traditionnels de la construction qui ont produit l'architecture vernaculaire. Cet enseignement inculquera les bases et outils de durabilité nécessaires pour qu'ils soient capables de restaurer un bâtiment en accord avec sa philosophie et sa matérialité, mais aussi de concevoir une architecture contemporaine basée sur l'intelligence que nous offre l'architecture vernaculaire.

5. UTILISATION DE VERSUS PAR L'UNIVERSITA DEGLI STUDI DI CAGLIARI

Les thèmes fondant le programme VerSus ont fait partie du cours architecture en terre, cultures constructives et développement durable donné en troisième année du Master en architecture à l'université de Cagliari. L'objectif était de sensibiliser les étudiants sur la signification même

du concept de durabilité, abordé par l'intégration des questions culturelles, économiques et environnementales. L'analyse de l'architecture du passé et la reconnaissance de l'ensemble des raisons pour lesquelles les bâtiments ont historiquement répondu aux besoins de confort général pour les personnes qui les ont créés, ont stimulé pendant les cours une réflexion profonde sur les méthodes contemporaines d'enseignement et de conception architecturale et sur la nécessité d'approfondir les connaissances sur les méthodes de construction traditionnelles afin de les intégrer dans les nouveaux processus de conception. Les gestes simples dans le choix des matériaux, le dimensionnement et la mise en forme du bâtiment, le choix d'une bonne exposition, aujourd'hui parfois dépassés par une utilisation massive de la technologie, permettent de remédier aux erreurs de conception.

Le programme VerSus a également fourni une collection exceptionnelle d'exemples significatifs sur des solutions pratiques visant à résoudre de manière simple et abordable les contraintes locales liées au climat, à la localisation géologique, aux besoins sociaux et aux ressources économiques. Une analyse attentive de ces modèles était inévitablement source d'inspiration pour les jeunes concepteurs qui ont effectivement transféré leurs acquisitions dans leurs projets dessinés la même année.

En outre, la méthode VerSus a été appliquée dans trois mémoires de maîtrise expérimentaux portant sur des panneaux d'isolation thermique fabriqués avec des matériaux naturels (terre et fibres végétales). Les panneaux d'isolation ont été étudiés au vu des performances qu'ils offraient pour le terrain demandé, mais ils ont également été soumis à une analyse plus intégrée qui met en relation l'économie circulaire, la disponibilité locale du matériel et les ressources humaines existantes. En quelques mots, la méthode VerSus a été appliquée au développement expérimental d'éléments de construction, étudiés sur l'ensemble de leur cycle de vie et en fonction de leur capacité à répondre aux exigences techniques.

Au vu des résultats encourageants obtenus jusqu'ici et l'inclusion réussie de la méthode VerSus dans le cours sur l'architecture en terre, il est évident qu'à terme, le module sera proposé pour une intégration obligatoire dans les curricula de conception architecturale.

6. UTILISATION DE VERSUS PAR L'UNIVERSITA DEGLI STUDI DI FIRENZE

La méthodologie VerSus a été utilisée dans le cadre des activités de formation du département d'architecture de l'université de Florence en tant qu'outil d'analyse des habitats vernaculaires, visant à identifier des stratégies pour des interventions durables. En effet, les principes et indicateurs de durabilité d'un habitat vernaculaire, issus du programme VerSus, constituent un outil efficace permettant d'analyser et d'évaluer la durabilité dans un contexte historique spécifique. L'analyse d'un contexte vernaculaire à travers la méthodologie VerSus permet d'identifier les éléments qui favorisent la capacité d'un système traditionnel à répondre avec des ressources locales aux besoins environnementaux, socio-économiques



et socioculturels. Ces éléments ont été pris comme référence de conception dans le cadre d'un atelier, d'une thèse de master et d'une thèse de doctorat portant sur la réhabilitation d'habitats traditionnels ou la conception de nouvelles architectures durables. L'approche Versus a été utilisée lors du séminaire thématique « architecture matériaux et environnement », auquel, entre 2015 et 2016, une cinquantaine d'étudiants et dix professeurs et chercheurs de l'UNIFI ont participé à trois ateliers résidentiels à Asni au Maroc, à 40 kilomètres de Marrakech au pied des montagnes de l'Atlas (Fig.5). Dans le contexte d'Asni, une commune rurale organisée en 53 petits villages (*douar*), traditionnellement construits en maçonnerie de pierre et de terre, nous avons développé des activités à la fois théoriques et pratiques pour mieux comprendre la culture locale et les systèmes de construction traditionnels. L'objectif principal était d'inventorier des éléments de durabilité utiles à la conception d'habitats contemporains valorisant les savoir-faire, encourageant les économies innovantes et favorisant des structures urbaines à faible impact environnemental.

Une autre application de la méthode d'analyse et d'évaluation VerSus est également prévue au Maroc, dans le cadre des activités de formation de l'EMADU, co-créée en 2016 par l'université euro-méditerranéenne d'architecture, design et urbanisme de Fès (UEMF) et l'università di Firenze, dans le cadre d'un accord plus large souscrit par les ministères italien et marocain de l'enseignement supérieur. Un atelier sur l'architecture vernaculaire et la durabilité selon l'approche VerSus aura lieu en mai 2018 à Fès, et prévoit l'implication de 54 étudiants marocains qui se confronteront à l'évaluation de l'architecture vernaculaire et contemporaine, selon les critères des principes VerSus. Nous pensons que dans les zones en développement, comme le Maroc, où un processus accéléré de transformations est en cours ces dernières années, il est indispensable de comprendre, conserver et retrouver le lien avec les ressources environnementales, culturelles et socio-économiques du lieu, afin d'orienter le développement vers une dimension compatible avec l'existant, capable de préserver l'identité locale et le patrimoine culturel. Les effets de la modernisation sont souvent associés à la perte d'éléments pertinents du patrimoine, qui sont particulièrement stratégiques dans une perspective à long terme: les ressources environnementales, les modes d'habitation, les techniques de construction, les productions locales. Le défi crucial dans ces contextes est de concilier les pressions pour le changement et l'innovation avec la préservation de l'identité et le développement durable.

À gauche, Fig.4: Analyse d'architectures contemporaines par les Master de l'ENSAG en utilisant la roue VerSus
 Fig.5: Utilisation de Versus par des étudiants de l'UNIFI pour identifier des éléments de durabilité à Asni au Maroc



CONCLUSION

Comme le montrent les exemples décrits dans cet article, l'outil VerSus a contribué à renforcer la prise en compte des fondements de l'architecture durable dans de nombreux cursus universitaires d'architecture, en Europe comme ailleurs. Grâce à cet outil, les étudiants voient d'un œil intéressé le patrimoine qui les entoure, s'en approprient les valeurs et parviennent à aiguïser leur esprit critique face à des bâtiments contemporains, ce qui les aide aussi à mieux argumenter leur propre production.

Le succès de VerSus tient en grande partie à la simplicité de la grille d'analyse proposée, facilement mémorisable et transformable par les étudiants. Le fait que les paramètres soient ancrés dans le patrimoine rassure et donne beaucoup de crédit à cette grille universelle applicable de manière simple et ludique à toutes les architectures, anciennes comme nouvelles. Le programme de recherche a été défini comme une *success story* par la commission européenne pour son impact, son innovation et son approche créative qui invite à mieux s'inspirer du patrimoine, ce qui lui a valu de recevoir le « *European Award for Architectural Heritage Intervention* » en 2017.

Les perspectives futures ne manquent pas. Considérant l'efficacité de la méthode, les activités pédagogiques et les recherches basées sur VerSus vont se poursuivre. Chaque activité pédagogique VerSus démontre que les étudiants s'emparent rapidement de cette roue pour la faire évoluer vers des outils toujours plus riches. Cette flexibilité promet à l'outil de servir longtemps, avec certainement des adaptations à venir pour mieux intégrer certains paramètres de durabilité comme la gouvernance par exemple.

¹ "VerSus – lessons from Vernacular Heritage into Sustainable Architecture". Project Reference: 522550-CU-1-2012-1-PT-CULTURE-VOL121. Project co-financed by: European Union. Programme: European Cultura 2000 Program–Bando 2011. Project-Leader: Escola Superior Gallaecia, Portugal. Partners: CRATERRE-ENSAG, France; Università di Firenze, Italy; Universidad Politecnica de Valencia, Spain; Università di Cagliari, Italy. Principal Coordinator: Mariana Correia.

² *International Conference Vernacular Heritage and Earthen Architecture CIAV2013 | 7^oATP | VerSus 2013* (www.esg.pt/ciav2013), which was held at Villa Nova de Cerveira, in October 2013, and *International Conference on Vernacular Heritage, Sustainability and Earthen Architecture VerSus2014 | 2^o MEDITERRA | 2^o ResTAPIA*, held in September 2014, in Valencia, Spain

³ Cagliari, April 2013; Villa Nova De Cerveira, October 2013; Grenoble, April 2014; Valencia, October 2014.

BIBLIOGRAPHIE

GUILLAUD, H. *et al.* (Eds) (2014). *VerSus: lessons from vernacular heritage to sustainable architecture*. Grenoble, CRATERRE-ENSAG. 72 p. (available at : esg.pt/versus)

CORREIA, M., DIPASQUALE, L., & MECCA, S. (Eds) (2014). *VerSus: Heritage for tomorrow, Vernacular Knowledge for Sustainable Architecture*. Florence, Firenze University Press. 288 p. (available online)

FREY, P. (2010). *Learning from Vernacular : Pour une nouvelle architecture vernaculaire*. Arles, Actes Sud. Coédition École polytechnique fédérale de Lausanne. 176 p.

SHIFTING THE POSSIBLE: TRAINING OUTCOMES FOR EARTH STRUCTURES

KEABLE Rowland, UNESCO Chair for Earthen Architecture Professor, Founder and CEO for EBUKI

BROWN María, Founder and president of ESTEPA Spanish earth building association, Spain

SUMMARY

In 2011, a group of European Earth Building Organisations met to discuss the extension of the existing ECVET Learn·Clay from plasters and finishes to a program into training outcomes for earth structures. This led to the formation of the PIRATE ECVET project, an 18 organisation partnership in 8 countries to find a common language and form for criteria of assessment which speaks to a diverse earth building culture within and beyond European borders. This paper will consider the working patterns adopted to achieve the successful publishing of a full set of learning outcomes in 8 languages in 3 years. It will discuss some of the initial decisions on the scope of works and whether these proved wise. PIRATE has had various results, statutory, experiential, networking and capacity building. And this is all beyond the achievement of the Units of Learning Outcomes, the magnum opus of the project.

The initial meetings made decisions on the training levels to be written, the distinctions to be made between building types and working groups, the division of tasks to be addressed. These decisions were both a guide and a strait-jacket, all tested in the framework of meetings separated by smaller working group activities. But where was the work done and what worked?

The enlarged Learn·Earth has led to training standards being published at national level, to the development of accredited assessors, to the expansion of the group of organisations and countries signed to an MoU and to projects on training for trainers. In other words, it has been an extremely fecund field of development, crucial to the expansion of earth as a building material with a qualified and recognised workforce. Moreover its lessons are ones which have begun to be recognised beyond European boundaries, in Africa and South America... and soon beyond?

INTRODUCTION

Earth building is beginning to find its feet in many different ways, regulatory as well as in markets for products, processes and training. Yet earth building, while vibrant, does not enjoy the backing of finance in any serious way. This leads to a culture of small initiatives carried out by groups aiming to address the systemic issues holding earth back from becoming a major force in low emission, high health and well-being material used across the construction sector as part of normal procurement and practice.

In the case of the PIRATE project analysed here, it was one of these groups of earth building organisations – all convinced on how training standards and codes of practice require attention if earth is to compete with ‘conventional’ construction – and an understanding of European funding which allowed the project to begin, by inviting actors from 10 countries to a meeting held in 2011 as luck would have it, on a pirate ship.

For many participants, it was a first experience of working with partners from across Europe, it brought forward the possibility of formalising training in earthen building to the point where certification within a national system could be considered. Many of them hardly knew about the European training tools and rules any new standards comply with: the European Qualifications Framework (EQF) and the European Credit system for Vocational Education and Training (ECVET). The programme to come should integrate them to earth building... but what are they?

The EQF is a framework to compare qualifications beyond national systems, according to 8 levels ranging from Basic Level 1 to Advanced Level 8. It applies to all types of education, training and qualifications, from school education to academic, professional and vocational (EQF, 2008). In the construction sector, Levels 3 and 4 apply to workers taking responsibility for completion of tasks (L3) and exercising self-management (L4), in usually predictable contexts. Levels 5 and 6 apply to supervisors managing technical activities, decision-makers in unpredictable contexts. The design work of architects and engineers

29.9.15

PIRATE (2015)
LEARN-CLAY (2009)

U	NOMBRE	SUB-UNIDAD	MT	L1	L2	L3	L4	L5
M	MATERIAL		U ₄					
P	PROD. BLOQUES							
B	CONSTRUCCION	Bm ALBAÑIL Bt TAPA Bc COB						
F	ENGOBRADO							
R	RESTAURACION	Rb Rc		U ₅				
E	EMPRESA			U ₆				
C	REVOCOS			U ₄				
D	DECORACION			U ₄				
O	ORNAMENTOS			U ₅				



Fig.1 a.b.: 2015, 1st European ECVET Training for Trainers. ESTEPA, Paredes de Nava, Spain

with a fixed duration delivered by institutions. Instead, in the learning outcomes approach the assessed person shows what he/she is able to do: the validation of non-formal and informal learning, thus encouraging lifelong learning, is the highlight of this approach (Brown *et al.*, 2015).

Linking these European tools with the described minority earth building and builders represent: essentially for most people in Europe as in the rest of the world, earth building is associated with poverty, ill-health and 'backwardness'. For those working in the building sector there is a defensiveness about the reasons to even consider earth as a suitable choice of material for construction, both in conservation and new build arenas. The challenge was to see if this new European tools could fit this old material, and vice-versa.

1. GETTING STARTED: DESIGNING ECVET UNITS

After a whole year of shaping partners and documents, the PIRATE project launched in 2012 with 18 organisations from 8 European countries, all active in the earth construction sector as professional associations, training providers or small companies, with the ambitious goal of developing ECVET Units of learning outcomes and get them recognised within national structures.

The initial meetings made decisions on the training levels to be written, the distinctions between building types and working groups, the division of tasks. These decisions were all tested in the framework of meetings separated by smaller working group activities. But where was the work done and what worked?

Many of the decisions were informed by the previous ECVET plasters project Learn-Earth, showing that the big gap in training is in autonomous working: EQF levels 3 and 4. The sense that autonomy was the goal was agreed on by all. There was an acceptance that the higher level 5 needed addressing too, but as this more academically based group differed in methodology, it will not be addressed here.

Next was the issue of how and whether to divide earth structures into different working groups. Initially, it was agreed that timber structures with clay infill were not to be covered, as not structural. It was agreed to split the working into brick and monolithic groups. Brick covers adobe, extruded and CEBs and – after some effort – fired brick and stone laid on clay mortar, common techniques across Europe (and the world). Monolithic covers cob and rammed earth. This division enabled both working groups to consider all aspects of the slightly different work: material selection, processing, building tasks, production and repair.

Thinking through all of these steps, the level of detail an autonomous worker needs to go to cover all eventualities, was a creative act. Trainers, teachers, professionals, builders, company owners from every national group first and transnational working groups – brick and mono- after, re-created these thinking, tasks and activities in an

belongs to level 7.

ECVET is an instrument to support lifelong learning, the mobility of European learners and professionals and the flexibility of learning pathways to achieve professional qualifications (ECVET, 2009). ECVET is meant to become a 'translation' tool for the different national educational systems, allowing learners to validate in their own countries the training and certification received abroad (already happening through ECTS credit system for Erasmus mobility at university level).

ECVET Units are defined by a set of knowledge, skills and competence needed to carry out certain professional activity: knowledge is theoretical; described by a list of topics; skills are practical, described by a list of actions; competence is the degree of responsibility and autonomy, described by decision-making situations. ECVET Units also address Criteria and Indicators for assessment: while criteria vary depending on the Unit content, indicators allow a decision whether a skill is achieved or not.

All as a whole are used to assess through a practical, written and oral exam. The practical exam concerns the skills and autonomy of trainees; the written exam concerns the knowledge and involves choice, open or graphic questions; the oral exam is an exchange concerning skills, competence and knowledge. In ECVET, the assessors are free to decide the structure and duration of tests.

An important EQF and ECVET feature is *the learning outcome* approach: it shifts the focus from the traditional system emphasising 'learning inputs' such as programmes

Fig 2 a&b. 2015, 1st ECVET Unit B L3 Official Test (oral, practical & written) FAL, Wangelin, Germany

intellectual setting, breaking down the sequence piece by piece... a demanding task.

The working strategy was inspired in the previous ECVET plasters project, and structured by the funding. All of the participating countries had to host a meeting where the bulk of the creative work was considered, drafted, discussed, redacted and largely agreed. The inputs of the individual partners' national groups were fed in to this process, focussing both the national networks, and the partners on recognising their differences and similarities. This stage dealt with glossaries, understanding the terms both in language and in building cultures, to keep what would work for all and reject what was particular. Again, this was an act of creativity and cooperation requiring the flexibility which earth builders possess – but often use to realise a building process, rather than a theoretical development.

Plenary sessions were managed in groups clustered around tables, with packs of post-it notes, flip charts and projectors alternately building and redacting structured ways to think through different tasks. The range of different cultural, geographic, financial and learning settings was quite daunting to say nothing of the variations of building techniques and materials. Work was approached by building up and demolishing, rebuilding and remodelling ideas; checking everyone's comprehension about cold, wet sites together with dry demands, of bureaucratically controlled health and safety, of hand produced techniques learned from experience happening together with automatized plants and equipment.

2. PILOT TEST AND SELF EVALUATION OF DRAFT UNITS

To evaluate the process itself, beyond the meetings and the online work, feedback of two kinds has taken place:

- Feedback from Pilot Tests: In Mono Test, the discussion focused on criteria for assessing during a rammed earth test, and the framework was the usual ECVET's knowledge, skills and competence assessed through written, practical and oral exams. The Brick Test meeting went further, including mobility and language issues, and candidates executed the practical tasks in teams of 4. After the exam, discussion focused on the improvement of criteria and indicators: the consensus was that each of them has to be assessed: practically, orally or written.
- Feedback from national teams. The link between partners and their national network was never interrupted; several have participated in meetings and tests, and gave their input to translated drafts.

3. FINAL REDACTION OF 6 ECVET UNITS

The work of countless working groups, tests, re-writes, meetings and discussions framed a detailed draft version of mono and brick units that, finally, needed merging, agreeing the basic structure of the units was driven by the conclusions of both groups and the similarities in their outputs. It was also understood that to be useful, especially in assessments, the units needed to be readable at a glance. It was decided to fit each unit onto a side of A4, and as the project's working language was English, with a shorter written expression, the draft had to be further reduced to

allow other languages the space needed in translation. This redaction was a complex process (whose phrase would be chosen, whose depth of detail?) because not only did the text need shortening with drafts being sent to partners for comment, leading to multiple lengthening's and re-shortenings: the whole structure of the units was also under discussion. Differences between competence levels 3 and 4 is some cases clear and in others almost identical: how to present this without confusing them became an issue which needed further work. But what finally emerged were units which were clear, related to earth and structures in a way which could be understood by people with years of experience in earth structures as well as those with no previous experience.

One issue with the redaction was that it became the task of the two workgroup leaders. This was logical, as they had been present at all of their workgroup meetings, but unfortunate, as it left such a burden of work on two people. Unlike the rest of the work, it did allow for strong decision making and was perhaps the only way to accomplish the task. The units were regularly circulated to all but fine tuning was by the few and not the many.

4. RELEASE OF ECVET EARTH BUILDING: PUBLICATION AND FIRST STEPS

As explained, PIRATE ECVET Units are not training materials – deceiving many people – but new tools and resources acting as real standards of competence in earth building. By the end of the project in 2015, a European-wide matrix of 9 Units of learning outcomes conceived for construction, renovation and decoration with unfired clay materials, with assessment criteria, was available in 8 languages (ECVET, 2015):

- 3 Units new from PIRATE: P - Brick Production, B - Building, F - Framework,
- 3 Units present in both ECVET systems (Learn with Clay and PIRATE) now merged in a single Unit: M - Raw Material, R - Rehabilitation, E - Marketing,
- 3 plaster pre-existing Units from ECVET Learn with Clay (2009), now renamed with letters: C - Clay plaster, D - Interior Design, O - Decorative techniques.

So the actual matrix has got 9 Units: P B F M R E C D O.

They are a guide to trainers and assessors but not prescriptive about the structure of the training or assessment: they may be delivered on site in one country or institution, in schools in another. First examples of that flexibility were the ECVET Assessment for Unit B – Rammed Earth L3, at FAL, Germany (11 candidates from 5 countries), and the ECVET introductory Training for trainers, at ESTEPA, Spain (10 trainers from 6 regions). Both shortly before the end of the project (Fig.1-2).



Fig.3 a. b.: 2015, 1st ACVET Training for trainers beyond Europe, with government support. UTN Santa Fe, Argentina

Fig.4 a. b.: 2016, "ACVET" Units M & P Level I Training (theory and practice). ESTEPA, Mar Lody, Senegal

Fig.5: 2016. Earth Building Africa launch meeting at Terra Conference. Lyon, France



5. ECVET EARTH BUILDING IN EUROPE AND BEYOND

Merging PIRATE with the previous Learn·Clay has led to Learn·Earth expanded community, to training standards being published at national level (UK, Czech Republic), at regional level (Germany), to the development of accredited assessors, to the expansion of the group of organisations and countries signed to a MoU and to projects on training for trainers. It has been a fecund field of development, crucial to the expansion of earth as a building material with a qualified and recognised workforce.

One of the surprises through the process is how much closer the earth building experience is to itself than might have been thought. Working with cultures from Portugal to Slovakia where the weather is as different as the history is no barrier to recognising issues which are the same in building, training, learning and other connections needed to make earth building work... So a credible set of outcomes was possible.

Another unexpected output was the international direction PIRATE gave to the partners, increasing co-operation, networking and experience sharing. While in production, the outcomes were being watched by team members with work commitments beyond Europe. This other focus meant that outcomes were adaptable to address the concerns of societies which don't have the same reliance on automation and norms. Keeping the conversation open in this way was informative within the group and beyond it, during the project and particularly afterwards.

A week after the end of PIRATE, in October 2015, the Spanish partner ESTEPA presented a paper beyond European borders: "Provide Instructions and Resources for Assessment and Training in Earthbuilding: the PIRATE Project in Europe and beyond", with collaboration of French members of the partnership, at the CIAT – Congrès International sur l' Architecture de Terre en Afrique du Nord, in Marrakech, Morocco. (Brown *et al.*, 2015). This event allowed dissemination of PIRATE results, and was particularly important as a germ for the database of the academic and non-academic interested community, in countries from Morocco to Egypt, crucial to launch a networking initiative to be presented later.

In November 2015, this presentation was followed by an American one: ESTEPA presented "El proyecto PIRATE: formación profesional y certificación en construcción con tierra, desde Europa al mundo", adapted to the new context, at the PROTERRA's XV SIACOT Congress in Cuenca, Ecuador. (Brown, Mas, 2015)

That same month, several dissemination and training events took place in Argentina, organised by the Universidad Tecnológica Nacional (UTN) , School of Engineering, in Santa Fe, where earth building -particularly CEB- has been a research and teaching subject for decades. (González, Brown, 2015)

Although organised by a University, the idea was to address and involve the non-academic earth building community – in the spirit of PIRATE itself. The week programme "Jornadas de la Tierra y de la Sustentabilidad" (Journeys of Earth and Sustainability) included an introductory ECVET Certification and Training Workshop and a Round Table, both with the presence of 30 builders, self-builders, masons, entrepreneurs, technicians, trainers, architects and engineers. The presence of journalists, civil institutions and regional government authorities – an easy move for a University deliberately used as a dissemination strategy – led to unexpected results, such as the official recognition of Public Interest of the Journeys' content, by the Honourable Council of Santa Fe (Fig.4).

Conferences on ECVET Earth Building as an adaptable example of standardisation of training and recognition of competence took place in parallel at two Provincial Chambers of Architects (Santa Fe and Entre Ríos) and at the Union of Teachers, with a strong media coverage (press, radio, TV; government and union journals).

The events came back to Africa in May 2016, when an Earth "ACVET" – an adapted ECVET – introductory workshop was held in Senegal for basic levels of Units M (material) and P (production of CEB). Presented as an informal exchange among 50 attendants: white and black, women and men, national NGO coordinators, architects, masons, citizens and villagers, the aim was to test the potential of "ACVET" in such a different context. Getting in touch with earthen materials, discovering inexpensive ways of making affordable, sustainable, beautiful buildings, as well as introducing gender issues in building -the trainers were all

Fig 6 a. b.: 2017. ACVET P Unit, on-site payed training. Gender programme. APROFES, Keur Socé, Senegal



women- everything helped build links for shared activities to come (Fig.4).

Earth building 2016 agenda's highlight was Terra Conference in Lyon: the African-active PIRATE partners decided to capitalise the presence of such a big African audience. Independently, the initiative Earthbuilding Africa / Construire en Terre Afrique was born in June and had its kick-off meeting during the Conference in July, aimed specifically at earth experts and interested people from or working in Africa. It was a surprise to see the room filling in with 80 persons – 20 were expected – confirming there are plenty of professionals and practitioners interested (Fig.5).

The main discussion points were:

- Earth-friendly resources already exist in Africa: all ARSO 45 country members have earth building standards, and ECVET Earth Building is available in French, English and Portuguese ready to be adopted/ adapted. But these resources need partners across the continent to properly realise them.
- The partners need to organise efforts and voices to lobby and improve their earth building frameworks, structuring the bones of national organisations.
- Cross-fertilisation is an added value in transnational projects, but working to-gether as international partners relies on the existence of these recognised voices.

Shortly after the meeting, the links to ECVET Earth Building and ARSO Standards were shared and an excel survey was circulated in order to identify priorities and availability, asking the participants to forward the message on to other specialists.

Nowadays, the "Earthbuilding Africa / Construire en Terre Afrique" list contains 196 persons and institutions from 21 countries from Morocco to South Africa, from Senegal to Kenya. Although the active participants represent only the 15% and there's no news about the creation of earth associations yet, those using the list for networking find "this draft network very interesting and very productive".

Going back to Senegal, October 2016 to July 2017. First sprouts after the "Earth & ACVET introductory workshop" held in May: APROFES, a Senegalese Women NGO attending to that workshop, decided to incorporate not only the "Women in Building strategy" in two of their Rural Gender

Development projects, but also an "ACVET" pilot CEB training-working scheme for beneficiary villagers (fig.6).

66 people from 7 villages were hired and trained by the already existing "*femmes bétécières*", CEB entrepreneurs, during one or two weeks; 53 were women. None of them had ever earned a "man" salary: their weekly income raised from 2.000 fcfa (3 €) to 12.500 fcfa (19 €). As CEB itself, this unorthodox women labour force is now not only respected and supported in their villages, but also available for working in nearby CEB working sites. Their success brought the rural experience to a new level.

Between September and December 2017, a bigger urban "CEB gender-based training project" was designed by APROFES: the Shelter Home for women and girls under gender violence in Kaolack regional capital. The proposed building, in CEB, incorporates an "ACVET" training for non-autonomous levels of Units M and P, even if leading to no official recognition, addressed to 30 women. The training will be delivered by the existing groups of "*femmes bétécières*", women running their own small enterprises in the last years. A step ahead is given with this project: the victims of gender violence themselves will be offered this technical payed training as an engagement to participate in the construction of their own building, in order to:

- Reinforce with actions the message of gender justice and empowerment of women, bringing an alternative to "classic" activities attributed to women
- Deepen the feeling of belonging of the Shelter Home increasing its sustainability
- Build technical competences among new teams of "*femmes bétécières*", offering a salary for on-site training, improving their professional perspectives, income and social status
- Re-conduct the results to these women's neighbourhoods and villages, opening through them the access to a good quality, sustainable, affordable habitat.

The project has recently applied for international funding. The results of this experience will be presented in October 2018 at the 18th SIACOT in Guatemala.

Additionally: documents... In March 2018 the Argentinian-Spanish link was sealed with a Pre-Agreement between UTN's "Tierra Firme" Group and ESTEPA, soon becoming

a long-term Agreement involving ECVET certification in Europe, "ACVET" development in Argentina, and South-South potential cooperation (America-Africa). In that context, in July 2018 ESTEPA will host an ECVET Training for Trainers Workshop focused on the connectivity of training and assessment as sides of the same coin, involving professionals from Spain, UK, France, and Argentina.

CONCLUSION

The drive and vision of a working group has led to the realisation amongst a wider earth building community that learning outcomes are achievable even for earth structures, and applicable beyond the borders they were conceived for. That unexpected strength lies in the fact that:

- ECVET Units and other products are the result of a deep discussion process between very different actors of the earth building sector;
- The results are available in languages that make the transfer possible and easy;
- Some of the designers involved in work abroad and in collaborative networks beyond Europe have become carriers of the contents;
- The Units are precise and concise, a solid base for further developments;
- The matrix of Units allows future enlargement to other levels and contents.

It doesn't matter if the mason is traditionally trained in Mali or working commercially in Clermont Ferrand, the outcomes of stable structures can be assessed and certified just as any other building process can be.

BIBLIOGRAPHY

Brown, M. (2013). *PIRATE*. In: Boletín PROTERRA N° 35-36. p. 8-9. Available at <<http://www.redprotterra.org/uploads/bulletins/boletins35-36.pdf>>

Brown, M.; Didier, L; Mas, M. (2015). *Provide Instructions and Resources for Assessment and Training in Earthbuilding: The PIRATE project in Europe and beyond*. In: I CIAT Congrès International sur l'Architecture de Terre en Afrique du Nord. Marrakech, Morocco. Université Cadi Ayyad. Available at <https://f-origin.hypotheses.org/wp-content/blogs.dir/2869/files/2016/06/CIAT-2015_The-PIRATE-project-in-Europe-and-beyond_Brown-et-al.pdf>

Brown, M.; Mas, M. (2015). *El proyecto PIRATE: formación profesional y certificación en construcción con tierra, desde Europa al mundo*. In: 15° SIACOT Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Cuenca, Ecuador. Universidad de Cuenca. p. 622-630. Available at <<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23620/1/Libro%20final%2015%20SIACOT.pdf>>

ECVET (2009). Official webpage. <http://www.ecvet-toolkit.eu/introduction/what-ecvet>

ECVET Earth Building (2015). Available at <https://ecvetearth.hypotheses.org/>

EQF. The European Qualification Framework for Life-long Learning (2008). Available at: http://ecompetences.eu/wp-content/uploads/2013/11/EQF_broch_2008_en.pdf

González, A.; Brown, M.(2015). *Jornadas de la tierra y la sustentabilidad en el litoral argentino*. In: Boletín PROTERRA N°46. p.22-23. At: <http://www.redprotterra.org/uploads/bulletins/Boletim46.pdf>

www.ebuki.co Earth Building UK & Ireland: Fostering the development of earth building

www.estepea.org Estudios Sobre Tierra, Energía, Patrimonio y Ambiente

AMÀCO, L'ATELIER MATIÈRES À CONSTRUIRE

BILAN 2012-2018

BISIAUX Marion, amàco

FONTAINE Laetitia, CRAterre-AE&CC-ENSAG et amàco

ANGER Romain, amàco

RÉSUMÉ

L'atelier matières à construire, amàco, est un centre de formation et d'expérimentation sur les matières à construire, au croisement des cultures scientifiques, techniques, artistiques et architecturales. Dans ce domaine, amàco mène notamment des activités de formation, d'enseignement et de diffusion des connaissances, visant la construction avec les matières premières, brutes et peu transformées, disponibles sur les territoires, telles que la terre. L'un des principaux objectifs d'apprentissage d'amàco est d'enclencher une prise de conscience autour de ces matières qui répondent aux besoins et enjeux des matériaux de construction pour l'architecture contemporaine. Pour cela, amàco a développé et expérimenté depuis 2012 une pédagogie singulière, basée sur l'enseignement de la matière par la matière elle-même, dans différents domaines d'apprentissages : affectifs, cognitifs et psychomoteurs. C'est auprès de plus de 11 000 apprenant-e-s, que cette pédagogie a pu être testée et améliorée, avant de faire l'objet d'une étude ciblée plus approfondie, actuellement en cours, et dont les premiers résultats viennent soutenir la pédagogie développée.

INTRODUCTION

L'atelier matières à construire, amàco, est un centre de formation et d'expérimentation sur la matière, au croisement des cultures scientifiques, techniques, artistiques et architecturales. C'est aussi un lieu de découverte et d'apprentissage de soi et du monde, autour d'une philosophie singulière et pourtant universelle : les « matières à construire ». Pour cela, les activités de formation et de diffusion des connaissances d'amàco sont menées conjointement avec des activités de recherche appliquée et d'accompagnement d'opérations réelles dans le domaine de la construction, à partir des matières premières disponibles sur les territoires, dont, en particulier, la terre (Fig.1). L'offre de formation d'amàco s'adresse à différents publics et

touche à la fois des étudiant-e-s en écoles d'architecture, en école d'ingénieur-e-s, des professionnel-le-s du monde de la construction et le grand public. De 2012 à 2018, amàco a ainsi formé plus de 11.000 apprenant-e-s, auprès d'une cinquantaine d'établissements partenaires en France et à l'étranger. Les formations sont conçues au sein et/ou avec des établissements de formation, en partenariat avec des enseignant-e-s ou des équipes pédagogiques. Elles sont proposées sur des durées très courtes (quelques heures), plus longues (une à deux semaines), ou bien accompagnent un semestre d'enseignement dans sa totalité.

1. LES ORIGINES INSTITUTIONNELLES ET PHILOSOPHIQUES

À l'origine de l'atelier amàco se trouve une philosophie des matières à construire développée à partir de multiples sources d'inspiration dont la vision portée par le laboratoire CRAterre, pionnier de la valorisation de la construction en terre en France et dans le monde. Cette philosophie part du constat que la plupart des bâtiments construits, aujourd'hui, révèlent une déconnexion entre l'humain et son milieu (Anger & Fontaine, 2016). À l'inverse, certaines architectures vernaculaires, construites avec les ressources environnementales, sociales et culturelles de leurs territoires, véhiculent des émotions qui invitent à une reconnexion entre la matière dont nous sommes tous faits et celle qui constitue le monde. Aujourd'hui, le déséquilibre écologique nous fait prendre conscience de l'urgence de retisser ces liens.

Depuis 2012, amàco a trouvé un terrain d'expérimentation de sa philosophie de la matière et de ses intentions pédagogiques dans le cadre d'un financement IDEFI¹, Initiative d'excellence en formations innovantes, issu du Programme des investissements d'avenir du gouvernement français. Ce financement permet de déployer des dispositifs pédagogiques sur le long terme et en assurer le suivi. Les quatre établissements fondateurs d'amàco sont 1) l'école nationale supérieure d'architecture de Grenoble

Fig.1 : Organisé au sein de la plateforme pédagogique et d'expérimentation des Grands Ateliers, le festival annuel Grains d'Isère est un moment intense d'échanges entre professionnels, formateurs, chercheurs, étudiants, scolaires et grand public



(ENSA Grenoble), 2) l'école d'ingénieurs INSA Lyon, 3) l'école de physiciens ESPCI Paris, ainsi que 4) la plateforme d'expérimentation à échelle réelle des Grands Ateliers. En 2017, amàco s'est constitué en association dont les membres du conseil d'administration sont les représentants des établissements fondateurs. Les locaux d'amàco se situent aux Grands Ateliers, assurant des liens étroits avec les établissements membres de cette plateforme, en particulier pour y conduire des formations et des recherches sur la matière et les matériaux. L'ENSA Grenoble est très impliquée à travers un partenariat d'environ 180 heures de formations annuelles. L'INSA Lyon est représenté par le directeur de la formation de l'école au sein du conseil d'administration et soutient le développement et la diffusion des contenus pédagogiques au sein de l'établissement. Enfin, une collaboration scientifique de haut niveau existe avec l'ESPCI Paris, avec de nombreux chercheurs et un partenariat continu avec le centre de diffusion scientifique de l'établissement (ESPGG).

2. LES FONDEMENTS PÉDAGOGIQUES

Le contenu des formations amàco repose essentiellement sur la découverte et l'exploration de matières à construire brutes ou peu transformées, à faible impact environnemental, et dont les filières sont minoritaires ou encore non-structurées par rapport au marché dominant. Dans ce contexte, un des objectifs d'apprentissage principaux d'amàco est d'inviter les apprenant-e-s à considérer l'utilisation de ces matériaux bruts comme

une des solutions répondant aux besoins et exigences de la construction contemporaine. Pour la majorité des apprenant-e-s, cela implique une prise de conscience liée à un changement de regard ou d'habitude (Bloom *et al.*, 1956 ; Anderson *et al.*, 2001), qui requiert un apprentissage multiple et approfondi dans les domaines cognitifs, affectifs et psychomoteurs (Berthiaume & Daele, 2013) et donc une pédagogie adaptée.

Afin que cette prise de conscience puisse avoir lieu, amàco a développé une pédagogie basée entre autres sur certains principes de l'apprentissage expérientiel (Dewey, 1938 ; Kolb, 1984) tels que la mise en contexte (démonstrations scientifiques, études de cas, retours d'expérience), l'expérimentation encadrée (ateliers de pratique de techniques, ateliers sensoriels), le travail collaboratif et interdisciplinaire (confrontation des disciplines de l'architecture, l'ingénierie, l'art et l'artisanat), la prise de recul sur les actions menées (temps d'échange, modes d'évaluation formatif, expériences contre-intuitives), ainsi que l'exploration créative (travail autour d'un projet académique ou réel). De façon générale, l'apprentissage expérientiel chez amàco est centré sur l'engagement des apprenant-e-s dans leurs apprentissages (Dewey, 1938). Pour cela, les développements pédagogiques sont regroupés autour d'un parcours d'apprentissage de la matière par la matière elle-même, dans le but de prendre en compte les différentes sensibilités des apprenants, leurs moyens d'apprentissages de prédilection (Kolb & Kolb, 2005), ainsi que leurs bagages personnels de connaissances. Pour cela, quatre moyens d'exploration de la matière sont proposés : l'expérimentation scientifique,

l'approche artistique, sensorielle et corporelle, l'approche technique de transformation de la matière en matériau, et enfin, la contextualisation au domaine de l'architecture. Ces multiples façons d'aborder la matière dans la construction touchent à différents domaines d'apprentissage (cognitif, affectif et psychomoteur), ce qui a pour but de favoriser un apprentissage complexe et profond, et de créer un contexte favorable au changement d'habitude (Bloom *et al.*, 1956 ; Anderson *et al.*, 2001). Les futurs professionnels peuvent ainsi s'engager en confiance dans des projets de construction et / ou de mise en place de filières avec des matières et matériaux non standardisés.

3. EN PRATIQUE : LES OUTILS POUR ENSEIGNER LA MATIÈRE PAR LA MATIÈRE

3.1. L'APPROCHE SCIENTIFIQUE

Amàco permet de découvrir les propriétés de la matière à l'échelle du grain de sable, de la fibre végétale, de la boue d'argile, etc. À travers des expériences scientifiques simples et esthétiques (Fig.2), les apprenant-e-s observent comment une lamelle de bois s'enroule en s'humidifiant, comment l'eau sert de colle aux grains de sable, ou encore comment l'application de blanc d'œuf protège la surface d'un enduit d'argile. Souvent contre-intuitives, c'est-à-dire visant à provoquer un résultat opposé à celui qui était attendu, ces expériences éveillent l'intérêt (Eastes & Pellaud, 2004) et posent l'apprenant-e dans une situation d'erreur d'interprétation, qui favorise l'apprentissage profond (Astolfi, 2015).

En fonction du format de l'enseignement, ces expériences sont transmises aux apprenant-e-s lors de conférences participatives ou démonstratives, ou encore lors d'ateliers de fabrication des manipulations elles-mêmes. Le support vidéo est aussi largement utilisé, en complément des manipulations. Une centaine de vidéos de ces expériences, regroupées au sein des séries Grains de Bâtisseurs et Matières à construire, est utilisée pendant les formations, et disponible librement sur internet (youtube et vimeo), en français, anglais et espagnol. Avec un style volontairement épuré et selon un rythme apaisé, la série de vidéos Matières à construire favorise notamment, chez l'apprenant-e, l'identification de ses pré-conceptions et le développement d'un ressenti affectif. Pour ces vidéos comme pour tous les contenus théoriques d'amàco, un soin particulier est apporté à l'esthétisme des supports, dans le but de susciter la curiosité, l'émerveillement, et, enfin, de semer le désir d'apprendre.

3.2. L'APPROCHE ARTISTIQUE ET SENSORIELLE

L'art et les sens sont utilisés par amàco afin de dépasser les limites pratiques de l'expérimentation et de favoriser des apprentissages dans les domaines de l'affectif et du sensible. Lorsque l'enseignement prend la forme d'un atelier, des séances de créativité sont mises en place, suivies d'expérimentations libres à partir d'une bibliothèque de matières. Dans le cas de cours magistraux, les étudiant-e-s découvrent des œuvres d'artistes travaillant la matière brute à travers des vidéos, des photos et des témoignages d'intervenants. Ainsi, le partenaire d'amàco, Colectivo Terrón, intervient régulièrement pour partager

ses expériences, notamment autour de son spectacle Tierra Efímera, qui invite à contempler la terre sous ses différentes formes plastiques et poétiques (Alvarez Coll, 2014). Les formateur-ric-e-s amàco accompagnent ensuite les étudiant-e-s pour qu'ils identifient, puis partagent leurs ressentis. En salle ou en atelier, des exercices au cours desquels les apprenant-e-s ont les yeux bandés sont également mis en oeuvre. Lors de ces exercices, les participant-e-s découvrent la matière à partir des sens habituellement inhibés par l'omniprésence de la vue (Pallasmaa, 2010) tels que le toucher, l'odorat, l'ouïe, le goût, dans l'analyse d'une situation (Fig.3). Les mains dans la matière, l'apprenant-e construit ainsi ses propres analogies entre l'image qu'il ou elle se fait du monde et l'image du monde que lui renvoie la matière. Il est ensuite invité à les partager avec le groupe.

3.3. L'APPROCHE TECHNIQUE ET EXPÉRIMENTALE

Afin de donner la part-belle à l'intelligence du corps, amàco inclut dans ses formations des phases de pratique, dans lesquelles la liberté d'expérimenter est favorisée, plutôt que la répétition de gestes normés. Des ateliers de mise en pratique de techniques de construction sont ainsi associés à des phases d'expérimentation de la matière. Lors d'ateliers de fabrication de matériaux, les apprenant-e-s découvrent comment les gestes de mise en oeuvre du pisé, de la brique de terre crue, ou encore du tressage, peuvent influencer les propriétés et qualités du produit final (Fig. 4). Des exercices encadrés à échelle réelle tels que celui de la tour de sable (montage collectif d'une tour de trois mètres de hauteur constituée uniquement de sable, d'eau et d'armatures, Anger, 2011) permettent de tester des systèmes constructifs a priori instables (Fig.5). Ils sont suivis d'exercices de créativité et/ou de manipulation libre de la matière, au cours desquels les apprenant-e-s testent, explorent et extrapolent les apprentissages réalisés dans l'ensemble des phases du parcours d'enseignement (Fig.6). De façon générale, cette approche technique, illustrée d'exemples de constructions réelles et de démonstrations, témoigne que des modes de construction plus respectueux de la matière et de l'environnement sont possibles et déjà en oeuvre. Les liens entre compréhension de la matière,

Fig2 : Des expériences scientifiques, simples et contre-intuitives, permettent d'appréhender le comportement physico-chimique des matières à construire que sont les grains, le sable, l'eau, les argiles, la terre, les fibres, etc.

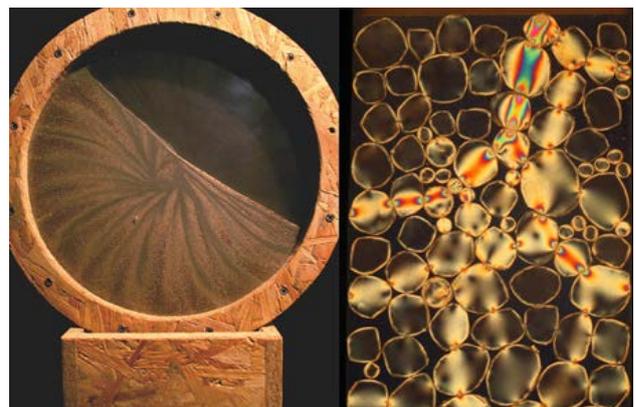




Fig.3 : Nos sens perçoivent des informations que la vue et l'intellect occultent. L'apprenant construit ainsi ses propres analogies entre l'image qu'il se fait du monde et l'image du monde que lui renvoie la matière.

Fig.4 : Dans l'exercice du « test Carazas », les participants font l'expérience de la transformation de la terre selon différents gestes de mise en œuvre et différents états hydriques. La manipulation et l'erreur font naître des interrogations sur le comportement de la matière

Fig.5 : Une tour de sable s'élevant à 3 m de hauteur pour des murs porteurs de 4 cm d'épaisseur réactualise la technique constructive d'une partie de la muraille de Chine où l'absence d'argile a conduit ses bâtisseurs à alterner des armatures de fibres et des couches de sable sec compacté.

ressenti, mise en œuvre et conception d'un matériau ou d'un objet architectural, commencent ainsi à se nouer.

4. AU-DELÀ DES CONTENUS, UNE POSTURE PÉDAGOGIQUE

Dans les ateliers comme dans les cours magistraux, la prise de confiance dans les matériaux de construction bruts est ainsi clairement favorisée. Au-delà des illustrations d'architecture contemporaines, des études de cas, des partages de retours d'expériences sur chantier auxquels amàco et ses collaborateur-ric-e-s ont participé, amàco développe désormais la mise en œuvre à l'échelle réelle, sur des projets pérennes.

Le « durable » s'appuyant également sur des aspects sociétaux et de vivre ensemble, être en mesure de travailler avec des approches interdisciplinaires et d'y apporter sa propre contribution disciplinaire, s'avère indispensable à amàco. C'est pourquoi, au cours des ateliers ou cours théoriques, des clés sont données aux étudiant-e-s pour qu'ils travaillent ensemble à faire émerger des solutions co-construites, apportant davantage d'apprentissage que le savoir individuel (Fig.7). Ils ou elles sont également encouragé-e-s à les partager avec le groupe afin de bénéficier des apprentissages individuels et personnels. Pour cela, les formateur-ric-e-s adoptent tour à tour des

postures de tuteur, de médiateur ou de superviseur. Leur attitude est bienveillante à l'égard de l'erreur, ce qui favorise l'exploration des limites des apprentissages effectués (Astolfi, 2015). Tout au long des exercices et lors des phases de restitution, les formateur-ric-e-s interpellent les apprenant-e-s sur leurs observations et compréhension des processus expérimentés. Ces phases d'évaluation informelle favorisent ainsi la prise de recul.

Ainsi, parmi les bénéficiaires des outils et méthodes pédagogiques développés et diffusés par amàco – enseignants, formateurs, étudiants, scolaires, professionnels et grand public – certains sont membres de la chaire UNESCO architecture de terre, cultures constructives et développement durable. amàco a notamment conçu et mis en œuvre des cours, ateliers et workshops :

- au Pérou, au sein de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP) à Lima, en avril 2014,
- en Autriche, dans le cadre de l'International Summer School organisée chaque année par BASEhabitat, durant les étés 2014, 2016 et 2018 (à venir),
- en Autriche, au sein de la Kunstuniversität de Linz (studio BASEhabitat), en janvier 2015,
- en Iran, à l'Université de Yazd, en mars 2015, dans le cadre de l'événement First regeneration of earthen architecture festival,
- au Maroc, au sein de l'École Nationale d'Architecture de Marrakech, en novembre 2016, dans le cadre de la COP22 à Marrakech,
- en Algérie, au sein du Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en terre (CAPTERRE), en janvier 2018, dans le cadre du programme PROFAS C+ de renforcement des capacités des corps techniques du CAPTERRE, porté par CAPTERRE et CRATERRE,
- en France, aux Grands Ateliers, en avril 2018 lors de la formation professionnelle Construire en bauge aujourd'hui, avec le soutien de Becky Little, membre de EBUK (Earth Building UK and Ireland) au Royaume-Uni.

De plus, l'organisation du TERRA Award, premier prix mondial des architectures contemporaines en terre crue, en

2016 par CRAterre et amàco, associés à Dominique Gauzin-Müller, membre honoraire de la chaire UNESCO, a permis de tisser des liens avec d'autres membres de la chaire, notamment avec Wang Shu, de l'Université d'Architecture et de Technologie de Xi'an, qui a accepté d'être le président du jury du TERRA Award.

Mu Jun, de la Beijing University of Civil Engineering and Architecture (BUCEA) à Pékin, en Chine, est lauréat du prix dans la catégorie « architecture et développement local » et Sonam Wangshuk, du SECMOL en Inde, est lauréat du prix dans la catégorie « workshop, formation, festival ». Enfin, Martin Rauch, membre honoraire de la chaire, a reçu le prix spécial « innovation technologique » et Anna Heringer, également membre honoraire, est parmi les finalistes dans la catégorie « équipements publics ».

Enfin, des membres du Auroville Earth Institute en Inde ont participé à la traduction en anglais de l'exposition et de l'ouvrage correspondant.

Par ailleurs, l'exposition des finalistes, produite par amàco, a été présentée chez certains membres de la chaire :

- au Maroc, lors de la COP22, en novembre 2016, avec l'École Nationale d'Architecture de Marrakech ;
- en Algérie, par CAPTERRE, en avril 2017 ;
- en Chine, à la Beijing University of Civil Engineering and Architecture (BUCEA), lors d'un symposium international intitulé Back to earth, en septembre 2017 ;
- en Autriche, à Dornbirn, accompagnée d'une exposition sur le travail de Martin Rauch, de mars à mai 2018, et d'une conférence de Martin Rauch et de Anna Heringer ;
- en Autriche, à Linz, par le studio BASEhabitat (université de Linz), accompagnée de workshops, de mai à juillet 2018.

Ce sont donc 10 institutions partenaires localisées dans 8 pays (Autriche, Royaume-Uni, Maroc, Algérie, Iran, Chine, Inde, Pérou) et 3 membres honoraires de la chaire UNESCO qui ont pu tisser des liens avec amàco depuis 2012. D'autres collaborations sont espérées et pourraient se concrétiser avant 2020, date de la fin du soutien IDEFI, afin d'accroître la dissémination des contenus et des modes pédagogiques développés, mais également des enjeux et de la vision de l'architecture contemporaine que défend amàco, aussi bien en France qu'à l'international.

5. LES PROCESSUS DE CONCEPTION D'UNE FORMATION AMACO

Décrites précédemment en sous-parties distinctes, les différentes approches de la matière que propose amàco sont en réalité imbriquées dans le processus pédagogique, avec des allers-retours d'un domaine d'apprentissage à l'autre, en fonction des besoins et du format de la formation. Certaines formations amàco se déroulent ainsi sur des périodes longues (un semestre, quelques semaines) ou sont au contraire très denses (une journée, quelques heures). Les apprenant-e-s sont étudiant-e-s de licence, de master ou de post-master en école d'architecture, en école d'ingénieur-e-s ou à l'université, professionnel-le-s de la construction, enseignant-e-s, grand public, etc. Certaines formations sont transdisciplinaires et rassemblent tout, ou

une partie, de ces publics, comme l'Atelier Fibres (2014), la formation BaseHabitat, ou le festival annuel Grains d'Isère. La plupart des formations sont cependant conçues pour un public cible : le programme est défini de façon collaborative avec les enseignant-e-s ou les formateur-ric-e-s responsables des enseignements, afin de correspondre aux besoins d'apprentissages définis par le programme pédagogique des enseignants et de l'établissement partenaire. L'élaboration d'une matrice pédagogique définit les objectifs de la formation (Berthiaume & Daele, 2013) et diverses démarches évaluatives sont mises en œuvre afin d'obtenir un témoignage, et même parfois une preuve, des apprentissages globaux développés par les apprenant-e-s. L'évaluation qualifiante des apprentissages est souvent menée sous l'initiative et la supervision de l'enseignant-e partenaire, avec le soutien des formateur-ric-e-s amàco. Elle repose le plus souvent sur la restitution orale et / ou écrite d'un exercice de type projet mené en groupe, comme l'élaboration d'un matériau aux propriétés ou à l'esthétisme exploratoire, et l'évaluation de la démarche y est généralement valorisée tout autant que le résultat. Lorsqu'amàco est responsable de l'évaluation qualifiante, les principes de l'évaluation formative sont

Fig 6 : « Jeux d'Adobes » est un atelier d'exploration créative de la technique constructive en brique de terre crue. Entre processus de conception et expérimentation pratique, l'atelier cherche à révéler les potentiels esthétiques et constructifs de la brique de terre crue dans l'architecture contemporaine. Confronté aux propriétés de la matière et des gestes de mise en œuvre, l'apprenant conçoit et construit un prototype qui invite à imaginer des spatialités architecturales.



Fig.7 : Les chantiers-écoles, comme ici le bâtiment en pisé utilisé comme laboratoire d'expérimentation par amàco, sont l'occasion d'expérimenter le « faire ensemble », de la conception jusqu'à la réalisation, et favorisent une meilleure cohabitation du monde.



utilisés, notamment l'autoévaluation des connaissances, l'évaluation par les pairs, ou encore les présentations de projets collectifs. C'est également une phase de recul pour amàco et pour ses expérimentations pédagogiques, qui est complétée par des questionnaires de contrôle qualité. Ces questionnaires révèlent notamment un taux de satisfaction proche de 100%, et une prise de conscience très forte de la valeur des matières brutes et peu transformées pour la construction contemporaine.

Pour approfondir ces résultats, une étude en cours avec l'INSA Lyon analyse en détails les apprentissages et ressentis d'un cohorte d'étudiant-e-s ayant suivi une formation longue avec amàco (96 h), ainsi que leurs enseignant-e-s partenaires. Les premiers résultats révèlent que, au-delà des contenus proposés par amàco, c'est l'approche pédagogique originale hors des sentiers battus, qui permet d'atteindre les apprentissages souhaités. Si cette observation est confirmée, cela signifierait que l'expérience menée par amàco pourrait être transférable dans de nombreux domaines d'enseignement et qu'elle ne soit pas cantonnée aux matériaux de construction bruts et peu transformés. Par ailleurs, il semblerait également que cette expérience hors cadre serait tout aussi positive pour les étudiant-e-s que pour leurs enseignant-e-s. Ces derniers pourraient en effet trouver là un moyen d'être accompagnés pour tester des méthodes d'enseignement basées sur les savoir-être et savoir-faire, et pouvant leur apporter davantage de satisfaction personnelle dans leur mission d'enseignement.

CONCLUSION

L'utilisation de l'expérimentation, de la manipulation, l'approche transdisciplinaire (sciences, art, technique, architecture), l'enseignement par le corps et les sens, les postures d'enseignement, etc. ont permis à amàco de développer une pédagogie singulière, centrée autour de l'apprentissage de la matière par la matière elle-même. Au terme de sa 6^e année d'existence, il semblerait que cette pédagogie, testée auprès de plus de 11 000 apprenant-e-s, au sein d'une cinquantaine d'établissements en France et à l'étranger et en collaboration avec plus de 70 enseignant-e-s partenaires, ait fait ses preuves et favorise la prise de conscience que les matériaux bruts et peu transformés tels que la terre puissent répondre aux enjeux de la construction contemporaine. Fort de ce constat, il apparaît aujourd'hui nécessaire d'évaluer si cette prise de conscience est à l'origine du développement de nouvelles filières pour ces matériaux. Cependant, le niveau de formation d'amàco est majoritairement celui de la sensibilisation, et l'orientation vers une filière ou vers un métier dépend de nombreux facteurs acquis au cours de parcours personnels et professionnels. Il reste donc impossible, à partir des données d'évaluation dont amàco dispose aujourd'hui, d'évaluer quantitativement son impact sur le monde économique et professionnel de la construction. Une étude approfondie interrogeant les apprenant-e-s issus de tous niveaux de formations et de toutes les thématiques serait indispensable afin de pouvoir répondre à cette question.

¹ L'Atelier Matières à Construire bénéficie d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de La Recherche au titre du Programme des Investissements d'Avenir des IDEFI ANR-11-IDFI-0008 (Initiatives d'Excellence en Formations Innovantes).

BIBLIOGRAPHIE

Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., Wittrock, M.C. (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York : Longman.

Anger, R. & Fontaine, L. (2016). Matières animées. Le Philotepe, N°12, Mat(i)erre(s), sur les (r)apports entre les hommes et les matières.

Anger, R. (2011). Approche granulaire et colloïdale du matériau terre pour la construction (Thèse de doctorat). INSA Lyon (p. 69-73).

Astolfi, J.-P. (2015). *L'erreur, un outil pour enseigner*. 12^e édition, Issy-les-Moulineaux : ESF éditeur.

Berthiaume, D. & Daele, A. (2013). Comment clarifier les apprentissages visés par un enseignement ? Dans D. Berthiaume D. et N. Rege Colet (dir.), *La pédagogie de l'enseignement supérieur : repères théoriques et applications pratiques*. Tome 1 : Enseigner au supérieur (p. 55-71). Berne : Peter Lang.

Bloom, B.S. (dir.), Engelhart, M.D., Furst, E.J., Hill, W.H., Krathwohl, D.R. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives, Handbook I: The Cognitive Domain*. New York : David McKay Co Inc.

Dewey J. (1938). *Expérience and Education*. New York MacMillan.

Eastes R.-E. & Pellaud F. (2004). Un outil pour apprendre, l'expérience contre-intuitive. Bulletin de l'Union des Physiciens.

Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning - Experience as the source of learning and development*. Englewoods Cliffs (NJ): Prentice-Hall.

Kolb, A.Y. & Kolb, D.A. (2005). Learning styles and learning spaces: Enhancing experiential learning in *Higher education*. *Academy of Management Learning & Education*, 4(2), 193-212.

Pallasmaa, J. (2010). *Le regard des sens*. Paris : Éditions

ÉLÉMENTERRE, OUVRIR LES POSSIBLES SUR LA MATIÈRE

SABATIER Nathalie, CRAterre-ENSAG

RIVERO OLMOS Alba, CRAterre-ENSAG

RÉSUMÉ

Le développement d'outils pédagogiques spécifiques à la terre au sein du laboratoire de recherche CRAterre de l'école nationale supérieure d'architecture de Grenoble s'appuie essentiellement sur une conception ouverte de l'enseignement. Notre travail de sensibilisation à l'architecture de terre et de diffusion de nouveaux savoirs sur la terre comme matière en grains repose sur cette ouverture à la matière, aux idées, aux autres, au monde, à une volonté de partager l'architecture pour ouvrir une réflexion sur le futur. ÉlémentTerre associe étroitement architecture, arts et sciences en développant une nouvelle approche de la matière terre à partir d'une sélection de quatorze expériences scientifiques simples, ludiques ou surprenantes. Ces expériences constituent un parcours pédagogique pour comprendre comment et pourquoi il est possible de construire en terre.

Nous proposons une première analyse des impacts des diverses utilisations d'ÉlémentTerre tant au niveau des scolaires, du grand public que des professionnels ainsi qu'une présentation de son mode de diffusion qui repose essentiellement sur des réseaux universitaires et professionnels, au niveau international, et culturels au niveau national. Nous travaillons actuellement à enrichir ÉlémentTerre en concevant de nouveaux supports pédagogiques pour compléter notre approche de la matière à l'architecture.

LE CARACTÈRE TRANSVERSAL DE L'ARCHITECTURE, CULTURE VÉCUE ET PARTAGÉE PAR TOUS

Ethnologue, chercheur associée au laboratoire CRAterre, Nathalie Sabatier a commencé à s'intéresser à la construction en terre à travers la collecte de témoignages d'anciens charpentiers qui, jusqu'à la deuxième guerre mondiale, ont édifié les bâtiments en pisé de la région Auvergne Rhône-Alpes. Ces dernières années, avec l'architecte Alba Rivero, elles développent une approche de l'architecture de terre basée sur la découverte scientifique et artistique de la matière en association avec

une conception ouverte de la pédagogie : « La mission de l'enseignement est d'apprendre à relier. La culture, c'est ce qui relie les savoirs et les féconde. C'est la surprise, l'étonnement qui nous oblige à évoluer » selon le sociologue et philosophe Edgard Morin.

Tout notre travail de sensibilisation repose sur cette ouverture à la matière aux idées, aux autres, à une façon « plus douce, autonome, solidaire partagée¹ » de voir le monde selon l'architecte Francis Kéré, à une volonté de partager l'architecture pour ouvrir une réflexion sur le futur.

1. UNE APPROCHE DE L'ARCHITECTURE BASÉE SUR LA MATIÈRE ET L'EXPÉRIMENTATION

Notre démarche de sensibilisation aux architectures de terre nous a conduites à développer des outils pédagogiques spécifiques basés sur la découverte scientifique et artistique de la terre, cette matière première naturelle trop souvent ignorée, voire méprisée. Ces outils contribuent à une meilleure compréhension des architectures de terre pour enrichir et conforter une approche basée sur la mise en valeur des ressources immatérielles, qui sont au cœur de la démarche du laboratoire CRAterre depuis sa création, à travers la valorisation des ressources locales et des cultures constructives pour un développement durable. Patrice Doat, dont l'enseignement « Ouvrir les possibles » constitue un nouveau paradigme pour enseigner l'architecture, nous a fortement influencées et soutenues. Sa pédagogie fondée sur l'expérimentation est un véritable moteur pour déclencher l'imaginaire et favoriser l'éclosion d'une pensée créative et notre démarche lui doit beaucoup. Il faut oser, oser désobéir, oser essayer, oser voir grand, voir différemment, oser toucher la matière, accepter d'être transformé à son contact et par son contact, oser bouleverser profondément nos rapports à notre environnement, aux savoir-faire et à nos façons de penser et de vivre. « Il faut apprendre à construire, à se construire joyeusement en puisant dans ses ressources immatérielles² ».

Patrice Doat, architecte et cofondateur du CRAterre³, est doublement à l'origine de notre démarche. D'une part, en tant que professeur, il est l'initiateur d'une pédagogie par l'expérimentation et le faire, récompensée par un Global Award for Sustainable Architecture en 2016, et d'autre part, il a été le créateur puis l'infatigable moteur du festival Grains d'Isère⁴, un évènement festif et convivial autour d'un gigantesque tas de terre alors intégré dans le module terre du cursus des étudiants du master 1 Architecture et cultures constructives de l'ENSAG. Ce festival a été conçu comme un temps de rencontres et d'échanges entre des étudiants en architecture, en art ou en ingénierie, des professionnels et des enseignants mais aussi avec les professionnels et le grand public. Cette ouverture a permis l'accueil de nombreux scolaires et a donné naissance à toute une série de réalisations expérimentales ainsi qu'à de nombreux projets d'écoles.

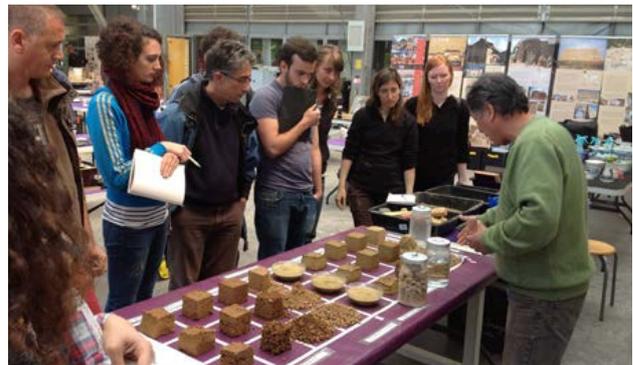
Simultanément Hugo Houben, cofondateur de CRAterre, est à l'origine d'une révolution pédagogique en introduisant la notion de matière en grains pour la compréhension de la matière terre à travers une série de « manips de coin de table ». Avec l'aide de deux ingénieurs chercheurs en matériaux, Laetitia Fontaine et Romain Anger, il lance le programme de recherche Grains de Bâisseurs⁵ qui a permis de développer et de tester une centaine d'expériences scientifiques permettant de comprendre les différents comportements de la terre en tant que matière en grains et ses applications dans la construction. Présenté et expérimenté de 2004 à 2010 pendant le festival, ce programme a ensuite donné naissance à deux expositions : l'exposition « Grains de Bâisseurs » réalisée en collaboration avec les CCSTI de Chambéry et d'Annecy et la grande exposition-manip « Ma terre première pour construire demain » avec la Cité des sciences de la Villette de Paris (2009-2013). Ces chercheurs ont aussi rédigé le remarquable ouvrage « Bâtir en terre », récompensé par plusieurs prix dont celui du « Goût des sciences ».

Ayant eu la chance d'être associées à l'aventure des Grands Ateliers à travers l'organisation d'une quinzaine de festivals Grains d'Isère et pour répondre à une demande croissante d'interventions, nous avons été amenées à transformer notre démarche, au départ expérimentale, démonstrative, artistique ou ludique, pour aboutir à la création de véritables outils pédagogiques, reproductibles, transportables et modulables. Baptisée ÉlémentTerre, notre première mallette pédagogique constitue le socle, les bases « élémentaires » sur lesquelles nous avons bâti nos interventions autour de « l'élément terre ».

2. APPRENDRE EST UN BESOIN FONDAMENTAL ET ON APPREND MIEUX EN PRENANT PLAISIR

Les outils pédagogiques que nous avons développés ces dernières années s'inspirent d'une volonté de transmettre autrement des connaissances scientifiques et artistiques sur la terre et l'architecture, d'un désir de communiquer au plus grand nombre des connaissances sur la matière et le matériau à partir d'une pédagogie active associant la simplicité et le faire. S'appuyant sur les avancées de la psychologie cognitive nous avons opté pour des méthodes de pédagogie active où bouger, observer, expérimenter,

Fig.1,2,3 : présentation de la mallette ÉlémentTerre lors du Festival Grains d'Isère 2013, Villefontaine



faire pour apprendre et coopérer sont au cœur de la démarche. Notre objectif est de participer à la diffusion d'outils pédagogiques pour accélérer la transmission des savoirs liés à l'architecture de terre. Notre approche conjugue une approche scientifique où la terre est définie comme de la matière en grains en rapport avec une approche plus architecturale, plus constructive pour mieux comprendre les multiples savoir-faire des différentes techniques de construction de cette architecture vernaculaire qui a fait ses preuves. La mallette participe aussi à la valorisation des savoir-faire traditionnels en fournissant une explication scientifique aux pratiques traditionnelles fondées sur l'expérience empirique. Les savoirs et savoir-faire sont ainsi renforcés, expliqués et validés par l'expérimentation scientifique.

Fig.4 : l'empilement apollonien, un atelier scientifique pour tous



D'après les récentes recherches sur la « neurocuriosité », en particulier celles du neuropsychologue Stanislas Dehaene il apparaît que « dans notre espèce, le désir d'apprendre est un besoin fondamental comparable à celui de manger ou de boire. Il joue un rôle fondamental dans la motivation des élèves et l'on ne peut qu'encourager la stimulation de la curiosité en classe, afin d'aiguiser le désir d'apprendre d'un élève... De manière générale, le cours magistral, où l'enfant reste passif, est moins efficace que les pédagogies dites « actives » où l'enfant intervient, questionne, agit, essaie... quitte à se tromper. Il y a donc urgence à décomplexer l'erreur et à développer le plaisir et la dimension ludique de l'école⁶ ». On ne sait pas encore bien quel rôle jouent les émotions dans les apprentissages mais les chercheurs s'accordent sur le fait qu'on apprend mieux en prenant plaisir. Pendant les manipulations des diverses expériences de la mallette pédagogique les participants sont joyeux, actifs. Leur curiosité est stimulée et leurs yeux brillants de plaisir. Ils sont alors ouverts à tout ce qui est nouveau et accèdent à la compréhension et à l'apprentissage.

Nos outils pédagogiques, principalement la mallette ÉléménTerre, contribuent à une innovation des pratiques pédagogiques et, bien que le changement de pratiques et leur diffusion ne se décrètent pas, car c'est un processus complexe que l'on ne maîtrise pas, nous avons néanmoins constaté que notre démarche suscitait enthousiasme et adhésion aussi bien de la part des scolaires, étudiants ou grand public que de la part des enseignants, des professionnels et des formateurs.

La conception de la mallette participe à une révolution pédagogique fondée sur le partage des connaissances. On offre à tous, scolaires, étudiants, professionnels et grand public, la possibilité de devenir acteur de son propre savoir. Tout au long du parcours, les participants, immergés

dans l'univers scientifique de la matière en grains, vont devenir acteurs de leurs apprentissages. Il ne s'agit pas d'enseigner un pur moment théorique mais bien au contraire de leur permettre de vivre, en direct, un moment unique et souvent fort émotionnellement, d'en être acteur, de coproduire ses propres apprentissages. Cela implique un changement radical de posture, un certain lâcher prise de la part de l'enseignant ou du formateur, qui n'est pas là pour dispenser un savoir mais plutôt pour accompagner tout en faisant preuve d'une grande expertise. Son rôle de tuteur et d'accompagnateur est de favoriser la réactivité, l'analyse et la créativité.

3. UN OUTIL DE DIFFUSION DES CONNAISSANCES INNOVANT

La caractéristique de cet outil est d'être facilement appropriable par tous et d'être innovant pédagogiquement selon les trois critères de R.Vandenberghe⁷. Innovant par son instrumentalité : la décomposition du parcours pédagogique en une séquence de quatorze expériences ou manipulations permet à l'enseignant de clairement voir ce qu'il aura à faire, c'est simple et précis. Innovant par sa congruence ou sa crédibilité : chaque étape est facilement compréhensible avec un discours clair et direct qui s'appuie sur les observations et les manipulations proposées. Et innovant en termes de bilan, effort et récompense, ce qui est extrêmement positif et valorisant aussi bien pour les participants que pour l'intervenant.

L'enthousiasme des participants qui en redemandent toujours plus est très gratifiant et incite à poursuivre les expérimentations et à se poser de nouvelles questions. Les participants refont les expériences et les commentent avec pertinence. Un dialogue et des échanges s'établissent. Cet outil génère une dynamique, joyeuse et jubilatoire, qui motive les participants à poursuivre leurs investigations dans un cadre moins conventionnel d'enseignement et de formation. Plaisir et compréhension semblent aller de pair. Les émotions positives, ou des émotions fortes, favorisent l'apprentissage comme nous l'avons constaté lors de chaque utilisation de la mallette pédagogique.

La mallette ÉléménTerre propose ainsi de faire découvrir des savoirs en allant d'expérience en expérience. Le parcours se fait de façon dynamique, les participants debout, en petit groupe, sont incités à être actifs et réactifs. Ils vont de table en table, d'expérience en expérience, selon un parcours rigoureux où chaque expérience, chaque manipulation représente une idée, qui s'enchaîne avec les autres pour apporter un nouvel élément à la compréhension de la matière en grains ou d'une réaction d'un de ses composants.

Cet outil que nous avons baptisé ÉléménTerre propose les bases « élémentaires », le socle des connaissances minimum pour une introduction à la compréhension des principaux phénomènes à l'œuvre dans la construction en terre. Il constitue une sorte « d'entrée en matière », avec l'objectif de partir de la matière terre, cette matière première naturelle, pour faire comprendre comment il est possible de construire en terre et pourquoi cela tient. Ce parcours pédagogique s'adresse aussi bien aux formateurs intervenant sur le terrain ou dans des cursus universitaires,

qu'à des médiateurs professionnels ou des enseignants du primaire ou du secondaire dans le cadre de projets d'école ou d'enseignement en technologie ou sciences et vie de la terre au collège.

C'est un outil de formation modulable et attractif pour valoriser et vulgariser des savoirs sur la terre, comme matière à construire. Son originalité et sa force sont de changer notre regard sur la terre, cette matière apparemment si banale et que l'on croit connaître par une sorte d'évidence première. Il s'agit, à travers quatorze expériences, de faire découvrir que la terre c'est de la matière en grains, une matière composite, à la fois solide, liquide et gazeuse. Le cheminement des différentes expériences qui composent la mallette ÉlémentTerre répond à ce triple changement de point de vue sur la matière terre : la terre c'est des grains, de l'air, de l'eau et des forces en action. La terre « c'est un béton d'argile naturel » offert par la nature pour reprendre un terme utilisé par le physicien Henri Van Damme⁸, spécialiste des argiles et des bétons.

Nous avons décomposé la séquence pédagogique en quatre parties distinctes : les grains, l'air, l'eau et les forces. On passe du toucher des différents grains qui composent la matière terre à leur identification, puis à la mise en évidence de la présence de l'air dans un tas de terre, air qu'il faut retirer pour obtenir un matériau plus compact, au rôle de l'eau qui agit comme une colle et dont il faut contrôler les remontées capillaires, pour finir avec les phénomènes de blocage dus aux chaînes de force lors du compactage.

Toutes les démonstrations de la mallette reposent sur l'apparente simplicité des expériences ou manipulations qui, à chaque fois, ne démontrent qu'une idée ou qu'une propriété de la matière. Cette recherche de la simplicité est renforcée par une mise en scène, volontairement et soigneusement épurée pour en renforcer le caractère démonstratif. Il faut que cela soit simple et beau si possible pour mettre en valeur la démonstration qui s'accompagne inévitablement d'une recherche visuelle associée à une certaine exigence esthétique. Chaque élément a son rôle à jouer et chaque élément a été choisi et testé avec soin pour contribuer à mettre en valeur le résultat attendu lors de la manipulation : type et volume du récipient, matière transparente ou opaque, verre ou inox, disposition du matériel, etc. Nous accordons une grande attention à la vision d'ensemble de la présentation des expériences de la mallette qui doit susciter la curiosité, stimuler le plaisir, le désir de faire pour donner envie de s'engager dans une découverte.

Pour renforcer les démonstrations et les rendre encore plus proches, plus familières, nous avons choisi de n'utiliser que du matériel de cuisine pour présenter les expériences scientifiques qui composent la mallette ÉlémentTerre, car un grand nombre de personnes se sentent mal à l'aise, ou sont simplement impressionnées, dès lors qu'on leur annonce qu'elles vont devoir réaliser des expériences scientifiques. L'utilisation de matériel de cuisine procure un sentiment de proximité et de confiance. Les participants se sentent en terrain familier et sont plus disposés à accepter une démonstration qui s'apparente à de la cuisine où chacun

peut, à l'aide de pichets, saladiers, bols mélangeurs, passoirs ou balance, essayer, mélanger et tester sans crainte ni complexe. Le fait que chacun dispose chez soi de tout le matériel nécessaire pour refaire les expériences de la mallette renforce le potentiel d'appropriation de ces savoirs par le plus grand nombre.

4. UNE DIFFUSION À TRAVERS DES RÉSEAUX UNIVERSITAIRES, PROFESSIONNELS ET CULTURELS

Nous partageons pleinement l'idéologie de l'Unesco pour qui l'éducation est un droit fondamental et qui s'est donné pour mission de bâtir la paix, d'éradiquer la pauvreté et de promouvoir le développement durable. L'éducation transforme la vie et notre objectif est de contribuer à renforcer la capacité des systèmes éducatifs à développer des parcours éducatifs d'apprentissage pour tous, enfants, scolaires, étudiants mais aussi adultes et professionnels. Pour cela nous nous appuyons particulièrement sur le réseau de la chaire Unesco de l'ENSAG Architecture de terre, cultures constructives et développement durable qui depuis sa création en 1998⁹ a pour vocation d'accélérer la diffusion, au sein de la communauté internationale,



Fig 5 : expérience des forces de la matière, à Artas
Fig.6 : découverte de la matière terre à partir des cinq sens
en classe maternelle, S' Georges d'Espéranche



Fig 7 : Démonstration de la mallette à l'Earth Institute, Auroville, Inde
 Fig 8 : Formation enseignants à Villefontaine, découverte de la matière terre d'un point de vue scientifique et artistique

des savoirs scientifiques et techniques sur l'architecture de terre dans les domaines de l'environnement, du patrimoine, de l'habitat et des établissements humains. Elle réunit quarante et un partenaires répartis dans vingt-quatre pays, entend faciliter la mise en place d'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.

Au niveau international, la diffusion de la mallette s'appuie donc essentiellement sur le réseau de cette Chaire, dont une grande partie des membres a eu l'occasion de la découvrir, soit pendant leur cursus dans le cadre du DSA Architecture de terre, soit lors des expérimentations du festival Grains d'Isère, où encore lors de présentation dans des rencontres ou colloques internationaux. Actuellement une quinzaine de mallettes sont utilisées dans le monde, aussi bien dans des formations universitaires que pour des projets d'amélioration et de revalorisation d'habitat ou encore pour des écoles populaires itinérantes. En Amérique latine, le réseau ibéro américain PROTERRA, qui rassemble une centaine d'entités académiques, a été le premier, en

2014, à acquérir une mallette pédagogique ÉlémentTerre en Colombie. Depuis, la plateforme MésoAméri-Kaab¹⁰, qui représente une vingtaine d'organisations réparties entre le Guatemala, le Salvador, le Honduras et le Mexique, a pu obtenir en 2016 le soutien financier de Misereor grâce à l'appui de son consultant et formateur spécialisé sur la construction en terre Alexandre Douline, pour acquérir sept mallettes dont deux sont au Mexique (CIPTEV), deux au Salvador (FUNDASAL et Caritas), une en Honduras (FSAR) et une autre en Argentine (Centro CRIATIC FAU). En Grande Bretagne, le réseau EARTH Building UK à l'initiative de Rowland Keabble et de Féile Butler a bénéficié en 2015 d'une aide pour acquérir quatre mallettes pour l'Angleterre, l'Irlande, le Pays de Galles et l'Écosse. Et en 2017 l'Earth Institute d'Auroville en Inde s'équipe à son tour pour développer des actions de vulgarisation pour les scolaires et le grand public. D'autres demandes sont en cours, en particulier avec l'ITESO, l'université Jésuite de Guadalajara au Mexique avec laquelle nous préparons un nouveau mode de diffusion à partir de la cession des droits de reproduction pour faciliter la propagation de notre outil pédagogique.

Des mallettes pédagogiques sont aussi utilisées en France dans le cadre de formations universitaires sur les architectures de terre ou la construction en terre, comme à l'école d'architecture de Grenoble dans la formation post-master du DSA Architecture de terre¹¹ et dans le module terre de la thématique de master Architecture et cultures constructives ou encore par le département Génie Civil de l'IUT Robert Schuman de Strasbourg dans le cadre de sa formation Construire en terre crue qui a reçu le soutien des Investissements d'Avenir à travers les Initiatives d'Excellence en Formations en 2014.

Il est intéressant de noter qu'au niveau national la diffusion se fait principalement par le réseau culturel des Pays d'Art et d'Histoire¹², réseau animé depuis trente ans par le ministère de la Culture. La région Auvergne-Rhône-Alpes est spécialement bien représentée et la mallette est présente dans les départements de l'Isère, de la Loire, de l'Ain et du Perche Sarthois. Les Pays d'Art et d'Histoire du Pays Voironnais, du Forez ou de Dombes-Saône-Vallée utilisent régulièrement la mallette pour leurs activités de sensibilisation et de découverte du patrimoine architectural en terre aussi bien pour des ateliers avec des scolaires, des interventions dans des projets d'école que pour des animations grand public dans des manifestations locales ou nationales, type Journées du Patrimoine ou Fête de la Science. En 2017 la remise du Prix Patrimoine Aurhalpin, par la Région Auvergne Rhône-Alpes dans la catégorie savoir-faire a apporté une reconnaissance supplémentaire à la qualité de cet outil pédagogique, y compris dans le cadre d'actions autour du patrimoine. Nous avons d'ailleurs le projet de créer une mallette dédiée à la conservation du patrimoine destinée à être installée sur des biens du Patrimoine mondial ou des espaces d'information et de découverte de sites archéologiques.

« NOUS ENTENDONS DANS LES RÊVES CE QUE DIT LA MATIÈRE »¹³

Dans le cadre du projet PISEA, Patrimoine, Innovation, Sciences, Éducation et Architecture¹⁴, financé par la région Auvergne-Rhône-Alpes nous avons pu poursuivre nos recherches sur la création d'outils pédagogiques spécifiques

à la matière terre et développer cinq nouvelles mallettes pédagogiques prolongeant, enrichissant et complétant ÉlémentTerre. Nous avons ainsi créé la mallette « Les Sens de la terre » qui propose une découverte sensorielle de la matière terre à partir de nos cinq sens, la mallette « Les Trois Phases de la terre » qui, à partir de l'exercice du test Carazas, démontre de façon pratique le caractère triple phasique de la terre, la mallette « UniverSable » sur les écoulements du sable qui éveille l'imaginaire et développe l'observation et enfin la mallette « Formes et Matière » pour découvrir de nouvelles façons de façonner un bloc de pisé. Quant à la mallette « Matière et Émotions » liant matière et corps, elle a été créée en collaboration avec la compagnie de théâtre déclencheur les Fées Rosses et la plasticienne Elisabeth Braure.

Désormais, reste à publier et diffuser largement les livrets pédagogiques de ces différentes mallettes ainsi que les projets d'écoles souvent associés à ces outils en continuant à nous appuyer sur les réseaux existants notamment celui de la Chaire Unesco bien évidemment, mais aussi celui des Pays d'Art et d'Histoire, sans oublier le réseau Asterre des professionnels de la terre et celui des CAUE.

La création et la diffusion d'outils pédagogiques tels que la mallette ÉlémentTerre, qui se révèle pertinente pour revaloriser l'architecture de terre et promouvoir de nouvelles utilisations a permis la création de PlanéTerre, le Pôle de diffusion du laboratoire CRAterre-Ensag. PlanéTerre regroupe l'ensemble des outils pédagogiques et des formations à destination des formateurs spécialisés, des professionnels de la médiation, des enseignants de l'éducation nationale, des membres des différents réseaux professionnels et culturels ainsi que des associations culturelles qui ont tous un rôle important à jouer au niveau de la diffusion des savoirs sur l'architecture de terre.

directeur scientifique du Laboratoire central des ponts et chaussées et de l'IFSTTAR (2002-2007). La qualité de l'ensemble des travaux a reconnue en 2009 apr le prix Klaus-Dyckerhoff.

⁹ En collaboration avec la Division de l'Enseignement Supérieur de l'UNESCO.

¹⁰ Le réseau MésoAmeri-Kaab, aussi appelé Red MAK, est une plateforme intégrée par des organisations de la Société Civile et des personnes dédiées à la production sociale de l'Habitat et de la maison soutenable qui promeut le respect des cultures locales et de leur environnement matériel et immatériel. Actuellement 70 personnes sont soit des membres actifs indépendants, soit des collaborateurs d'organisations de la Société Civile.

¹¹ Le DSA Architecture de terre est une formation post-master valorisée par un diplôme national de spécialisation et d'approfondissement, délivré par le ministère de la Culture.

¹² Le réseau des Villes et Pays d'Art et d'Histoire est un label du Ministère de la Culture, direction générale du patrimoine qui regroupe 190 villes et pays d'art et d'histoire attachés à la valorisation et l'animation de l'architecture et du patrimoine.

¹³ Ernest Jünger, *Ombres perdues*, revue de poésie *La Délirante*, n°6, 1976

¹⁴ L'objet de l'action PISEA, 2016-2018, dans son ensemble, est d'associer le volet « Patrimoine et Éducation », et le volet « Innovation, Sciences et Arts », pour valoriser la terre à pisé locale comme une matière première naturelle, comme une ressource locale, comme un matériau d'avenir et comme une matière sensible, et en mettant en place une série d'actions pédagogiques et de sensibilisation en direction des scolaires et en créant de nouveaux outils pédagogiques.

¹ « Mon travail, ce n'est pas seulement de l'architecture... À moins que l'architecture – penser des endroits où les gens vivent – ne soit une façon de voir le monde. Plus douce, autonome, solidaire, partagée » Kéré, F. (2017), *L'imaginaire des jardins*, entretien, *Télérama* hors-série.

² Doat P. (2018) *Construire avec l'immatériel*, sous la direction de Jana REVEDIN, Gallimard

³ Le CRAterre est un laboratoire de recherche de l'école nationale supérieure d'architecture de Grenoble et une association installée à Villefontaine en Isère.

⁴ Patrice Doat a créé le festival Grains d'Isère en 2002 lors de l'inauguration des Grands Ateliers à Villefontaine (Isère). Il en a assuré la direction et l'ouverture au niveau international pendant plus de douze ans jusqu'à son départ à la retraite en 2014.

⁵ Ce programme de recherche développé par CRAterre a reçu l'appui de la Région Rhône-Alpes de 2004 à 2010.

⁶ Dehaene S. (2017) *Apprendre, un besoin fondamental*, revue Sciences Humaines, numéro spécial Comment apprend-t-on ?, n°296S, p.31

⁷ Vandenberghe R. (1986) *Le rôle de l'enseignant dans l'innovation en éducation*, revue française de pédagogie, volume 75, pp.17-26

⁸ Henri Van Damme est un physicien, spécialiste des nanotechnologies, professeur à l'ESPCI ParisTech. Il a été

BIBLIOGRAPHIE

Dehaene S. (2017), *Apprendre, un besoin fondamental*, revue Sciences Humaines, numéro spécial Comment apprend-t-on ?, n°296S, p.31

Doat P. (2018), *Les ressources immatérielles*, cité de l'architecture et du patrimoine, Gallimard, Paris

Fontaine L. et Anger R. (2009), *Bâtir en terre, du grain de sable à l'architecture*, Belin, Paris

Jünger E. (1976), *Ombres perdues*, revue de poésie *La Délirante*, n°6, Paris

Kéré, F. (2017), *L'imaginaire des jardins*, entretien, *Télérama* hors-série

Vandenberghe R. (1986) *Le rôle de l'enseignant dans l'innovation en éducation*, revue française de pédagogie, volume 75, pp.17-26,

TRAINING FOR THE SEISMIC RETROFITTING OF EARTHEN BUILDINGS IN PERU

MARCUS Benjamin, Getty Conservation Institute

CANCINO Claudia, Getty Conservation Institute

MENENDEZ Juan Carlos, Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco

MELLADO Juan Carlos, Dirección Desconcentrada de Cultura de Cusco

LOURENÇO Paulo B., University of Minho

TORREALVA Daniel, Pontificia Universidad Católica del Perú

GRECO Federica, Consultant

AGUILAR Rafael, Pontificia Universidad Católica del Perú

ABSTRACT

The Getty Conservation Institute's Seismic Retrofitting Project (SRP) aims to combine traditional construction techniques and materials with high-tech methodologies for seismic strengthening of historic earthen buildings in Peru. The first phases of the project included identification and assessment of four prototype buildings, followed by laboratory testing, in-situ testing, and numerical analyses of the four sites, as well as the preparation of retrofitting designs and construction drawings. Retrofitting interventions have now been carried out at the 17th century Church of Kuñotambo, and construction drawings completed for the 18th century Cathedral of Ica. As part of the project, a series of technical training workshops on seismic interventions were held for over 80 specialized professionals of the Peruvian Ministry of Culture. These workshops included a theoretical introduction to conservation and the project methodology, structural testing and modeling, and practical, hands-on exercises on masonry underpinning, buttresses, timber ring beams and roofing solutions for seismic reinforcement of adobe buildings. Three more workshops are planned on the conservation of wall paintings. This paper describes the organization of the workshops focusing on the theoretical and practical exercises carried out and the impact of the workshops on course participants.

1. INTRODUCTION

This paper presents the results of a series of training workshops organized by the Getty Conservation Institute's (GCI) Seismic Retrofitting Project (SRP) in collaboration with the Peruvian Ministry of Culture. The Seismic Retrofitting Project seeks to combine traditional construction techniques and materials with high-tech methodologies to design and test easy-to-implement seismic retrofitting techniques to improve the structural performance and safety of earthen buildings. Following the strong 2007

earthquake in Pisco, Peru, the GCI conducted a survey of damages to historic adobe buildings. Beginning in 2009, four prototype buildings were selected for further study and a program of documentation, testing and structural modeling was designed to determine the most effective seismic interventions. The testing phase was carried out by engineering consultants from The Pontifical Catholic University of Peru (PUCP), and the University of Minho. The results of the testing and modeling phase were published in reports on the GCI website (Cancino & Lardinois, 2012) and in several articles (Ferreira *et al.*, 2014; Karanikoloudis & Lourenço, 2016; Quinn, N. *et al.*, 2012; Torrealva & Vicente, 2016; among others).

Following the testing and modeling phase of the project, construction drawings were developed for two of the SRP prototype buildings: the 18th century Cathedral of Ica and the 17th century Church of Kuñotambo (Fig. 1). The church of Kuñotambo was selected as the first site for implementation and conservation works, begun in 2017, are now nearing completion. This work included interventions to seismically strengthen the church while conserving and protecting its intact wall paintings. Seismic reinforcement implemented at the church of Kuñotambo included the repair and repointing of stone foundations, reinforcement of existing buttresses and construction of additional buttresses, the insertion of timber corner keys, and the construction of a new roof incorporating a structural ring beams, tie beams, and new roofing layers. The church's important wall paintings were also documented, stabilized and conserved.

2. STRUCTURAL WORKSHOPS

The training workshops grew out of discussions between the GCI and the Ministry of Culture, aimed at finding ways to disseminate the methodology and techniques developed by the project, both for structural interventions and wall paintings conservation. Five workshops in total were initially planned. At the time of writing, two workshops

Fig. 1 : Church of Kuñotambo before intervention



have been held, with three more planned in 2018-2019. The first two workshops focused on disseminating the structural interventions developed by the project, while the next workshops focus on techniques of documentation, condition recording, and cleaning and consolidation of wall paintings on earthen supports.

Two 3-day workshops were held on structural techniques for seismic reinforcement. Each workshop was attended by forty participants from the Peruvian Ministry of Culture, including architects, engineers, conservators and masons. The first workshop focused on the theme of structural reinforcement of foundations including underpinning and buttresses, while the second workshop addressed timber reinforcement including ring beams, corner keys, tie beams, and roof structures.

The first workshop was held in August 2017 in Cusco and Kuñotambo, with a second held in November 2017. The program began with presentations and theoretical exercises held in Cusco, followed by site visits to the church of Kuñotambo.

The theoretical component was comprised of lectures and group exercises. The group exercises were especially important to create dialogue between participants and to discuss how the project methodology applied to their own projects. The structure of the theoretical component included the following lectures and exercises:

- Presentation on the history and significance of the Church of Kuñotambo

- Introduction to the theory of conservation and to the project methodology
- Group activity #1: Philosophy of intervention
- Presentation on seismic testing in the laboratory
- Presentation on non-destructive testing of the site and numerical modeling
- Group activity # 2: Guiding principals for conservation
- Presentation on the retrofitting and conservation proposal for Kuñotambo
- Group activity # 3: Intervention proposals in groups
- Project architects present conservation works carried out on site
- Group activity #4: Differences and similarities between group proposals.

2.1. GROUP EXERCISES

As part of the theoretical component of the workshop, four group exercises on conservation planning were held. These focused primarily on one particular aspect of the conservation planning process – the need to identify elements of significance in a site in order to prioritize and plan levels of intervention (see fig.2). Following introduction to the history and theory of conservation and the key conservation charters, participants broke into groups for Activity #1 where they used Kuñotambo as a case study to identify the values of the site. They were provided with plans, elevations and other information on the site and were asked the following questions:

1. What are the main elements of the church?
2. Why is the church important?
3. What specific elements are evidence of this importance?

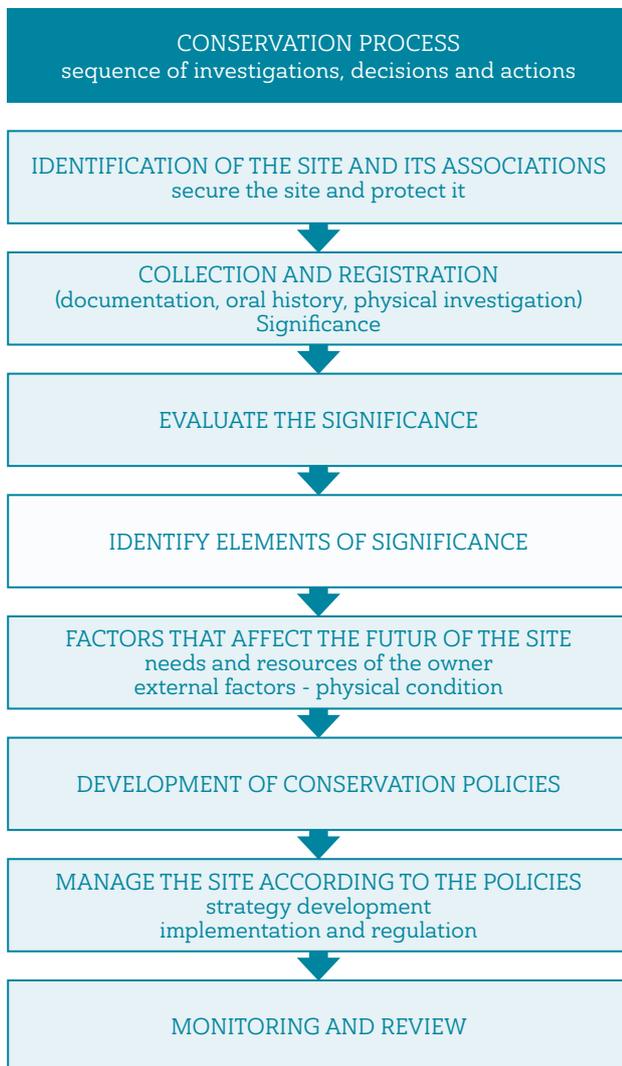


Fig.2 : The conservation planning process, highlighting the identification of elements of significance

4. What are the attributes or characteristics that make these elements give value to the site and how significant are they?
5. What are the elements that could tolerate more change – interventions – without affecting the total significance of the site?

Participants were instructed to prioritize the level of significance for each element identified in question # 3 based on whether it can tolerate interventions or not:

- Does not tolerate changes / interventions: High significance
- Could tolerate minimal changes / interventions: Average significance
- Tolerate changes / interventions: Low significance

The goal of this 60-minute exercise was to give participants a basis for understanding significance and making decisions about what are acceptable levels of intervention depending on the significance of a given element of a site.

Following a presentation on the seismic testing and modeling components of the project, participants again broke into groups for Activity #2. This 45-minute exercise was designed to demonstrate the guiding principles that helped the team decide the level of structural interventions for the site. This exercise demonstrated the priorities that must be balanced when considering safety, security and cost vs. conservation ethics. While architects and engineers often hold differing priorities, the team needed to first agree on the conservation and engineering criteria to be considered when making decisions about interventions. These are shown in table 1 below. The participants discussed this criteria and each group completed a table which gave a numerical weight to each criteria, ranking the various criteria according to their importance for each group. This exercise was interesting as, while groups with more engineers ranked engineering principles slightly higher, most groups looked for compromises in order to preserve authenticity and architectural configuration.

Activity #3 was designed for the participants to suggest an approach to the conservation of the structure. In this activity the participants used drawings to plan interventions and debate the level of intervention necessary to secure the church. Each group was led by a moderator, and participants were asked the following questions:

1. Taking into account that part of the foundation is in poor condition, what solutions would the group propose, what materials would it use and why?
2. Based on your experiences, do you believe that the walls should be partially or completely repaired or replaced completely? How would you do it in each case and why?
3. It has been observed that the east wall is out of plane. What would you do to correct the problem, why and how?
4. Knowing that the corners are prone to structural cracking during a seismic event, what do the participants suggest to strengthen them and how are the mural paintings near these interventions protected?
5. Taking into account that the roof is not original, is it possible to propose a new roof? Why? With what materials and techniques?

Participants were then asked to present their proposals and discuss the technical aspects of it with the group.

Table 1: Principles of conservation and engineering

Principles of conservation	Principles of engineering
Minimum intervention	Security
Reversibility/Re-treatability	Durability
Authenticity	Feasibility
Preserve architectural configuration	Economy
Preserve original techniques/materials	
Distinguish new from the original	
Easy maintenance	
Compatibility of materials	

Fig.3 : Non-destructive testing demonstration at Kuñotambo



Following activity #3, the interventions carried out on site were presented to the participants in detail with a focus on the timber reinforcement, roofing and masonry repairs. Finally exercise #4 was a short discussion which asked the participants to compare their proposals and what was executed on site, and to assess whether their own proposals respected the elements identified as significant in the previous exercises, and if their proposed interventions followed the guiding principles (e.g safety, authenticity, reversibility, etc.) that the group had ranked as being most important in Activity #2.

These group exercises – though complicated to organize, with each exercise requiring a script, preparatory materials and moderators – fostered very important discussions which brought participants directly into the conservation decision making process. The exercises also allowed interdisciplinary teams to learn from each other's expertise.

2.1.1 PRACTICAL EXERCISES

For the practical component of the workshops, participants traveled to Kuñotambo, about 2 hours from Cusco, to visit the site and engage in practical exercises on site. There participants divided into groups of 20 where they first visited the worksite to see the retrofitting work being carried out (buttresses, timber reinforcement, and roofing) and the work on the conservation of wall paintings on the interior of the church. Following this, one group took part in a demonstration of non-destructive testing techniques for structural assessment (Fig.3), while the second group learned about mortars and masonry conservation techniques used in the project.

The non-destructive tests included demonstrations of thermal imaging, sonic testing, and dynamic testing. Engineers from PUCP and University of Minho demonstrated these techniques and participants learned how the tests are applied in the field to develop data for a numerical simulation of seismic movement. Posters showing examples of the use of each technique were displayed on site. Participants then had the opportunity to try the thermal camera, as well as sonic and dynamic tests on samples of adobe, stone and wooden beams.

Fig.4 : Workshop Participants repointing a section of masonry wall



The second exercise of the day demonstrated the materials and techniques used for masonry conservation at Kuñotambo. As Kuñotambo has an earth and stone foundation, the demonstrations introduced the mortar mixtures developed for the project, with an emphasis on the use of lime mortars. This included a demonstration of mortar properties, a discussion of mortar components and behavior, the mortar formulation used in Kuñotambo, and the cycles of lime and cement.

The presenters discussed why cement is not an appropriate material for historic earthen buildings, and conducted demonstrations which illustrated this point. The demonstrations included field tests for mortar materials

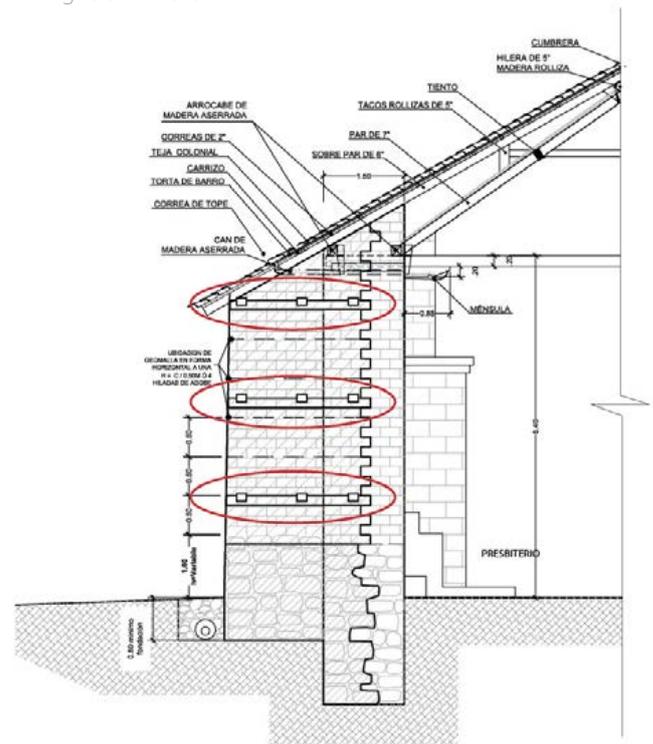
Fig.5 : Section of a timber reinforced buttress at Kuñotambo
Drawing: GCI/DDC-C

Fig 6: Group photo, SRP structural interventions workshop



including portable microscopy, shrinkage tests, rebound hammer, and RILEM adsorption. The rebound hammer and RILEM adsorption was especially effective at showing the hardness and lack of permeability inherent in cement-based mortars.

Participants then broke into five groups and made five predetermined mortar mixtures utilizing lime or earth-based materials with a variety of aggregates. The five mortar mixes included:

- 70% earth, 25% clay, 5% lime
- 60% earth, 30% clay, 10% lime
- 50% earth, 50% clay, 5% cal
- 30% lime, 70% sand
- 90 % earth, 10% finely chopped straw

Each group was responsible for using their mortar mixture to repoint a one-meter square area of masonry (Fig. 4). They were provided with repointing tools and instructed in proper working techniques for compacting and finishing mortar joints. The practical exercise was followed by a discussion session on mortars to compare the results of the five mixes and answer outstanding questions.

Following the mortar sessions, both groups climbed on scaffolding to observe the installation of timber reinforcements. One group observed how new buttresses were constructed and tied to the historic masonry with wooden keys and geomesh (Fig. 5), while the other group observed the structure of the roofing including the ring beam and tie beams that strengthen the upper walls of the structure.

In both cases, posters of construction details were provided to show how architectural plans are implemented, and how in the case of seismic retrofitting, the plans must be followed precisely or the whole reinforcement system could fail in the event of a strong earthquake.

3. EVALUATION AND IMPACT

Evaluations were carried out for the two workshops on structural stabilization. A three-part survey was administered to all participants. In the first section they were asked their level of understanding of the topics before taking the course. In the second section they were asked their level of understanding of the same topics after taking the course. The third part asked them to rate the course in terms of:

- General workshop organization
- Time dedicated to each presentation and activity
- Utility of didactic materials
- Clarity of presentations Relevance / Usefulness in your work
- Presentation of the mural painting work in Kuñotambo
- Demonstrations of non-destructive tests in Kuñotambo
- Demonstrations and mortar exercises
- Demonstrations of corner keys and ring beams

Participants were also given the opportunity to comment in writing on the themes and activities of the course they found the most and least useful. The evaluation results were generally positive. Most participants appreciated the field

sessions, highlighting the presentations on wall paintings and the opportunity to engage in hands-on practice in the non-destructive testing and mortars sessions of the workshop. Most stated that their level of knowledge had increased regarding certain topics, with seismic testing and modeling, and seismic reinforcement highlighted as new subjects to many participants.

While a paper survey is obviously not a complete evaluation of the impact of a workshop, surveys taken over the course of the two workshops and feedback from participants has shown that participants learned a great variety of new techniques and approaches, and that these efforts have had a positive impact on the work of the Ministry and its staff, as well as for the dissemination of the project methodology in Peru.

4. CONCLUSIONS AND NEXT STEPS

The two structural workshops carried out as part of the seismic retrofitting project are an initial step in a longer term program of training related to the SRP project. Three more workshops are currently being planned to disseminate the project methodology for the consolidation of wall paintings prior to the retrofitting of the site. This program will include: 1) documentation; 2) condition assessment, and, 3) consolidation and cleaning of wall paintings on earthen supports.

A third phase of training will begin during construction activities for the project at the Ica Cathedral. Seismic testing, modeling and a retrofitting design have already been completed for this component of the SRP project, and construction is expected to begin at the end of 2018. As part of the Ica project, training workshops on seismic retrofitting and conservation of decorative plaster and timber will be carried out. The GCI hopes that these training activities will contribute to the dissemination of sensitive retrofitting techniques for historic earthen buildings in Peru.

REFERENCES

Cancino, C. and, Lardinois, S. (2012). *Seismic Retrofitting Project: Assessment of Building Prototypes*. 2 vols. Los Angeles, CA: The Getty Conservation Institute

Ferreira, C. F. and D'Ayala D. (2014). "Structural analysis of timber vaulted structures with masonry walls" In: *Proceedings of the SAHC2014-9th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions, Mexico City, Mexico 14-17 October 2014*, F. Peñan and M. Chavez (eds): Wroclaw, Poland.

Karanikoloudis, G. and Lourenço, P. B. (2016). "Structural Performance and Seismic Vulnerability of Adobe Historical Constructions. The Kuño Tambo Case Study". In: *Proceedings of Terra 2016. The Twelve International Conference on the study and conservation of Earthen Architecture*; Lyon, France.

Quinn, N., D'Ayala, D. and Moore, D. (2012). Numerical Analysis and Experimental Testing of Quincha under Lateral Loading. *Proceedings of the 8th International Conference on Structural Analysis of Historical Constructions*, 15-17 October 2012, Wroclaw, SAHC: Wroclaw, Poland.

Torrealva, D. and Vicente E. (2016) "Experimental and numerical studies on traditional seismic retrofitting techniques in earthen historical buildings in Peru". In: *Proceedings of Terra 2016. The Twelve International Conference on the study and conservation of Earthen Architecture*; Lyon, France.

LEARNING FROM SEISMIC STRUCTURAL BEHAVIOR OF TRADITIONAL ADOBE DWELLINGS

SORIA LÓPEZ Francisco Javier, Metropolitan Autonomous University-Xochimilco, Mexico

GUERRERO BACA Luis Fernando, Metropolitan Autonomous University-Xochimilco, Mexico

ABSTRACT

During the nineties, at the Autonomous Metropolitan University of Mexico City, a series of studies related to architecture built with adobe was developed in the region surrounding the volcanic axis in central México, aimed at characterizing various structural components which have been shown to have adequate performance despite being in a highly seismic area. In September 2017, there were two strong earthquakes that impacted an important part of the Mexican Republic. Unlike telluric events of previous decades that mainly affected modern buildings, this time most of the damages appeared in monumental temples and churches, as well as in precarious domestic buildings. This situation made it possible to compare the information collected in such studies, to verify the behavior that traditional houses have under seismic action. This paper presents the preliminary results of a process of typological analysis to evaluate the effects suffered in adobe dwellings in five heavily affected villages, as well as the response of the structural components identified 25 years ago. Initial conclusions show that traditional adobe dwellings of one and two stories high that kept their original typology unchanged and received maintenance had minimal damage compared to those that were modified and reinforced with industrialized materials. This evidence makes it possible to assess the traditional technological responses based on the use of natural materials, so that they can be reinstated into the repair and reinforcement of damaged houses, as well as for the design of new living spaces ensuring the safety of its inhabitants through the rational use of local resources and the recovery of ancestral knowledge. This experience is passed on, through workshops and counseling, to students in our architecture program who are involved in housing repair as well as the construction of new dwellings in communities affected by earthquakes.

INTRODUCTION

Since 1993, a group of professors from the Autonomous Metropolitan University (UAM) has undertaken a specific study on the domestic adobe buildings located around the Sierra Nevada in central Mexico in order to identify the different components and typological relationships that have enabled these buildings to survive for centuries despite the seismic vulnerability of the region (Fig.1). These components were linked to the materiality of the structures, their spatial relations, location, dimensions, reinforcements and roofing systems, which showed no damage despite the forces exerted for centuries by natural agents of deterioration.

The earthquakes that hit Mexico on September 7 and 19, 2017, led to the realization that an important part of the material losses suffered in rural areas concerned traditional buildings. Many government agencies were tasked with issuing demolition permits for traditional houses and communicating the need to rebuild them with "modern materials that guarantee their resistance" (Israde, 2017).

The UAM team went back to the region to assess the technical behavior of the adobe buildings and to obtain additional information to verify the behavior of the typological components initially analyzed.

1. THE STUDY AREA

The region analyzed 25 years ago lies within the Mexican states of Morelos, Puebla, in the central part of the country. These are semi-rural areas located on the slopes of the Sierra Nevada Mountain range and distinguished by their historical significance and relevance. The Sierra Nevada range, over 5000 meters above sea level, is also home to the Popocatepetl and Iztaccihuatl volcanoes.

Archaeological study of the vestiges in the area established that the area experienced permanent human occupation, including prominent villages of the Olmec culture, from



Fig.1: Typology of traditional adobe housing documented in 1996. Alpanocan, Puebla

Fig.2: Housing has withstood earthquakes for over more than a century. Metepec, Morelos

around 1500 B.C. The abundance of natural resources and the stability of the climatic conditions favored the constant arrival of new cultural groups, especially migrations from the north of the country.

Around the 14th century when the Aztec or Mexican Empire gained strength, the region became an important route for communities that paid tributes, as well as a resting place during ritual pilgrimages. Numerous studies have shown that when the Spaniards arrived in the early 16th century, the population density was remarkably high (López, 1987:34).

With the so-called 'reduction' of the indigenous settlements, new towns were established. Each settlement had a monastery; built by Franciscan, Augustinian and Dominican missionaries between 1534 and 1560 (Estrada, 1983:17). The regional and historical importance of these monuments, as well as their constructive singularity, qualified them for inscription on the World Heritage List in 1994 as the "Earliest 16th-Century Monasteries on the slopes of Popocatepetl" (<http://whc.unesco.org/en/list/702>).

Unfortunately, this inscription focused only on monastic ensembles, leaving out the unique vernacular adobe buildings that make up the urban setting around them. This "oblivion" meant that in a few decades these buildings

were almost entirely lost, replaced by modern structures made with industrialized materials and designed without any respect for the historic urban context.

Regarding the telluric conditions in the region, it is important to emphasize that most of the high intensity earthquakes that reach the central highlands of the Mexican Republic originate from the Pacific Ocean subduction zone. In the twentieth century alone, thirty-four events occurred on the coast of Mexico with magnitudes greater than seven. Among these are:

Date	Magnitude (Richter Scale)
April 1907	7.9
June 1911	7.8
March 1928	7.7
June 1928	8.0
October 1928	7.8
June 1932	8.4
April 1941	7.9
July 1957	7.7
March 1979	7.6
September 1985	8.1

(www.ssn.unam.mx/SSN/Doc/Sismo85-6.htm)

But in addition to these phenomena of great intensity, daily tremors of local origin are present along the Mexican neovolcanic axis. Unlike ocean earthquakes which are felt with oscillating effects over a long period of time, local earthquakes behave as strong, almost instantaneous vertical tremors followed by rapid vibrations of very short duration.

This information on regional seismicity is critical to understanding how local people likely enabled their buildings to survive, through trial and error that allowed them to develop solutions capable of withstanding earthquakes, for over a hundred years. (Fig.2).

2. THE WALL SYSTEMS

In the previous study carried out in the area, it was possible to observe that there was no defined pattern in the location of adobe dwellings in the urban structure of the settlements. They could be found in the central plaza as well as on the outskirts. A characteristic feature, inherited from pre-Hispanic times and of rural nature, is the scattered location of the functional units within the homestead, each of which has a compact volume and regular geometry.

The typical homestead usually has between 3 and 6 units, with the most important ones the largest of which are almost always lined up on the street. Intermediate open spaces usually have functions associated with agricultural activities which are the basis of the regional economy.

The facades aligned with the streets, usually do not have doors or windows, but rather open towards the interior of the property. The entrance from the street opens onto a central courtyard, which articulates the circulation and from which you can see all the facades of the living spaces. The functional units that were studied are rectangular in shape, with a small side between 3 and 4.8 m. The long side of the rectangle seldom duplicates the size of the short side and varies from 5 to 8 m. Thus, when an earthquake occurs, each nucleus resists thanks to the balance of thrusts

Fig.3: Massive walls with scarce windows and doors. Hueyapan, Morelos



derived from the compactness of the quadrangular shape of the layout.

It is rare to have interior divisions of spaces, and when there are, the walls are also of adobe with a height that does not reach the roof, so they do not receive structural loads. These loads are distributed uniformly on the perimeter walls.

A characteristic of vernacular building design is the attention paid to the hierarchy and mass distribution of the built components. The lower areas of the buildings were built with materials of higher density and weight, while the upper parts were made with light and flexible components. In this way, it is possible to shift the center of gravity of the building towards the lower part of the structure thus reducing the potential impact of seismic effects which tend to have greater intensity in the horizontal direction (DiPasquale, Omar & Mecca, 2014).

The foundations are of volcanic stone masonry and have plinths that protrude from 40 cm to 1m above the natural ground level, they support the adobe walls which are made up of adobe blocks of varying dimensions, depending on their construction period. The oldest sizes are around 48×32×12 cm, while in the most recent homes – built between 1920 and 1950 – they are a little smaller and are about 40× 28×8 cm.

Local clays have high plasticity and cohesion, which is why with a relative dosage of 6 to 10% clay, extremely dense adobes, with relatively high compressive strengths of between 8 and 16 kg/cm², were produced.

Historically, earth has been stabilized by fibers, the fiber

lattice strategy, for which pine needles, usually of the *Pinus montezumae* specie, were used in approximate proportions of 10 to 15 % by volume. The adobes were placed in stretcher courses, for wall thicknesses between 28 to 32 cm.

Normally, most walls do not have windows and, when they do, they are small in size. This condition is highly suitable as a seismic solution because the walls transmit the strains continuously, without concentrations of forces and thus develop more stable responses. (Fig.3).

The window and door spans have wooden lintels of rectangular cross section which are embedded in the jambs over a length of at least the equivalent of one third of the span.

It was a tradition to plaster the walls only on their interior surfaces, especially in main spaces such as living rooms and bedrooms. Some old houses, particularly those that were inhabited by people with low economic resources, show traces of soil plasters that used to be whitewashed with natural-colored grouts.

3. ROOF STRUCTURES AND TENSORS

The walls make up a rectangular prism-shaped enclosure and are protected by a high gable roof, whose ridge is aligned with the longitudinal axis. Its inclination tends to be very steep with eaves that extend beyond the supporting walls. In this last element, the angle of the cover is slightly broken upward to enable circulation around the house, in a sort of corridor under the cover. The height from the

Fig.4: Roofs & attics fulfill several essential functions within the built system. Tetela, Morelos



ground to the eaves varies between 2.2 m and 4.2 m while the ridge is typically 4.8 - 6.2 m high.

Although most of the spaces have a single level and an attic, there are several examples of two- and three-story buildings which, like the rest of the studied structures, are astonishing for their resistance to telluric events throughout the years.

In addition to providing the fundamental protective function, roofs constitute the key mechanism of structural resistance, as far as the reaction of the ensemble to earthquakes is concerned. An essential component of the roofing system is the wooden bracing that crowns the side walls and which, in addition to evenly distributing the concentrated loads of the roof rafters, ensures the transition between the flexible behavior of the wood and the relative rigidity of the adobes.

The beams set diagonally from the ridge support the roof; they have cross sections of 10 by 10 cm, and are spaced 60 to 80 cm apart. They are not fixed to the bracing, but simply supported to allow the slight movements of the wood due to variations in humidity and temperature. Sometimes these beams (called *morillos*) retain the rounded section of the tree trunks from which they came. This system of free mobility of the pieces is consistent with the dynamic vision of the whole in which it is important to avoid stiffening the structures so that earthquakes shake them to a certain extent and dissipate telluric energy (Fig.4).

Following this logic, the ridge does not have a longitudinal beam that holds the upper vertices of the rafter pairs together, as is the case in most roof truss systems. The

rafters are connected at the top by a notch which partially connects them and is then hinged with nails or bolts, maintaining a certain freedom of movement.

On these series of pairs of rafters or *morillos*, wooden purlins are nailed every 25 cm. These purlins, in addition to holding the rafters together, support the tile shingles held in place by small ledges or elbows at the top end of their interior face and which hook onto the purlins. It is important to clarify no mortar is used to hold the shingles; they are kept in place by their own weight, simply hung from the above ledges and supported on the neighboring shingles. This is a simplified variant of the "Marseille shingles" but, in this case, it seems to be associated also with the principle of dissipation of seismic energy by friction.

Another outstanding component of the roof is a flat surface of wooden planks which rest on the horizontal beams of the structure. For interior spaces, this constitutes a kind of ceiling, but in addition, in the upper part, it generates an attic which is known regionally with the Nahuatl name of *tapanco* (a sort of chamber). The presence of this *tapanco*, besides its practical use as a storage area, also serves as a thermal insulator between the surface of the roof and the interior of the rooms, allowing fruit and cereals to be dried. However, the most notable function of the wooden *tapanco* in relation to the structure, derives from its role as a diaphragm system that evenly distributes the possible lateral thrusts from earthquakes to the crown of the walls. Like the rest of the roof, it retains an articulated behavior due to the fact that the boards that compose it are sufficiently loose to allow its free movement.

Finally, the buildings have an additional stress-resistance resource which constitutes a fundamental component of their constructive system; a series of wooden cross-beams arranged transversely to the longitudinal direction of the spaces. They are placed parallel to each other at approximately two to three meters intervals. These parts act as tensile members that hold together the upper parts of the longitudinal walls, which are the building elements most likely to tip over due to telluric vibrations.

These tensile members, known regionally as *tirantes*, cross the walls and have wooden dowels called *clavijas* that vertically pass through the heads of the wooden beams. By thus fixing the *tirantes* to the external surface of the facades, the movement of the whole wall is restricted, and the possible collapse of the walls is avoided (Fig.5).

4. EARTHQUAKE EFFECTS

After the recent earthquakes, it was possible to verify the efficiency of these construction techniques developed and progressively improved over time. In the weeks following the earthquake of September 19, 2017, the villages of Alpanocan, Ayapango, Huayapan, Tetela and Ocuituco were reassessed. Traditional houses which had preserved their original building systems were not damaged. Some minor deterioration was observed, but it appeared to be the product of older earth movements, as it showed traces of previous repairs.

A very basic problem that was evident in the study was the lack of maintenance of many traditional structures. In places where the tile shingles were lost or even moved, rain



Fig 5: The "braces" or tensors confine the longitudinal walls. Ocuituco, Morelos

Fig 6: Despite the collapse of the wall during the earthquake, the rest of the structure remained standing. Hueyapan, Morelos

seepage had occurred, weakening parts of the adobe walls, wood components and interior plastering. Despite these minor weaknesses, it is amazing that while in these villages hundreds of houses built with conventional industrial materials collapsed, virtually all adobe houses that had retained the organic nature of their structural systems were preserved. (Fig.6).

An extremely instructive factor is the importance of the interaction between the components of this type of traditional solution. It is not just about specific materials or

technologies but about the sum of the action of the parts that make up the systems. The earthquakes destroyed houses of stone, brick, block of cement and adobe, but in all cases, they were structures with serious design flaws and in many cases had been progressively altered (De Anda, 2017). This appears to be the main cause of the damage caused by these earthquakes.

Another problem comes from the extension/enlargement of buildings by adding new sections made with materials incompatible with adobe. In other cases, the rooms were subdivided with hollow cement block walls, anchored to the old walls with reinforced concrete columns, resulting in a drastic change in the distribution of strains.

Also, it was observed that many of the collapsed houses had lost some wall mass when they were opened up to make room for large windows, some of large dimensions and with poorly embedded lintels. Likewise, in a high percentage of houses, the traditional tile shingle roofs were replaced with reinforced concrete slabs. In these two cases, it was common practice to introduce vertical "reinforcements" both in the corners of the rooms and between the walls, thereby losing their structural unity. Both concrete slabs and vertical reinforcements were among the main causes of collapse of traditional buildings, due to their different compressive and bending strengths compared to adobe walls.

To this harmful combination of alterations, it is important to add an aspect that, although considered as a "minor work", had a significant impact as a factor in the weakening of earthen structures. Over the last 20 years, almost all the traditional homes were plastered with cement mortars. This fashion, which stems from the mistrust of people in traditional materials and building techniques, has had disastrous effects; it also has to do with ideological aspects associated with a need to show an image of "prosperity and modernity". As it is well known, this type of waterproofing layer is a cause of serious damage to walls made of porous materials, since moisture accumulates inside and in the case of the earthen structures, the material disintegrates, losing its load-bearing capacity.

5. DISSEMINATION

At university, this proof of the efficiency and logic of traditional building systems, particularly the case of adobe, should be brought to the attention of architecture students as a fundamental learning to improve preservation of the earthen heritage in the face of recent seismic events. To do so, a series of activities are being carried out:

- social housing design in areas affected by earthquakes, particularly in communities where adobe is a system traditionally used,
- advising groups of students that are working in these communities to establish the heritage value and knowledge embedded in vernacular architecture,
- organization of practical workshops using earthen building techniques,
- research projects where students participate in the development of alternative construction systems with earth and natural materials.

CONCLUSION

A first point to emphasize is that the construction of housing in the region is based on fairly simple design principles. There is not a great deal of sophistication in the materials used or in the building systems employed. No constructive element commonly associated with earthquake-resistant systems, such as surface confinement meshes, buttresses, corner reinforcements, enclosure beams, dividing walls, trusses or rigid frames have been used.

The main hypothesis is that the efficient structural behavior displayed by the buildings during different types of earthquakes is largely due to the fact that the entire system is designed to withstand and not to rigidly oppose the forces of nature.

Traditional builders realized, through atavistic trial and error, that it was impossible to make rigid and heavy structures strong enough to withstand earthquakes. Instead, they developed different resources to ensure that living spaces had flexible and light enclosures, able to move harmoniously with the ground. The elements that make up the roof, the attics and the tensile members, are simply supported on the walls so that they can move with a certain freedom within the system. Being lightweight components, they accompany the oscillation of buildings without compromising their stability. In addition, the absence of mortar between the tiles and the articulated wooden structure which rests without fixing it on the adobe walls produces friction during seismic movements. This leads to a process in which energy dissipates when transformed into heat (Guerrero, Meraz and Soria, 2007).

When the original shapes are modified to cover new functional necessities with imbalances between the longitudinal and transverse walls, the differences in masses and thrusts can cause their collapse.

Having gradually lost the knowledge of traditional building, people self-build with little understanding of the industrialized materials or turn to hiring masons who do not understand the importance of the compatibility between ancient and modern constructive systems (Guerrero and Vargas, 2015).

Architecture education cannot and should not continue to underrate traditional building systems. On the contrary, traditional building systems are part of indispensable constructive experience, still used in the construction of many dwellings in Mexico. If properly integrated with modern techniques, these traditional techniques can help build truly sustainable and secure structures in the near future, when much of the rebuilding needed after the September 2017 earthquake will be carried out.

REFERENCES

De Anda, F. (2017), *Intervenciones de mala calidad causaron colapso de monumentos*: INAH. Diario El Economista, 6 de diciembre. México.

www.economista.com.mx/empresas/Intervenciones-de-mala-calidad-causaron-colapso-de-monumentos-INAH-20171002-0082.html

Dipasquale, L., Omar, D. & Mecca, S. (2014), *Earthquake resistant systems*, en M. Correia, L. Dipasquale & S. Mecca, (eds), *VERSUS. Heritage for tomorrow*, pp. 233-239, Firenze University Press, Firenze.

Estrada, A. (1983), *Tlayacapan, Notas históricas*, DIF-Morelos, México.

López, F. (1987), *Arquitectura vernácula en México*, Trillas, México.

Guerrero, L., Meraz, L. & Soria, F. J. (2007), *Cualidades sismorresistentes de las viviendas de adobe en las faldas del Volcán Popocatepetl*, en L. Guerrero (Coord.), *Patrimonio construido con tierra*, p.p. 91-107, U.A.M., México.

Guerrero, L. y Vargas, J. (2015), *Local Seismic Culture in Latin America*, en Correia, M., Lourenço, P. & Varum, H. (Eds.) *Seismic Retrofitting: Learning from Vernacular Architecture*, p.p. 61-66, Taylor & Francis Group, London.

Israde, Y. (2017), Ven daños y demuelen, Diario Reforma, 30 de septiembre, México. Available at: <https://www.reforma.com/libre/online07/aplicacionei/Default.html?c=a&fecha=20170930>

www.ssn.unam.mx/SSN/Doc/Sismo85-6.htm

www.whc.unesco.org/en/list/702

Photographs 1- 6: L. F. Guerrero

CONSERVING THE HISTORIC CITY OF YAZD BY TRAINING THE LOCAL COMMUNITY AND PROMOTING THE VALUES OF EARTHEN ARCHITECTURE

AHMADI ROINI Seyed Hadi, Iranian Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization

SALARI Firoozeh, Iranian Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization

SUMMARY

Although earth remains one of the most widespread, inexpensive and easily accessible building materials across the world, there is insufficient technical information and knowledge about the advantages of earthen architecture to make of these structures an option either for the general public or for professionals. Besides the negative public attitude towards earthen architecture, especially in developing societies, architects and engineers also lack knowledge and confidence to consider using this material. This raises severe difficulties in reintroducing, conserving and spreading earthen architecture in regions where earthen buildings hold potential promise. Today, the regeneration of earthen architecture appears unattainable, even in the cradles of this type of architecture.

The experience of the Iranian Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization (ICHHTO) as one of the policy makers for architecture and materials in Iran is that long term capacity building and awareness programmes are required to change the attitude of the general public and specialists to protect precious earthen cities and villages and provide conditions conducive to their revitalization. Besides these activities, one of the best strategies to present all the advantages of earthen architecture is to build prototypes within the urban and rural fabrics in order to make this kind of structures tangible and understandable. These demonstration buildings can also serve as training and awareness platforms.

The results and recommendations of this paper were obtained through interviews and field studies carried out in the historic city of Yazd, as part of the preparation of two major documents: the City master plan and the World heritage property management plan. It also focuses on the role of training in changing the inhabitants' negative perception of earthen architecture.

INTRODUCTION

Earthen architecture is not only one of the most important testimonies of humankind's creativity, it should also be considered as part of our modern way of life and be approved by construction standards. Even though earthen constructions consume less energy and are environmentally friendly, earth is easily available, cheap and requires simple application technologies, it is hardly seen as an option for contemporary living. In fact, a majority of people do not trust earthen materials for new construction. Changing this attitude especially among populations living in historic earthen settlements is an obligation in order to protect and conserve these precious cities and preserve their authenticity.

People naturally rely on what they see, what they read and what they hear. Building contemporary earthen prototypes is much more understandable to the public than trying other ways to reintroduce this construction culture. Although the perceptions of each group of people is different, it seems that this way of promoting by doing could be more effective and could change the negative attitude of people towards earthen materials and architectures. For several reasons, Yazd could be a ground for such promotion strategies which can positively contribute to the authenticity of the city and encourage continuity of a long tradition of earthen construction.

1. IRAN

Earthen architecture is deeply rooted in the Iranian landscape with more than 10 millennia of history. From the very first constructions in primary settlements to the glorious temples and massive cities, earth is everywhere. As one of the oldest building materials in Persian civilization, earth has always been a suitable material, everywhere at any time. Evolving lifestyles, architectural trends and development pressure, particularly since the second half of the 20th century, have interrupted earthen architecture in the long lifelines of Iranian's cities.

Fig1: Aerial view of the historic city of Yazd. Source: HCY base archive



The most valuable features of Iranian earthen architecture can still be found all across the country. Some of them are alive and still dynamic while others are fast changing, leaving the way open to concrete structures, as in many other cities worldwide. National heritage laws protect the most valuable and intact earthen cities and villages and there are specific regulations to protect and conserve them as cultural heritage properties. Although these regulations could protect some precious areas from developments and reconstruction with industrial materials, legal frameworks were not always adequate. It is therefore necessary to develop new approaches to the issue.

Promoting and using earthen materials in Iranian new constructions is not about introducing an unknown material or new ways of construction, it is about reviving a more or less forgotten knowledge and getting rid of some wrong beliefs. The dominant public perception is that earth is unstable, old fashioned and symbolizes poverty.

Changing this perception, particularly in heritage cities, old villages and historic areas, is the main duty of ICHHTO and other decision makers in Iran.

2. YAZD

Yazd is the capital of Yazd Province, and a centre of different faiths and cultures. It is located 270 km southeast of Isfahan. With an area of 131575 km², Yazd province comprises 10 boroughs, 21 towns, 19 counties and 51 rural districts. The province occupies the centre of the Kavir desert lands of Iran and has an arid climate. The annual precipitation of Yazd is around 100 mm only. Formerly, most of its water was supplied by mountain snows thawing or from underground *qanats*¹.

Yazd is a 5000-year-old city, situated in the heart of the central plateau of Iran, where major roads of the country meet. The harsh terrain and dry climate of the city has led to hardworking, frugal and nature-friendly people, who

ingeniously managed to harvest water from the mountains, transfer it through underground canals, and bring it to the surface. Using this water, they have constructed mud-brick buildings which have gradually led to the creation of the historic city. The old city of Yazd has survived thanks to this integrated mud-brick culture.

Due to generations of adaptation to its desert environment, Yazd is an architecturally unique city. It is called the "city of wind catchers" (*badgirs*). It has also been called the "city of water cisterns" (*abanbars*), the "city of mud-brick houses" with Talar, *ayvans* and *soffes* as well as the "city of domes". Despite the hot desert climate, it is possible to enjoy a comfortable walk through the cool breeze of its alleys and sabats thanks to its ingenious architecture (Fig.1).

3. CONSERVATION HISTORY IN YAZD AND IRAN

In comparison to other similar complexes, Yazd is one of the few urban scale earthen architecture complexes that remains intact. The historic city of Yazd has particularly survived modern reconstructions and development efforts over the past 50 years, thanks to legislation and concerted efforts to preserve it. Yazd has therefore been able to keep both its integrity and authenticity. Yazd historic city was registered on the National Heritage List in 2005 and all conservation and restoration operations are supervised by ICHHTO.

The historic city of Yazd is the result of a productive culture that aimed to serve a conservation vision. The material dimension is respected and prodigality is not part of the Yazd culture. The conservation of small quantities of products for reuse in other places supports this assertion. Settling for simple resources is one of the hallmarks of Yazd people, who have adapted their lives to their surrounding environment. They turned all limitations into opportunities and were able to create monuments with earth, the only material that the environment had to offer, which they used in the best possible way.

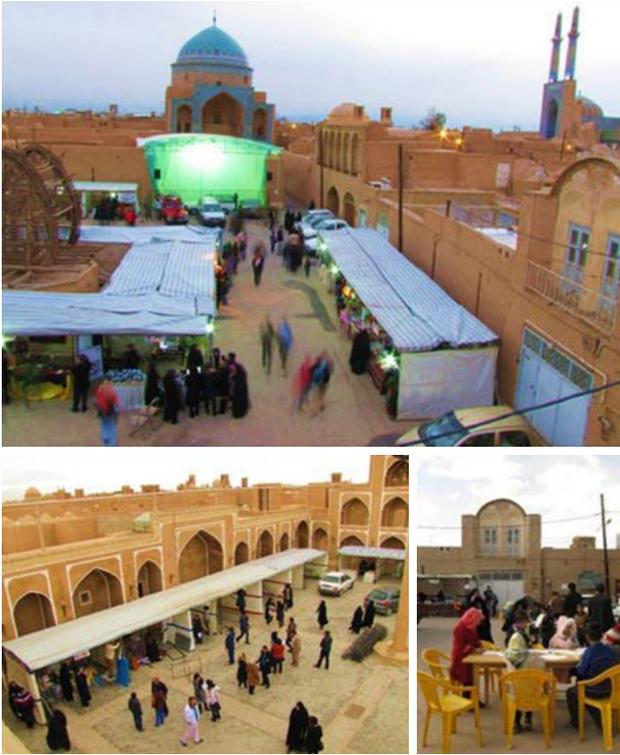


Fig2: Public participation in conservation activities
source: HCY base archives

The conservation of Yazd Historic City is marked by five periods:

- 1930-1979: This period is characterized by interventions on historic monuments and buildings. Activities included documentation, surveying, repair, consolidation and salvage restorations of collapsing elements.
- 1981-1991: This period is marked by a change in the approach to conservation, from individual monuments to urban fabrics. The production of the first detailed plan of the historic city was initiated during these years. This led to major rehabilitation works.
- 1991-2001: The Cultural Heritage Organization and other government organizations work in synergy. This has a positive impact on the management and conservation of the historic city, which sees an increase in building restoration, rehabilitation and reuse activities.
- 2001-2010: The historic city is registered on the National Heritage List and this allows Yazd to better integrate into the tourism market. Tourist activities increase, resulting in more accommodation and entertainment facilities available in the historic city.
- 2010-2015: More attention is paid to the role of people in conserving their properties. Community cooperation and participation in conservation and restoration projects increases and the preservation of intangible heritage like cultural ceremonies contributes in strengthening the authenticity of the Yazd culture.
- From 2015: The last few years have been marked by the success of the World Heritage inscription process and by the preparation of the city to receive more visitors. Important rehabilitation programmes have been

implemented and old buildings have been transformed into accommodation and other tourist services. Due to the World Heritage status, demands for new constructions and reconstructions within the enlisted property have increased. The pressure of new construction also appears to be a threat to authenticity.

4. REGENERATION EXPERIENCES IN IRAN

The process of conservation and revitalization is the result of both private and public initiatives. The population has had a great impact on the conservation of residential areas. Their movement has been supported by the global conservation policy that the government implemented over the past 50 years, which led to pilot restoration projects.

Preserving buildings and conserving the historic fabric has become an essential part of people's lives. Every year, usually in October, regular maintenance interventions such as renewal and consolidation of the *Kah-gel* roof (protective coating made up of a mixture of soil and straw) against rain, checking and unclogging gutters, take place. Dredging and cleaning *Qanats* is carried out periodically as well as the restoration of *Sabats*, squares, district centres and *bazaars*. Various governments have also played a role in the conservation of monuments. Restoration of fortifications, repairs and developments of the *bazaar* are examples of past government involvement in conservation, in which people played an essential role.

5. AFTER WORLD HERITAGE INSCRIPTION

The main goal of the city's inscription on the world heritage list, in addition to protecting its exceptional values as a living and historic city, is to create a coherent context for a sustained dialogue, between communities and urban authorities on the sustainable protection of the city and the continued use of earthen materials to preserve its architecture.

In recent years, several awareness raising and capacity building activities, including workshops and publication of educational booklets have taken place. Provincial mass media have been involved in sensitizing residents and building the skills of local experts, traditional masters as well as guards. They help disseminate knowledge and encourage good practices in the conservation, maintenance and management of the historic districts of Yazd. The training centres where traditional techniques are taught are also involved in the capacity-building strategy. This has often been achieved with the cooperation of NGOs. In addition, ICHHTO's capacity-building programmes have been implemented as part of a long-term process addressing all stakeholders including: city-related administrative organizations, local authorities, traditional master workers, non-governmental and professional organizations, members of the local community, academics and district inhabitants.

Regarding capacity-building of government staff, various options are available for ICHHTO experts to reinforce their skills and knowledge in the fields of conservation, maintenance and management of new constructions within

historic cities. These plans are in accordance with ICOMOS earthen heritage programmes, documents and charters. Within the framework of the agreements signed with Iranian and foreign research institutions, a management plan has been drawn up and workshops have been organized. The most recent ones include:

- workshop with traditional master craftspeople to exchange professional experiences;
- workshop for ICHHTO experts on earthen architecture in cooperation with CRAterre;
- workshops on mud-bricks and vernacular architecture;
- specialized courses on the conservation of earthen architecture;
- transformation of old homes into tourist residences.

6. CURRENT APPROACHES

In recent years, more consideration has been given to the participatory approach. People now play a more prominent role in the conservation of the city thanks to the efforts of ICHHTO and other organizations to inform, involve and support the residents and workers (Fig.2).

A better consideration of the tourism sector in recent years has resulted in an increase in popularity of the historic city. The World heritage enlisting of the Bagh-e-Dolatabad in Iranian garden Series and the cleaning, dredging and restoration of elements related to the *Zarch* and other *Qanats* have further focused national and provincial attention on the city.

Throughout these years, conservation works such as repair of floors, restoration of roofs and other architectural elements, improvement of facades, lighting of passageways, reorganization and restoration of passages have been carried out under supervision of the cultural heritage body and the municipality. Key monuments – Hoseiniehye-Shahzade Fazel, Rasteh Bazaar, Masjed Jame street, Vaqt-o-sa'at passage and square – were restored, with the cooperation and support of Merchants, ICHHTO and the municipality. (Fig.3)

As mentioned, the methodology and approach to restoration varied over different time periods, but what is certain is that the use of traditional materials, building techniques, workmanship and the use of original design patterns by the master craftspeople of Yazd continue to this day.

However, challenges remain with reconstructions and new construction projects, because despite the legal requirement to build with earth, people do not follow the rules for several reasons such as the lack of construction details for reinforcing earthen structures and the absence of guidelines to comply with building codes regarding stability and safety in particular.

Manuals of instructions and rules of intervention on the historical fabric of Yazd are now available to residents and the government; administrations and public service structures. ICCHTO continuously provides guidance and advice, and suggests preventative measures to preserve authenticity. In addition, incentives to encourage the use of local materials and simplify conservation work are offered.

This includes up to 50% of financial support from ICHHTO, provision of mud bricks and local building materials to residents, partial payment of wages of traditional master workers, tax exemption on restoration interventions on resident's housing, as well as interest-free loans. All these measures definitely encourage residents to respect regulations and contribute to preserve the heritage values of the city. Guiding documents made available include:

- rules and regulations regarding restoration and revitalization activities;
- rules and regulations concerning reconstruction activities;
- principles of moisture removal;
- methods of maintaining, repairing and replacing wooden doors and windows;
- principles and means of maintaining wind towers;
- monitoring programmes for buildings;
- maintenance of drainpipes and drainage of surface waters;
- instructions for checking and maintaining cooling and heating equipment;
- principles and rules concerning green spaces.

The main aim of these guidebooks is to provide a technical and executive framework for restoration, conservation and maintenance. The other goal is to minimize the negative impact of human activities on the authenticity and integrity of the historic fabric. The guidelines attempt to be simple, practical and user friendly, but they respond poorly to the needs of new constructions and reconstructions.

The different approaches have produced different results:

- restoration and conservation projects are clearly defined and successfully implemented, both by the state and by people;
- rehabilitation projects have been stimulated by the World Heritage listing. They are mainly dealt with by private owners in order to provide housing and other tourist services;



Fig.3: Practical workshop on conservation with students
source: ICHHTO archives

- renovation of houses, passage ways, town hall, schools and other public spaces is handled by the government and has brought a positive change in the perception of the historic city;
- reconstruction of collapsed and ruined buildings using traditional materials has begun but the instructions and guidelines are not clearly defined for stakeholders;
- new constructions by state organisations and private owners are undertaken to serve as pilot projects. Only a few private projects respect the obligation to use traditional materials.

Except for restoration and conservation projects, all other actions use fired bricks and concrete. It is currently estimated that only 10 percent of new interventions comply with heritage legislation. It seems that a new approach needs to be taken for Yazd and possibly for other earthen cities in order to preserve their authenticity.

One of the problems is that Iranian building codes are silent about earthen materials. In this context it is extremely difficult to convince people to build with mud bricks. Building codes must be revised in order to allow the use of earth. Recent earthquakes have contributed to the general perception that mud bricks are a fragile building material. Changing this perception is going to be the main goal of ICHHTO in Yazd. One of the strategies to achieve this goal is to build contemporary prototype buildings that will demonstrate that earthen architecture remains an option for today. According to other experiences across the world, people change their perception on mud bricks when they see it being used to produce quality contemporary architecture. A research programme was conducted to better understand the current perception of earthen architecture by Yazd people and prepare promotion strategies for the future.

7. RESEARCH PROGRAMME

It was presupposed that the main problems for spreading earthen architecture within historic Iranian cities are:

- negative public attitudes;
- weakness of earthen architecture and earthen materials;
- lack of regulations.

One of the research aims was to seek solutions to change the presumed negative reputation of earthen architecture. For this purpose, two target groups were defined.

The first group consisted of 10 experts who have promoted earthen architecture and have ideas on how to preserve it. They were asked the question: "What is the problem with preserving and promoting earthen architecture?" Their average answer was very close to what was expected. They mainly emphasized the negative attitude of stakeholders towards earthen architecture. They also believed that:

- this kind of architecture offers low safety against natural hazards;
- living costs in these buildings are high;
- these buildings are incompatible with modern living standards;
- unacceptability by the national building code and civil standards is a problem.

The second group consisted of 50 people who live, or had lived, in earthen buildings. They include:

- 15 people who currently live in earthen houses within Yazd historic centre;
- 3 people who recently moved into earthen buildings in Yazd historic centre;
- 8 people with heritage-related educational background living in modern Yazd;
- 5 people working inside the earthen city but who stay in the modern parts of Yazd;
- 5 people currently living in Tehran who were born and raised in Yazd historic centre;
- 10 tourists visiting Yazd from: USA (1), France (3), Italy (2), Germany (2) and Greece (2);
- 4 experts from Yazd University and ICHHTO.

They were asked to answer 10 questions. The questions and their answers were as follows:

- Is earthen architecture beautiful?
80% believed that earthen architecture is the most beautiful kind of architecture;
- Is earthen architecture safe for living?
Only 40% believed that earthen buildings provide safety from natural hazards;
- What are the advantages of earthen materials and architecture?
Cheap, environmentally-friendly and aesthetic were the main advantages;
- In your opinion, what is the main characteristic of earthen architecture?
Mostly energy saving and authenticity;
- Has your opinion changed about earthen architecture over the past years?
80% claimed that their negative opinion changed in the last ten years;
- Have you ever seen a contemporary earthen building?
90% had never seen a contemporary earthen building;
- In your opinion, what is the main weakness of earthen architecture?
Seismic resistance was the main weakness mentioned;
- In your opinion, what is the main difficulty to live in a traditional earthen house?
Incompatibility with modern lifestyle, costs and cars (parking and access);
- Do you like (Would you prefer) to live in an earthen house?
80% prefer to live in earthen houses;
- Do you have any idea about new earthen constructions?
80% didn't have any idea about modern earthen buildings.

CONCLUSION

Changing public perception is the main issue in promoting earthen architecture, especially in developing countries. Scientific research on earthen architecture has produced great results on the properties of the material and construction techniques. In addition to this material dimension, the intangible facets of earthen architecture deserve to be deepened, to highlight all the advantages of earthen materials compared to mainstream industrial



Fig 4, 5. New building made of mud bricks using traditional techniques, source: ICHHTO archives

materials. The identification and recognition of the values of earthen architecture has become an important research theme, and the results obtained should now be transferred to the public. It is obvious that values directly depend on the social and cultural context of a society and that each place should identify its own set of values. We should also consider that values are changing over time and over generations.

The main conclusions drawn from this research are that:

- conserving earthen heritage has become difficult despite the conservation rules and regulations in place;
- recognizing the values of earthen architecture by all stakeholders seems to be the only way for conserving, revitalizing and developing earthen architecture;
- capacity building and awareness programmes targeting stakeholders, aiming at reminding the delightful memory of earthen architecture are very useful;
- identifying and promoting the intangible attributes of earthen architecture to target groups is very useful;
- reducing the weakness of earthen architecture especially against natural hazards by using new technologies would help to restore confidence within the public;
- finally, making the values tangible is the most effective way to promote earthen architecture. A Persian proverb says that: "What can be understood at a glance, cannot be understood with years of explanations". Demonstration projects are necessary to show the way forward (Fig.4,5).

¹ Qanats are underground aquifer channels. Due to unrestrained water exploitation from water wells dug on qanat routes, drinking water of Yazd is supplied from sources outside the province.

BIBLIOGRAPHY

AFSHAR SISTANI, I. (1969). *Memorials of Yazd*. 2 volumes. Tehran: The National Heritage Association publication.

AFZALI, H. (2012). *The Attabaks of Yazd*. Tehran: Payam-e-Edalat publications.

AKBARIAN BAFGHI, M. J. (2008). *Encyclopedic Handbook of Yazd*. Yazd: Elm-e-Novin publications.

Haji, H. K. (2004). *Ganjnameh, encyclopaedia of Iranian Islamic Architecture (Jame Mosques)*. Shahid Beheshti University, Faculty of Architecture and Urban Planning Documentation and Research Center. Tehran: Rowzaneh publications.

DEGHAN MANSHADI, M., BAJEGANI HASHEMI, L. (2009). *A century of change (physical changes of the city of Yazd from tradition to modernity)*. Yazd: Nikooravesh publications.

SRUTHI, G. S. (2013). *Mud Architecture*. International journal of innovation research in science, engineering and technology.

Nomination Dossier of the Historic city of Yazd, (2016), ICHHTO. (available online)

Managing cultural world heritage. (2013). UNESCO / ICCROM / ICOMOS / IUCN. Paris (available online)

TERRA 2012. 11th international conference on the study and conservation of earthen architecture.

TERRA 2003. 9th international conference on the study and conservation of earthen architecture.



Ateliers lors du Festival Grains d'Isère
organisé dans le village de Four
(Isère, France), mai 2018
© CRAterre, T. Joffroy

THÈME 2

**INITIATIVES PUBLIQUES,
SENSIBILISATION & ÉDUCATION INFORMELLE**

*PUBLIC INITIATIVES,
SENSITIZATION & INFORMAL EDUCATION*

CONSERVATION MACHAQA : UN NOUVEAU SENS POUR LA CONSERVATION DU PATRIMOINE

ANINAT André, Fundación Altiplano Monseñor Salas Valdés

HEINSEN Cristian, Fundación Altiplano Monseñor Salas Valdés

RÉSUMÉ

La *Fundación Altiplano* est une organisation à but non lucratif qui accompagne les communautés andines et rurales dans leurs besoins de conservation du patrimoine comme alternative pour un développement équitable et durable. Le travail de la fondation dans les communautés andines d'Arica et de Parinacota, avec le soutien du gouvernement chilien et de bailleurs privés, vise à promouvoir la conservation du patrimoine en tant qu'alternative de développement plus juste et plus durable, et s'articule autour de trois axes : la restauration du patrimoine, la formation au patrimoine (*Escuela Taller*, chantier école) et le développement durable.

Projets principaux :

- Plan pour la conservation durable des temples andins d'Arica et de Parinacota / *Ruta Misionera-Saraña*,
- Festival *Arica Nativa*, festival de films ruraux et indigènes,
- Festival *Arica Barroca*, festival d'art sud-andin,
- Programme stratégique *Arica y Parinacota*, Paysage culturel d'Amérique,
- École *Sarañani* de conservation durable,
- École du vin de Codpa.

INTRODUCTION

La conservation des temples coloniaux indigènes dans la région d'Arica et de Parinacota au Chili a généré des leçons intéressantes pour la Fondation Altiplano, qui travaille en partenariat public-privé au profit des communautés andines et rurales qui ont besoin de conserver leurs trésors patrimoniaux précieux et menacés.

Le principal apprentissage concerne l'objectif de la conservation. Lorsque le débat sur la conservation du patrimoine se cristallise systématiquement sur le quoi (objectifs) et le comment (stratégies, techniques), atteignant les complexités des milieux académiques et scientifiques, le but ou le pourquoi de l'effort, qui est lié à la nécessité

profonde de conserver, semble hors de propos.

Dans le processus de recherche de solutions pour la conservation, c'est le sentiment profond et les besoins de la communauté qui émergent, c'est la communauté qui est l'âme de la réussite de la conservation.

Cet article passe en revue la conservation du patrimoine dans les communautés andines du Chili au cours des 15 dernières années, en analysant l'évidence de l'objectif de conservation dans le contexte mondial : la pertinence indigène d'habiter la planète en tant que paysage culturel ou sacré ; la décolonisation ; la conservation en tant que besoin humain face à l'épuisement des ressources de la planète ; et le lien entre la conservation et la durabilité dans un but commun, qui vise à permettre aux générations futures d'avoir accès aux trésors de la planète.

I. POURQUOI ?... LE SENS DE LA CONSERVATION

Por qué me enamoré de ti?

Pourquoi je t'aime?

Por qué me enamoré de ti?

Pourquoi je t'aime?

La lune n'est pas coupable

La luna no fue culpable,

Tes yeux non plus n'en sont

Ni tus ojos la razón,

pas la raison / Ce n'est pas

no fue culpa de tus besos,

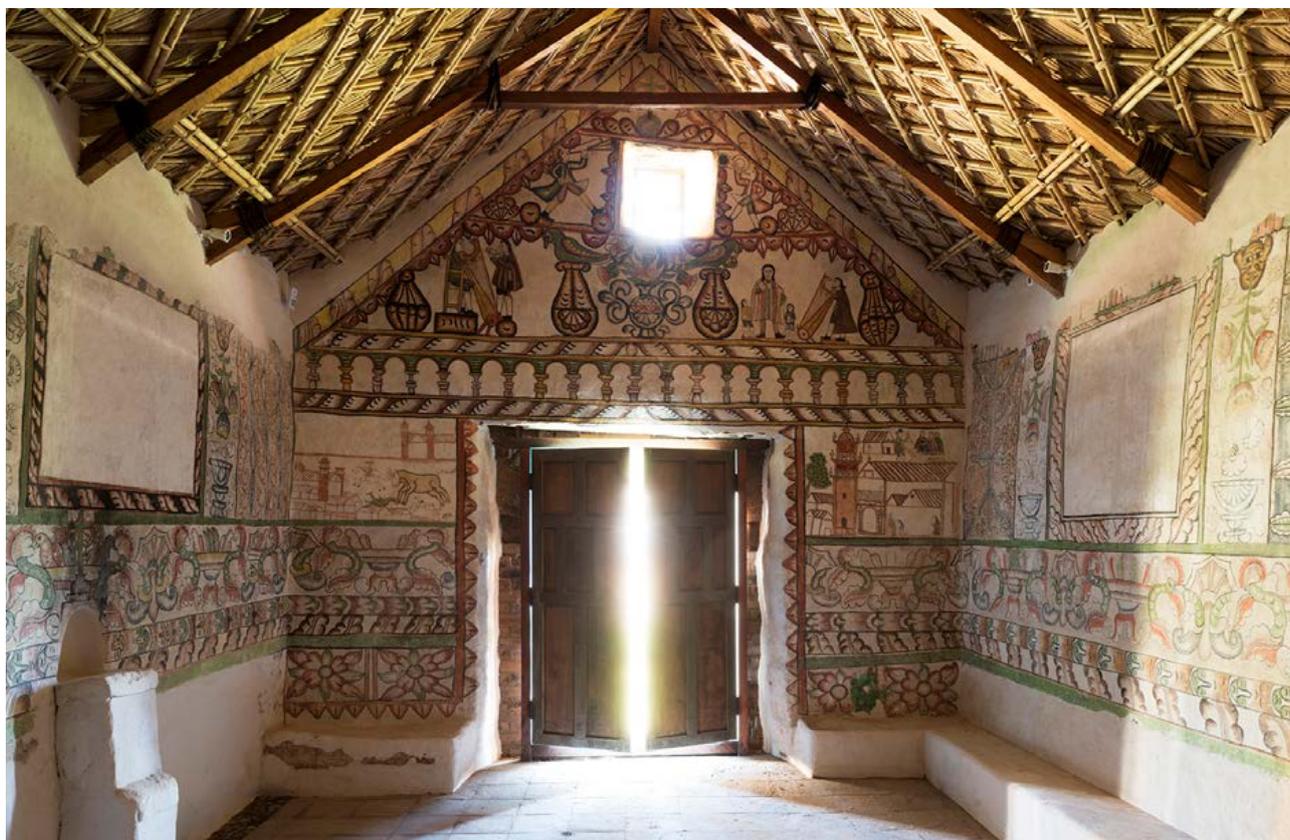
la faute de tes baisers / C'est

si no de mi corazón...

mon cœur...

Pourquoi je t'aime ? Telle est la question d'une chanson populaire andine, chantée par les communautés qui, chaque année, montent de la ville vers leurs villages ancestraux délabrés pour célébrer leurs fêtes et leurs coutumes, les maintenant ainsi en vie. Pourquoi aimer un territoire, un paysage, une culture ? Pourquoi aimer conserver pour le futur ? La conservation du patrimoine colonial autochtone des Andes du Sud dans la région d'Arica et de Parinacota, dans le cadre d'un partenariat public-privé entre la *Fundación Altiplano* et le gouvernement chilien (*Regional de Arica y Parinacota*), a généré une profonde expérience d'apprentissage pour les organisations et les individus qui ont eu la chance d'accompagner les communautés dans

Fig.1 : Église de Pachama, Putre, Arica y Parinacota, restauré avec la communauté en 2016



leur besoin de conserver le patrimoine culturel et naturel hérité de leurs ancêtres.

Au cours de cette expérience, qui a débouché sur des initiatives de développement durable, il a fallu surmonter un certain nombre d'enseignements techniques complexes, tels que le renforcement sismique des structures en adobe – c'est d'ailleurs dans cette région que des systèmes constructifs pour la restauration des structures en terre, reconnus ultérieurement par les normes techniques chiliennes, ont été testés pour la première fois – ou la consolidation et la restauration des programmes de peinture murale du 18^e siècle.

Cependant, la leçon la plus importante apprise ne concerne pas la technique ou la stratégie de conservation du précieux patrimoine andin, mais consiste en un questionnement honnête sur la raison d'être de la conservation, et sur le besoin profond de la communauté andine de soutenir la conservation de ses trésors et de persister à habiter avec sagesse son paysage culturel, son esprit ancestral.

Lorsque le débat sur la conservation semble se focaliser sur le pourquoi (objectifs) et le comment (stratégies, techniques), atteignant des complexités propres aux milieux académiques et scientifiques, l'intention ou la raison, ce qui est en lien avec la nécessité profonde de la conservation, n'est pas pris en considération. Dans la recherche pour élaborer ces réponses, c'est la communauté, avec ses besoins profonds, qui est l'âme de l'effort de conservation et émerge ainsi au cœur du projet. *Pourquoi je t'aime...*

2. L'ORIGINE SACRÉE

En 1999, un groupe d'étudiants observe le paysage culturel de la région d'Arica et Parinacota, à la frontière nord du Chili, et le besoin de ses communautés de préserver ses temples centenaires en pierre et en adobe, centres sacrés de leur vie communautaire et culture ancestrale. Inspirés par le travail du missionnaire andin Amador Soto, ils créent une organisation qui soutient techniquement et financièrement la conservation des temples endommagés et promeut un habiter plus juste, plus heureux, et plus durable grâce à la conservation du patrimoine. Le Plan Temples Andins / Route des Missions-Saraña naît de la nécessité de ces petites communautés de préserver ces chapelles en tant que centres sacrés de leur vie spirituelle et culturelle. Le défi consiste à préserver la valeur de ces constructions religieuses, originaires de la légendaire *Ruta de la Plata de Potosí*, témoignage de l'invasion et de la colonisation espagnoles afin de renforcer les communautés qui font face au défi de retourner dans leurs villages et de se développer durablement. Ce plan couvre 32 projets de restauration et de développement durable, dans un territoire stratégique et oublié du Chili, et il est réalisé sous la forme de chantiers-écoles *Escuela Taller* avec une forte participation des communautés elles-mêmes.

Entre 2009 et 2017, ce Plan des temples andins a réussi à mener une cinquantaine d'initiatives de conservation durable dans une région stratégique et négligée du Chili : études initiales, plans de restauration, interventions spécifiques et globales des temples, restauration de

Fig.2 : Festival d'art sud andin Arica Barroca 2017 - Église de Pachama, Putre



complexes d'habitation patrimoniaux, ateliers de formation. En outre, ce plan a conduit à la mise en œuvre de projets et programmes complémentaires qui visent à pérenniser l'effort de conservation et développement durable, en complétant l'effort technique de restauration du patrimoine par des initiatives d'apprentissage, de communication et de valeur partagée, et en particulier : Circuit de tourisme responsable de la route de *las Misiones/Saraña*, *Festival de Arte Sur Andino Arica Barroca*, *Festival de Cine Rural y Indígena Arica Nativa*, *Escuela taller de Conservación Sostenible Sarañani*, *Escuela del Vino de Codpa*.

Que s'est-il passé pour qu'un effort philanthropique modeste et limité devienne en quelques années une politique publique régionale d'intérêt national, mobilisant même le soutien d'institutions d'influence mondiale comme la Banque interaméricaine de développement ou le World Monuments Fund ? Ou pourquoi d'autres initiatives patrimoniales de la région et du pays, qui semblent nettement plus importantes et urgentes, n'ont pas obtenu un tel positionnement ou soutien ? En travaillant dans les communautés, en surmontant la méfiance, les rivalités et les malentendus, la clarté des objectifs émerge de la sagesse andine. Comme lorsque Juanita Crispín, une restauratrice de Socoromena formée à l'*Escuela taller*, donne un indice : « ma récompense est celle-ci : découvrir quelque chose de beau et que d'autres puissent l'admirer... Je veux continuer dans cette voie et enseigner aux jeunes, pour qu'ils suivent le chemin de la restauration... ». Ou quand Marita Huanca, une entrepreneure andine associée à la Ruta de las Misiones/Saraña, souligne à propos du tourisme : « le

tourisme est la possibilité de réenchanter les enfants et les familles car nous avons beaucoup à donner dans nos villages... », « nous ne voulons pas de la mine, car c'est du pain aujourd'hui et de la faim pour demain... ».

3. LE PAYSAGE CULTUREL D'ARICA ET DE PARINACOTA

La région d'Arica et Parinacota, à l'extrême nord du Chili, possède des caractéristiques géographiques, géopolitiques et culturelles qui la distinguent comme un territoire exceptionnel du Chili et de l'Amérique. Créée en 2007, la région est issue de la grande région de Tarapacá, un territoire annexé après la guerre du Pacifique, qui a opposé le Chili au Pérou et à la Bolivie. Au sein de la zone andine méridionale de l'Amérique, Arica et Parinacota est un paysage culturel spécifique qui suscite un grand intérêt en raison de sa situation à un point stratégique du continent et pour la diversité naturelle et culturelle qu'il offre dans une zone de 16 800 km². Sur son territoire, on distingue généralement 3 grands niveaux écologiques, déterminés par l'histoire géologique et la conformation de la Cordillère des Andes au Mésozoïque : littoral et basses vallées, zone désertique avec des cours d'eau provenant de la haute zone andine qui permettent le développement de l'agriculture ; sierra ou contreforts, avec des altitudes comprises entre 2 000 et 3 500 mètres au-dessus du niveau de la mer, avec un climat désertique élevé et l'influence de l'hiver de l'altiplano, avec une diversité biologique et des conditions favorables à

Fig.3 : Socoroma, Putre, terres cultivées de pré-cordillère



l'élevage et l'agriculture ; Puna ou Altiplano, avec des altitudes comprises entre 3 600 et 4 700 mètres d'altitude, des précipitations de décembre à mars, une diversité biologique d'espèces indigènes et une abondance de pâturages permettant la domestication et l'élevage du bétail *auquérido* (lamas et alpagas). Dans chacun de ces scénarios, il existe de précieux témoignages culturels qui documentent la relation intime entre les communautés et leur environnement naturel, des sites archéologiques qui présentent les techniques spécifiques d'utilisation et de conservation des ressources naturelles et les croyances et coutumes qui les régissent et les réglementent.

Arica et Parinacota était, depuis l'Antiquité, une terre stratégique, un couloir naturel entre l'*Altiplano*, le haut plateau andin, et la côte. Tout comme la condition désertique détermine l'environnement naturel, la mobilité est l'aspect clé du développement culturel de la région. Les communautés chercheront en permanence à compléter les ressources limitées disponibles dans leur habitat immédiat avec celles dont elles ont besoin et qu'elles peuvent obtenir dans les zones écologiques voisines. À l'époque *Período Arcaico*, 8 000-1500 av. J.-C., des groupes de chasseurs-cueilleurs habitent l'*Altiplano* et les contreforts en quête de nourriture, tandis que sur la côte, des groupes de pêcheurs-cueilleurs constituent la culture dite *Chinchorro*, dont les techniques de momification constituent l'un des trésors du patrimoine et sont étudiés par des scientifiques du monde entier. Au cours du *Período Formativo*, 1500 av.-500 après JC, les communautés de l'*Altiplano* réalisent

la domestication des lamas et des alpagas dans les pâturages de l'*Altiplano*, obtenant nourriture, abri et moyens de transports indispensables pour les caravanes qui relient l'*Altiplano* à la côte. Durant la période *Período Medio*, 500-1100 après JC, l'empire *Tiwanaku* s'étend vers la côte du lac Titicaca, avec sa langue et sa vision du monde, caractérisant le paysage culturel d'Arica et de Parinacota à ce jour. Lors de la période *Intermedio Tardío* 1100-1400 après JC, la désintégration de la culture *Tiwanaku* est suivie par les développements dits régionaux, parmi lesquels la *Cultura Arica*, qui occupe les trois niveaux écologiques et marque ses routes caravanières avec des géoglyphes dans les vallées de Lluta et d'Azapa. Au cours de la période Inca (vers 1470), l'expansion du *Tawantinsuyo* intègre la région dans le vaste monde andin méridional autour du réseau routier andin, appelé *Qhápac Ñan*.

Avec la conquête et la colonisation espagnoles, le réseau routier andin sera crucial pour le développement de l'un des chapitres historiques les plus complexes et les plus pertinents de la *Corona Española* (Couronne Espagnole) en Amérique du Sud, la *Ruta de la Plata de Potosí* (la Route de l'Argent de Potosí). En 1574, Arica devient le port d'expédition officiel du minéral légendaire qui constituait l'un des principaux revenus de l'Empire espagnol entre la fin du 16^e siècle et le milieu du 18^e siècle. *La Ruta de la Plata* est un phénomène économique et culturel qui détermine le territoire et affecte particulièrement les cultures/communautés indigènes, qui sont mobilisées dans le travail forcé. En tant que tel, il est largement étudié



Fig 4 : Village de Belén, Putre, façades restaurées avec le programme de formation communautaire

dans le monde, mais c'est un chapitre inachevé de l'historiographie chilienne. Des caravanes de mules et de lamas parcourent les anciennes routes des troupeaux et ont leurs postes de ravitaillement ou *tambos* dans les espaces andins.

L'administration espagnole établit à partir du *Virreinato* du Pérou le système de *reducciones*, pour l'assujettissement et l'évangélisation des communautés indigènes qui habitent le territoire. Des temples traditionnels d'adobe, de pierres et de *paja brava* (paille andine) sont construits, qui abritent la mission, un exemple de transculturation qui permet paradoxalement la survie des principaux éléments de la cosmovision ancestrale dans les célébrations liturgiques. La production du minerai décline vers la seconde moitié du 18^e siècle et la route est détournée vers l'Atlantique avec la création du *Virreinato de La Plata* en 1777.

Après l'indépendance du Pérou en 1821, Arica fait partie de la Région d'Arequipa. La Bolivie promeut le développement du port de Cobija, à Atacama, comme débouché naturel sur la mer. En 1868 et 1877, deux violents tremblements de terre et tsunamis ont laissé la ville d'Arica en ruines. Entre 1879 et 1882, la guerre du Pacifique oppose le Chili au Pérou et à la Bolivie. Le Chili intègre la région dans son territoire, générant un nouveau processus de colonisation qui affecte les liens historiques et culturels d'Arica et de Parinacota avec le monde andin du sud. L'installation du chemin de fer Arica-La Paz réactive la ville en tant que port naturel de l'*Altiplano*. En 1929, *El Tratado de Lima* (le traité de Lima) fixe l'appartenance définitive d'Arica au Chili. 24 ans plus tard, le président Carlos Ibáñez del Campo met en œuvre un plan de développement décrétant *el Puerto Libre* (1953) et la création du *Junta de Adelanto* de Arica (1958-1976). La *Junta de Adelanto* a promu le dénommé *Plan Andino*, qui a amélioré la connectivité routière et les services de base dans les villes de l'intérieur. Mais les communautés andines migrent vers le port prospère à la recherche d'un travail stable et d'une meilleure éducation pour leurs enfants. Pendant la dictature ou le régime militaire, Arica a perdu son statut de *Puerto Libre* et la région a commencé à connaître une longue période de dépression économique. Pour inverser cette situation,

des plans de développement spéciaux sont mis en place qui convergeront vers la création de la 15^e région d'Arica et Parinacota.

Actuellement, les villages andins disposent d'une connectivité et de services de base, mais ils sont peu peuplés, dramatiquement touchés par des politiques publiques centralistes et déficientes, qui sous-estiment ou ignorent la valeur du savoir-habiter et de la culture ancestrale andine. Les communautés vivent principalement à Arica, mais elles rêvent de la réactivation de leurs villages trésors. En tant que membres d'un paysage culturel exceptionnel, les communautés, gardiennes du patrimoine, disposent d'un grand potentiel de développement basé sur la conservation et la gestion responsable des précieux trésors patrimoniaux, ceci avec des conséquences concrètes évidentes sur l'alimentation saine, le tourisme responsable, l'éducation, l'industrie créative et le recyclage, entre autres.

4. LES PAYSAGES CULTURELS OU SACRÉS ET LA NÉCESSITÉ PATRIMONIALE

La planète est devenue sur-urbanisée et nous consommons trop de ressources naturelles disponibles, ce qui nous place devant un défi complexe pour l'avenir. Des groupes de réflexion travaillent à la définition d'un modèle de développement plus durable et écologique. Quel est le rapport avec la conservation du patrimoine culturel de la communauté ? Les cultures ancestrales et rurales du monde entier manifestent un désir particulier de préserver pour les générations futures ce qu'elles ont reçu de leurs ancêtres. Ce besoin patrimonial de l'être humain est peut-être la base pour parvenir à un modèle de développement plus heureux et plus durable dans la communauté.

Le terme « paysage culturel » a été proposé par le géographe Carl Ortwin Sauer, père de la géographie culturelle, et promu par l'UNESCO depuis 1992 comme l'une des catégories du patrimoine mondial. Les paysages culturels sont des territoires qui résultent de « œuvres conjuguées de l'être humain et de la nature, ils expriment une longue et intime relation des peuples avec leur environnement ».

Quelle est la nécessité de conserver ces ressources exceptionnelles au profit des générations futures ? Quelle est la nécessité de préserver le paysage culturel en tant qu'héritage des ancêtres ? Qu'est-ce qui lie le berger de montagne qui s'efforce de préserver son environnement et le plus grand scientifique du monde qui cherche à établir des critères de durabilité face au changement climatique et à l'épuisement des ressources ? Inspirés par le texte de Manfred Max Neef, « Le développement à l'échelle humaine », qui décrit les 9 besoins profonds de l'être humain (subsistance, protection, affection, compréhension, participation, identité, loisirs, création et liberté), nous proposons également le « besoin patrimonial », correspondant à la nécessité de conserver, préserver, perpétuer ce qui est précieux et critique pour le développement des générations futures.

Humberto Maturana, dans « Biologie du phénomène social », donne une vision pertinente du besoin profond de conservation : « la vie d'un être vivant se déroule en changements structurels continus résultant de sa propre

dynamique interne, ou déclenchés par ses interactions dans l'environnement, un être vivant ne préserve son organisation dans un milieu que si sa structure et la structure de l'environnement sont congruentes et que cette congruence est préservée. Si la congruence structurelle entre l'être vivant et l'environnement n'est pas préservée, les interactions dans l'environnement déclenchent chez l'être vivant des changements structurels qui le destructurent et il meurt...». Face à un modèle de développement économique de forte consommation et de croissance qui cherche à créer de la valeur, la conservation des trésors naturels et culturels est proposée pour assurer la subsistance et le bonheur des communautés humaines d'aujourd'hui et de demain, en donnant un sens ou une finalité au développement économique.

En Amérique latine, nous trouvons des cas pertinents de conservation et de développement durable : *Paisaje Cafetero* en Colombie; *Quebrada de Humahuaca* en Argentine; *Valle del Colca* au Pérou; *Misiones de Chiquitania* en Bolivie; *Iglesias de Chiloé* au Chili, des territoires patrimoniaux, des paysages culturels, avec ou sans déclaration de l'UNESCO, tous avec des communautés qui s'identifient à la valeur patrimoniale protégée et sont intégrés dans la planification du développement endogène, qui génère une valeur partagée et un développement économique à partir de la conservation. Ces exemples soutiennent une nouvelle façon de valoriser et de gérer les territoires, en traitant d'abord la valeur patrimoniale préservée, l'esprit ou la vocation des systèmes territoriaux, exprimés dans les savoirs ancestraux de leurs communautés et dans les défis qu'ils doivent définir et relever pour leur propre développement durable.

Quels sont les atouts d'adaptation des communautés rurales, indigènes ou paysannes d'Amérique latine, aujourd'hui certainement menacées de disparition, pour faire face à un défi de transformation économique globale basé sur la conservation de leurs richesses patrimoniales ? Pourquoi la nécessité de conserver le patrimoine est-elle si pertinente dans les petites communautés qui perpétuent leur culture ancestrale et, en même temps, dans les centres de connaissances avancées de la planète ?

5. LE MODÈLE "PORQUE ME ENAMORÉ DE TI" (PARCE QUE JE T'AIME)

Le modèle propose une manière simple d'aborder la conservation des trésors naturels et culturels comme une alternative de développement équitable et durable pour les communautés et les territoires, en alignant les objectifs contradictoires de la conservation du patrimoine et du développement économique. Face à l'inertie d'une croissance économique dénuée de sens et à l'appel presque évangélique à l'innovation, le modèle propose de s'ancrer à la Terre et de relever le défi de la durabilité sur la base de 5 considérations fondamentales :

- Les territoires sont des paysages sacrés ou culturels. Des trésors naturels et culturels, œuvres de la nature et des ancêtres, intégrés dans un paysage, gardés par des communautés qui les valorisent, les gèrent et les préservent en tant que patrimoine ou héritage. Ce ne sont pas des ressources, ce sont des trésors...

- La conservation est un besoin humain. La nécessité de conserver les ressources-trésors disponibles pour les générations futures est étroitement liée aux besoins profonds de subsistance, de protection, d'affection, de compréhension, de participation, d'identité, de loisir, de création et de liberté.
- Le projet de conservation dans une perspective de valeur. Conformément aux modèles d'innovation tant en vogue, les interventions patrimoniales sont passées maîtres dans l'art de retarder la solution afin de mettre d'abord en évidence la valeur existante, soutenue par une communauté qui en a profondément besoin, et qui est affectée par un facteur de risque qui justifie et détermine l'urgence d'agir, ce qui est le minimum nécessaire et réversible. À partir de l'expérience de la conservation du patrimoine, la formule est proposée : Valeur + Besoin (communauté) + Risque = Initiative de conservation durable.
- La demande économique responsable. La communauté dépositaire d'un trésor patrimonial peut répondre stratégiquement à la demande « responsable » des industries économiques qui prétendent positionner la *valor conservado* (valeur conservée) comme une ressource critique, pour créer les conditions d'un commerce avec de réelles valeurs communautaires et partagées. Ici sont importants les critères des secteurs de l'économie mondialisée qui ont le vent en poupe et semblent chercher la *valor conservado* (valeur conservée) dans des territoires-paysages culturels, l'éducation-recherche, le tourisme responsable, l'alimentation saine-biomédecine, l'industrie culturelle ou l'économie créative, la technologie, la gestion des déchets et les énergies renouvelables. Aussi, la régulation publique est particulièrement pertinente, en étroite coordination avec la gouvernance locale.
- La conservation du patrimoine comme défi adaptatif. Selon le modèle de *liderazgo* (leadership) adaptatif du professeur Ronald Heifetz, le défi de la conservation du patrimoine ne serait pas quelque chose de technique, mais un processus adaptatif, un processus d'apprentissage long et incertain, avec des pertes, des caractéristiques opposées et un risque élevé d'échec avant d'atteindre l'objectif ou le défi transformateur consistant à passer de l'économie non durable actuelle à une économie durable.

Les initiatives de conservation durable découlent des besoins de la communauté et sont orientées ou concentrées sur trois domaines d'action :

- Gouvernance de la valeur patrimoniale : actions visant à protéger la valeur patrimoniale concernée, à partir des réglementations légales jusqu'à former et renforcer les communautés qui en sont les gardiennes.
- Restauration de la valeur patrimoniale : actions visant à récupérer la valeur endommagée ou perdue du trésor affecté. Ce sont des actions à haute difficulté technique et adaptative, qui nécessitent un processus de d'enseignement institutionnalisé et
- Création d'une valeur communautaire ou partagée patrimoniale : actions visant à générer une valeur complémentaire et partagée à partir du trésor patrimonial restauré. Ici, l'accent est mis sur la création d'initiatives économiques durables qui permettent à la

communauté de soutenir financièrement l'effort ou le besoin de conservation du patrimoine.

6. L'ÉCOLE SARAÑANI !

Les projets de restauration des temples et des habitations andines d'Arica et de Parinacota ont toujours intégré le besoin de formation de la communauté. Leur exécution a été fondamentalement conçue et gérée selon une triple planification d'initiatives ou d'actions, découlant d'objectifs qui répondent une finalité contributive.

La triple planification intègre 3 niveaux d'action, qui sont dirigés par un professionnel et un formateur expérimenté, soutenus par les maîtres restaurateurs, qui guideront la formation des membres de la communauté eux-mêmes, qui constituent une partie essentielle du projet, en raison de leur rôle de gardiens du trésor patrimonial concerné :

- Niveau technique : les défis techniques divers et complexes liés à la restauration des maisons en adobe dans les villages andins, selon les critères internationaux, la valeur patrimoniale et les dégradations. C'est là qu'est mobilisé le plus grand trésor de la Fondation Altiplano: ses maîtres séniors, spécialistes en adobe, maçonnerie, charpente, qui se mettent au service d'un travail complexe dans des conditions reculées et isolées. La conformité aux attentes à ce niveau est élevée.
- Niveau de formation : chaque défi technique doit être pertinent tant du point de vue des connaissances universelles en matière de restauration que du point de vue des connaissances ancestrales locales. Cela rend nécessaire de générer un processus de redécouverte et de revalorisation, à la fois personnel et collectif. Ainsi, l'apprentissage technique sur place est complété par des défis adaptatifs de connaissance de soi, de *liderazgo* (leadership), d'entrepreneuriat et d'organisation communautaire. La conformité aux attentes à ce niveau est de modérée à élevée et est mesurée par des évaluations. Le résultat de l'évaluation à ce niveau est élevé.
- Niveau transformation : parmi l'ensemble des maisons que l'équipe *Escuela Taller* (Chantier École) restaurera en pratique, deux sont choisies par concours pour accueillir des initiatives de développement durable (généralement pour développer un tourisme responsable). En outre, il est demandé au groupe de bénéficiaires de rédiger et de formaliser une ordonnance communale qui protège et sauvegarde la valeur patrimoniale de leurs maisons et villages. De toute évidence, à ce niveau de transformation communautaire, le niveau de conformité aux attentes est plus faible et reflète la politique d'assistanat auquel les communautés se sont habituées depuis le milieu du 20^e siècle.

Au moment de la rédaction de cet article (2017-2018), la Fondation Altiplano fait face à un nouveau cycle de développement organisationnel qui vise à consolider et accompagner les efforts réalisés. Dans la mise en œuvre du nouveau système de travail, l'effort de promotion de la formation au patrimoine dans les communautés amies, jusqu'à présent itinérant et éphémère, s'enracine et se renforce dans l'École de conservation durable *Sarañani!* (de la langue Aymara, *caminemos!* marchons !). La *Escuela*

Sarañani! est proposée comme un espace d'apprentissage partagé, dédié aux besoins de conservation des communautés qui sont les gardiens de trésors naturels et culturels menacés.

L'école est située dans le quartier Maipú Oriente d'Arica, un quartier vulnérable de la ville où vit une importante population andine, et offre un espace permanent pour réunir les communautés et les groupes connexes autour de cours et d'ateliers consacrés au défi de la conservation, avec un accent particulier sur les connaissances ancestrales préservées par les communautés, qui sont valorisées et enrichies à la lumière des connaissances et des techniques actuelles. Le programme de l'école s'articule autour de 5 domaines de connaissances : nature-sciences ; alimentation ; art et artisanat ; habiter et développement communautaire. L'école *Sarañani!* est renforcée grâce à l'alliance d'universités amies, du Chili et d'autres pays, qui partagent l'objectif de la conservation durable dans la communauté.

7. CONCLUSION

Dans les initiatives du Plan de conservation des temples andins d'Arica et de Parinacota/*Ruta de las Misiones-Saraña*, le défi de la conservation dans la communauté a été assumé comme un processus d'apprentissage adaptatif, intégrant toujours l'offre d'emploi digne et l'apprentissage (formation), la recherche, les stages, les pratiques professionnelles et le bénévolat. L'analyse des résultats de ces initiatives selon le modèle généré par l'expérience « essai et erreur » met en évidence la nécessité de renforcer l'effort de promotion du *liderazgo* (leadership) et de l'autodétermination des communautés qui exercent la sauvegarde des trésors patrimoniaux.

Les résultats des initiatives au niveau technique sont encourageants, par exemple, la récupération de monuments de valeur dans le sud des Andes, la collaboration à une réglementation chilienne pour la restauration des constructions en terre, ou la formation des personnes dans les communautés touchées elles-mêmes. En termes d'enseignements, les témoignages enregistrés sont également encourageants et font référence à la capacité d'auto-amélioration et d'entrepreneuriat des personnes formées, en particulier les femmes de plus de 55 ans d'origine aymara. Cependant, au niveau de la transformation générale, les efforts pour obtenir, par exemple, des règlements communautaires et des entreprises de développement durable qui soutiennent la conservation à l'avenir ont échoué à plusieurs reprises et ce critère n'atteint pas régulièrement l'objectif attendu.

En expliquant ce qui précède, il est clair que, face aux défis techniques, le *liderazgo* (leadership) des communautés est moindre, car les groupes humains ont généralement tendance à déléguer la solution des problèmes impliquant des compétences nouvelles (ou oubliées) à un spécialiste externe. De ce fait, la pertinence de la technique par rapport au défi de la conservation à long terme est également plus faible.

En revanche, face aux défis adaptatifs tels que la gouvernance et le *liderazgo* (leadership), le rôle des communautés n'est pas délégué et est prépondérant,

Fig 5 : École atelier formation communautaire restauration des façade patrimoniales de Timar



devant surmonter un processus long, incertain et déficient jusqu'à atteindre le défi proposé. Ainsi, les échecs au niveau de la transformation sont symptomatiques de la pertinence de l'adaptatif dans l'enjeu de la conservation, ce qui justifie la focalisation de l'effort sur l'apprentissage-formation du patrimoine. La composante politique dans ce domaine est essentielle et nécessite une plus grande implication des autorités locales et officielles en tant qu'alliées pour une transformation réussie. Il semble donc logique que l'école propose des cours spécifiques pour la promotion des autorités ou du *liderazgo* (leadership) du territoire.

Les connaissances ou les leçons tirées lors de la restauration des temples et des villages andins ont été systématisés dans un modèle simple et sans prétention de conservation et de développement durable dans la communauté, qui propose un nouveau sens ou objectif pour la conservation (*machaqa*, « nouveau » en aymara). L'école de conservation durable de Saraña (*Arañani!* marchons ! en aymara), située dans une zone vulnérable de la ville d'Arica, au Chili, ce savoir est partagé, pour l'honneur des ancêtres et pour le bien de ceux à venir.

BIBLIOGRAPHIE

MAX-NEEF, M. A., ELIZALDE, A., HOPENHAYN, M. (1994). *Desarrollo a escala humana: conceptos, aplicaciones y algunas reflexiones*. Barcelona, Icaria. 148 p.

GUARDA GEWITZ, G. et al. (2012). *Iglesias andinas de Arica y Parinacota: Las huellas de la ruta de la plata*. Arica, Fundación Altiplano. 262 p. (available online)

PEREIRA, M. (Dir.)(2017). *Arica y Parinacota, Paisaje Cultural de América / Cultural Landscape of America*. Arica, Fundación Altiplano. 293 p. (available online)

HEIFETZ, R.A., LINSKY, M. (2003). *Liderazgo sin límites: manual de supervivencia para managers*. Barcelona, Paidós. 243 p.

HEINSEN, C. (2017). Menos innovación, más conservación. In. *Boletín Fundación EU-LAC*. 4 p.

INTRODUCTION OF THE EARTHEN ARCHITECTURE ASSOCIATION AND GENERAL ACTIVITIES IN THE FIELD OF EDUCATION AND RESEARCH OF EARTHEN STRUCTURES IN THE CZECH REPUBLIC

VEJPUSTEK Zdeněk, WaVe Structural Design s.r.o.; Earthen Architecture Association

ŽABIČKOVÁ Ivana, Brno University of Technology, Faculty of Architecture; Earthen Architecture Association

RŮŽIČKA Jan, Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering, Department of Building Structures; University Centre for Energy Efficient Buildings of the CTU in Prague, Department of Architecture and Environment.

The Earthen Architecture Association (EAA) was registered in 2004. One of the main aims of EAA is to associate and educate people in the field of earthen architecture. To fulfil this purpose, EAA has organized 'Healthy Houses' International Conferences since 2005, conducted a series of training sessions and seminars, excursions and participated in exhibitions.

At the beginning of 2018, EAA conducted a seminar "Earth Sharing", where craftsmen and companies shared their experiences and "knowhow" with the general public. The 14th International 'Healthy Houses' Conference held in May 2018 focused on the properties of earthen material. The audience was mainly professional/academic, but the conference was also open to the non-professional public. At the end of the year 2018, EAA will organize the 2nd "National Earth Builders Meeting", during which companies and educational representatives will discuss the prospects for the earth industry in the Czech Republic.

EAA considers it very important to participate in international projects. Especially important for EAA was the project EarthToday, Hlinarch – from which the course 'Clay Plaster was launched for the public. In other projects – Learn with Clay 1, 2 and Pirate – EAA expanded the teaching methods of Learn Earth courses and deepened international cooperation.

EAA initiated a new field of apprenticeship called EARTH BUILDING MAKER, consisting of three partial professional qualifications – bricklayer, decorative plasterer and plasterer. The field of study was created in cooperation with the Ministry of Education, Youth and Sports and the Ministry of Industry and Trade. The EAA is the only institution in the Czech Republic to be accredited to carry out education and exams approved by National Register of Qualifications.

EAA continuously cooperates with current research held at the Czech Technical University in Prague (CVUT) and Brno University of Technology (VUT). Member of the EAA Jan Růžička presents CVUT current earth research.

1. INTRODUCTION

The paper is divided into two main parts. The first is an introduction to the Earthen Architecture Association (EAA) and the second presents general activities in the field of education and research on earthen structures in the Czech Republic (CR).

The introduction to EAA includes the history of the Association, its objectives, its members, the type of information collected, the events and courses organized, the international cooperation and the future outlook of the Association. The strengths of the association and the position of EAA in earth building branch in the CR are also mentioned. The professional qualification, Earth/Clay building maker (code: 36-99- H/15), registered in the National Register of Qualifications is described as well as the role of EAA at its creation. The section on "Education" describes the general activity of different subjects in CR. Most of this part is dedicated to teaching earth building at the technical universities of Brno and Prague. The current research in Brno (ADMAS, BUT) and Prague (UCEEB, FCE CTU) is presented in the last section of the article and contains a brief introduction to the history of CD research.

2. ABOUT EARTHEN ARCHITECTURE ASSOCIATION (EAA)

The Earthen Architecture Association (official name *Sdružení hliněného stavitelství z.s., SHS*) brings together people interested in earthen architecture and natural materials, promotes the use of earth in new buildings and the protection and preservation of earthen houses which are part of the Czech cultural heritage. Since 2004, EAA has been collecting information on earthen buildings in the Czech Republic and cooperating with similar organisations in other European countries. EAA is often involved in providing restoration services, expert advice or heritage care to earth house owners and property managers mainly in the Moravian region and therefore members have

developer good relationships in this area. EAA members are also involved in research on the earth material in CR - mechanical, physical and fire behavior of earth (Žabičková 2003).

Members of the EAA are mainly architects, designers, managers of private companies or craftsmen working in the field of earthen architecture, restoration, construction and research. Since 2009, the EAA has been organizing courses in earthen architecture and craft techniques. All courses now fall under the European Credit system for Vocational Education and Training (ECVET) qualification standard under the name "Learn Earth". The new requalification courses called "Earth Building Maker" were integrated into the Czech National Qualification System in 2017. EAA is certified by the Ministry of Education, Youth and Sports and the Ministry of Industry and Trade as a supplier of earth construction education and additional higher education examiner.

The EAA has considerable experience in conducting certified courses on earth building, preparing teaching and dissemination programs for earthen architecture. Since 2004, and in cooperation with other partners, EAA has been organizing events such as the "Healthy Houses" conference. Part of this conference usually includes organizing excursions around earth construction in the Moravian region to share our contacts and experience.

2.1. THE OBJECTIVES OF THE EAA

The primary objective of the Association is to connect people interested in earth building construction. Next comes the need to collect verified information and workflows relating to the earth building industry, which is then transferred to the scheme by the EAA.

EAA achieves its objectives through:

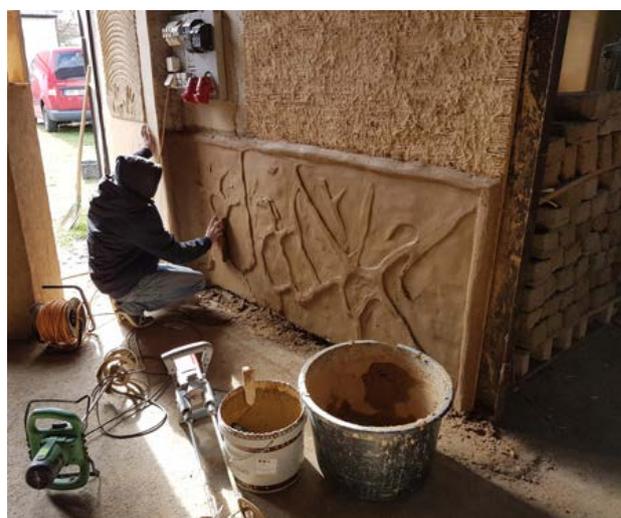
- support to professionals and continuing education, organisation of educational and cultural events, such as training courses, seminars, etc.,
- promoting, gathering and exchanging information, creating, publishing and selling instruction and
- information documents, initiating changes in legislation,
- supporting design, research activities and counselling,
- supporting and organising cultural and artistic activities in the field of earthen architecture,
- supporting international cooperation.

The number of earthen houses repaired by professionals is growing, thanks to the educational activities of the EAA and the practical activities of the EAA members.

2.2. MEMBERS OF THE EAA

The EAA's greatest asset is its membership drawn from the spectrum of earth construction trades. Members include university researchers and research centres from all over the Czech Republic, academic staff dedicated to the teaching of building engineers and architects, state care staff, practising architects and designers making proposals for new buildings and reconstruction of earth houses, skilled craftsmen and builders, as well as home owners and builders of earth structures. The membership of the EAA is gradually changing to the benefit of members of the building industry. The number of active EAA members varies between 20 and 50 members.

Fig.1: "Learn Earth" course B1+B2 Earthen Brick Masonry in 2017
Fig.2: Professional qualification "Contractor of clay constructions" examinations pursuant to Act No. 179/2006 Coll., in 2017



2.3. COLLECTING AND VERIFYING EARTHEN INFORMATION AND WORKFLOWS

It is essential for the Association to collect accurate information about the current state and way of building earth structures in the Czech Republic. Within the framework of international cooperation, it is not only a question of comparing this information on a European scale, but also of observing European trends both in earthen building and in the training of craftsmen. The Association thus meets the fundamental objective of transmitting precise information on earthen building to those concerned, layman and professionals. This goal is achieved both by the organization of various collective events intended for professional and non-professional audiences, and by the organization of training and education intended for specific audiences interested in earth construction.

Fig.3 : Earth Sharing event, November 2017



2.4. SUBMITTING INFORMATION IN REGARD TO EARTHEN BUILDING

The EAA organizes events for various groups interested in earthen building. The courses are customized according to the level of experience.

2.4.1. NATIONAL MEETING OF EARTHMEN

Official event organised under the auspices of the Faculty of Architecture, Brno University of Technology. This is a closed meeting of guests and organizations that fundamentally influence the market and the discourses on clay structures in the Czech Republic. Representatives from universities, researchers, materials producers, implementing firms, conservationists and educational institutions discuss the current state of the industry and future developments. Discussions revolve around possible cooperation between stakeholders. The meeting takes place every 2-3 years. The first meeting was held on January 23, 2015, in Brno with the participation of 22 invited people.

2.4.2. HEALTHY HOUSES CONFERENCE

Until 2014, official events were held annually in the Czech Republic under the auspices of the Faculty of Architecture in Brno. Since 2015, they alternate between the Czech and Slovak Republics every two years. The Czech part of the conference focuses on the presentation of current scientific and research developments in the field of earth buildings and its scope includes institutions responsible for historical monuments, implementation firms and producers of clay materials. Day trips allow visitors to get acquainted with the construction of new earthen buildings as well as with the reconstruction of historical monuments. The theme of the 14th conference, which took place in May 2018 in Brno, was « Physical, mechanical and other properties of earthen building material as a material contributing to healthy living ».

2.4.3. LECTURES FOR CHARTERED ENGINEERS AND TECHNICIANS IN COOPERATION WITH ČKAIT

In cooperation with ČKAIT (Czech Chamber of Chartered Engineers and Technicians Active in Construction), the EAA conducts a recurring seminar in various regional cities of the Czech Republic focusing on the general information needed for the design and certification of earthen structures by certified professionals. This work partially responds to the need of this group by providing technical

information on earthen building materials. The usual number of seminar participants is 50 to 100.

2.4.4. EARTH SHARING

The "Earthworks" event is mainly aimed at craftsmen and the general public. This event, which was held for the third time in 2018, takes place at the Faculty of Architecture in Brno. It includes a block of short lectures given mainly by craftsmen and earth-working companies. The aim is to familiarize the general public with the construction of earthen structures. Individual lecturers present their projects to the audience, addressing issues on the site and the end results of problem solving. In 2017, there were over 100 persons in the audience (Fig.3). The public was mainly interested in building or repairing their houses using earthen building materials.

2.4.5. MEMBERS' MEETING OF EAA

The event is divided into formal and informal sessions. The formal part of the event is reserved to members of the association. The informal session takes place after the formal part and addresses specific questions of contemporary earthen construction. Other people in the field of earthen structures are also invited to attend the informal discussions.

2.4.6. SELECTION OF OTHER EVENTS HELD IN THE CZECH REPUBLIC

EAA members are also involved in other earthworks throughout the Czech Republic organized by our colleagues from other organizations or individuals dealing with earth. Among the most significant are the Stories of Homes (*Příběhy domů*, Prague), Natural Buildings from A to Z (*Přírodní stavby od A do Z*, Ochoz near Brno), The Natural Homes Conference (*Stavby z přírodních materiálů*, Prague), Save the Barns (*zachraňte stodoly*, Hrubá Vrbka), and others.

2.5. "LEARN EARTH" COURSES WITH ECVET CERTIFICATE

The teaching of earthen material, clay plaster, interior design and implementation of decoration began in 2009 at the Center of Practical Training, Hostim, near Moravské Budějovice, where it has taken place without interruption until today.

These «Learn Earth» courses were created in collaboration with other European institutions and are tested in line with the ECVET Clay Building European Credit System. The EAA, as party of the «Memorandum of Understanding» (MoU), is authorised to issue examination certificates valid

in Europe within all partner institutions of the MoU (in the Czech Republic these exams are not yet recognized by the institutions). Since 2016, the EAA has expanded the courses on teaching Earthen Brick Masonry (Fig.1), Rammed Earth construction and on teaching Maintenance and Repair. Those interested in earth building can acquire knowledge, skills and competences and obtain a corresponding ECVET certificate level 3-4, recognized by other earth-building organizations in Europe.

The following courses are currently taught as part of «Learn Earth»:

M	Earthen Materials
B1+B2	Earthen Brick Masonry
B3+F	Rammed Earth
C	Earthen Plasters
D+O	Interior design and decorative elements with clay plaster
R	Surface treatments, maintenance and repair of clay plasters
E	The business of clay plastering

2.6. RE-QUALIFICATION COURSE EARTH / CLAY BUILDING MAKER (KÓD: 36-99-H/15)

Craftsmen in earth construction needed a formal qualification for professional advancement. The EAA identified a lack of possibilities in the Czech national education system. In 2010, and under the leadership of Doc Ing. Ivana Žabičková, the EAA joined negotiations with the National Institute for Education and the Czech Chamber of Commerce with the aim of creating the missing qualification to meet the needs of the craftsmen. These negotiations lasted about four years. During the process, the EAA defined the content and scope of this qualification (including links to related qualifications). The new qualification passed the standard approval process in 2015 and is now registered in the National Register of Qualifications under the name Earth/Clay building maker (code: 36-99-H/15). The qualification consists of three sub-qualifications: Bricklayer (code: 36-111-H), Plasterer (code: 36-112-H) and Decorative plasterer (code: 36-113-H), of which the first two provide full professional qualification, while the third is a skill developing Plasterer qualification. For the teaching and assessment of this qualification, a new framework and new requirements had to be created. As a result, the Ministry of Industry and Trade and Ministry of Education Youth and Sports of the Czech Republic accredited both EAA and the individual examiners (members of EAA) in 2016. In 2017, the first students to successfully complete these courses obtained their diploma (Fig.2).

2.7. INTERNATIONAL COOPERATION

One of the main goals of the association is to encourage contacts between earth building experts from the Czech Republic and their colleagues abroad. These contacts take place both on a personal level and in the context of international cooperation on grant projects.

Completed projects include:

- INTERREG IIIA - A study into the German-Czech Transfer of Scientific Knowledge about Ecological and Region-specific Building (DE-CZ)
- INTERREG IIIA - Towards the future through the past - Natural materials in the regional building culture (CZ-SK)
- CLAY TODAY - Czech project OP RLZ Natural and earthen materials in modern and traditional structures (CZ)

- HLINARCH Professional Qualification for Working with Natural and Sustainable Building Materials (partners CZ, SK, SI, A)
- Learn With Clay. Project Leonardo da Vinci Learn With Clay Partnership (multinational project)
- Project Leonardo da Vinci Learn Earth 2 (multinational project)
- PIRATE – Provide Instructions and Resources for Assessment and Training in Earth building – LLP programme – (multinational project).

2.8. FUTURE OUTLOOK

The main objective for the future is to further expand valid information on earth building in the Czech Republic. The goal is also to continue the start-up events and to allow all those interested to attend the courses. Due to the great interest in projecting materials for earthen structures, the EAA is preparing to open courses for designers. This will help to create and / or adopt one or more standards for the design of load-bearing and non-load-bearing earth structures. Due to financial constraints and the existence of a similar need abroad, international cooperation appears to be an appropriate and effective solution.

In the long run, the EAA will seek in particular to bring the players in the field closer together and to initiate discussions with the government authorities. The engagement with the authorities would allow EAA to offer comprehensive information in the field of earth building, which will be based on standards and on the experience gained during earthen constructions carried out.

3. EDUCATION IN THE FIELD OF EARTHEN STRUCTURES IN THE CZECH REPUBLIC

Special education in earthen structures, historical and modern, is provided within workshops, courses, seminars and conferences. The seminars and practical workshops are mainly focused on the use of natural and sustainable materials. Most of these courses are organized for specific artisans who usually have no formal background.

The legislative framework for apprenticeship training in the Czech Republic currently consists only of the retraining courses mentioned above and the apprenticeship exams provided by the EAA.

Basic architectural education and training in the conservation of historic buildings form an important part of the bachelor's, master's and doctoral programs at universities of architecture and technology in the Czech Republic. For example, the Faculty of Architecture of Brno University of Technology currently offers information on earthen architecture in the following units:

- Bachelor's and Master's study Programme "Architecture and urban design", course units: Load-bearing Constructions II, Disorders and Rehabilitation of Buildings, Building Materials and Technology.
- Doctoral study programme "Architecture and urban design", Branch "Architecture", Study Programs under tutor doc. Ing. Ivana Žabičková, CSc. Doctoral themes are dedicated to reconstructions and the possibilities of redevelopment of historically valuable earthen buildings, earthen surfaces and limits of earthen structures in all directions.

Education on earthen structures and other environmentally friendly structures and technologies at CTU FCE is part of the teaching of sustainable construction and focuses on modern buildings. Special courses and lectures are given in the Buildings and Environment branch of study at master's level.

4. RESEARCH IN THE FIELD OF EARTHEN STRUCTURES IN THE CZECH REPUBLIC

Current research on earthen materials, mainly carried out at the universities of TU Brno and CTU Prague, covers a wide range of topics such as historical and modern mud brick masonry, the quality and behaviour of clay plasters, the influence of massive earthen structures and clay plasters on the quality of the interior microclimate, rammed earth and prefabricated earth structures. Latest results of research in the field of earthen structures are published and discussed at national and international conferences.

The systematic research in the field of earthen structures and clay materials started in 1994 at the Faculty of Architecture BUT in Brno and in the late 90s at the CTU in Prague, in connection with an increasing interest for sustainable building, ecological approaches, renovation, reconstruction and protection of historical earthen buildings.

There was a significant increase in research activities following the huge floods in Bohemia and Moravia in 1997, 1998 and 2002. These disasters caused considerable damages in villages and towns. They revealed that the

number of historic earthen buildings in the Czech Republic was much higher than supposed.

Although earthen technologies are widely accepted by professionals and small businesses, legislation in this field is the most significant handicap for wider development. Today, the creation of standards is the most important research topic in this field.

4.1 RESEARCH AT BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY (BUT)

At BUT, research on the behaviour of earthen materials in housing is mainly carried out within the framework of a doctoral program. The results of the behaviour of earth material in a humid building are available in the research of the Faculty of Civil Engineering, Institute of Building Structures (Müller 2011). The mechanical and other properties of earthen bricks, pillars and short walls were tested at the Institute of Building Testing in 1996-1997 and again in 2008 (Fig.4). Long-term results of the use of earth materials in buildings are available from a series of doctoral theses processed at the Faculty of Architecture (Karasová 2011). In the future, experimental clay research is also expected to take place at the newly opened AdMaS (Advanced Materials, Structures and Technologies) research center in Brno.

4.2 RESEARCH AT CTU, PRAGUE

The research activities of CTU Prague in the field of earthen structures are mainly focused on modern architecture – on the mechanical properties of natural materials such as clay, straw, etc., earthen structures and technologies using earth. Research on mechanical properties of unburned



Fig.4: 600/150/900mm pillar failure cracks at mid-width and mid-thickness accompanied by other faults. Various wall sizes, clay materials, walls bonding pattern and the influence of moisture content were tested during the research.



Fig.5: Final collapse of testing 1.8 x 3.0 x 0.2 m wall consisted of 10 prefabricated rammed earth panels. Load bearing capacity 16N/mm², final vertical deformation 1.2% (37 mm).

bricks in humid environments were initiated following the floods in Moravia (1997) and in Bohemia (1998 and 2002). *Rammed earth*. Long construction time, labour-intensive technology, high risk of technological defects, limited time in season and volume changes during the curing period are some of the disadvantages of using rammed earth in modern structures. Prefabrication can eliminate these drawbacks and provide environmental benefits by reducing the negative impacts of site works on the environment. The main objective of this long-term project is to explore the possibilities of using prefabricated rammed earth panels for load bearing structures (Fig.5).

Research also focuses on the positive influence of earthen structures on the quality of the interior microclimate. Depending on the amount of clay and the mineralogical composition, earthen structures can help maintain relative humidity in the indoor microclimate due to sorption and desorption properties. A long-term research project is ongoing at the FCE and UCEEB CTU in Prague. The sorption properties of unique materials including clays are tested according to European standards and new test methods for dynamic sorption are under development. This type of test in a climatic chamber makes it possible to study the dynamic behaviour of real structures under «real» conditions. The latest research results demonstrate the positive impact of rammed earth and unburned bricks on relative humidity (Ruzicka 2015, 2016).

Other research questions related to naturally occurring materials and structures, including biodegradation or fire resistance (Fig 6) of straw bale structures, were addressed at FCE and UCEEB CTU.

5. CONCLUSION

There is a long tradition of earth building in the Czech Republic. The volume of earthen materials used in construction work by designers, manufacturers and contractors is increasing every year.

Craftsmen working with earth in the CR have the opportunity to acquire knowledge and skills through workshops and certifications. Civil engineering students, at the undergraduate and postgraduate levels, are familiar with earth in building structures. In major Czech universities (Brno University of Technology and Czech Technical University in Prague) doctoral programs focusing on earthen construction are offered. Broad and long-term research in earthen constructions is addressed in doctoral research in these universities and also in research institutes or specialized workplaces such as UCEEB in Prague.

Within the EAA, experiences are exchanged between craftsmen, designers, researchers, state care workers and foreign experts. This wide scope of experts has enabled the EAA to create, certify and operate the requalification of the Earth / Clay building maker course (code: 36-99-H/15), which is part of the Czech education system. EAA also offers the «Learn Earth» courses, ECVET level 3-4 certified, recognized by other earth-building organizations in Europe. The EAA provides, together with other partners, further activities - such as Healthy Houses conference, national meetings, lectures for chartered engineers

Fig 6: Test of 3x3 m load bearing straw bale wall specimen with clay plaster from interior in fire chamber at the end of the experiment. Final result: fire resistance REI 120 min (2h26')



and technicians - to transfer experience and relevant information to laypersons and professionals in cooperation with ČKAIT, Earth Sharing and others.

Despite the long-standing activity of the EAA and other educational institutions, awareness of the benefits and realities of earthen building materials is still underdeveloped. EAA objective therefore remains to carry out educational activities and support for manufacturers, craftsmen and designers. In the future, the EAA is preparing to open courses for designers of earthen structures. EAA is also trying to create or adopt one or more standards for the design of earthen load-bearing and non-load-bearing structures and to establish contacts with government authorities for civil engineering.

BIBLIOGRAPHY

Žabičková, I. (2003) *Hliněné stavby*, ERA, ISBN 978-80-86517-21-6.

Müller, J. (2011) *Vliv obkladových panelů z nepálené hlíny na tepelně-vlhkostní mikroklíma podkroví*, Ph.D. Thesies, Brno University of Technology

Karasová, A. (2010) *Rekonstrukce hliněných staveb v regionu Haná*, Brno University of Technology.

Ruzicka, J., Divis, J., Stanek, K., Havlik, F., Richter, J. (2016) *The influence of natural clays and earthen structures on the relative humidity of internal microclimates*, in: Lehm 2016 (digital conference proceedings)

Ruzicka, J., Havlik, F., Richter, J., Stanek, K. (2015) *Advanced Prefabricated Rammed Earth Structures – mechanical, building physical and environmental properties*. in *Rammed Earth Construction – Cutting-Edge Research on Traditional and Modern Rammed Earth*. Tylor&Francis Group, London UK, ISBN 978-1-138-02770-1

DIFFUSER LES CONNAISSANCES DE CONSTRUCTION EN BANCO DURABLE

ZOMBRE Prosper, Croix-Rouge Burkinabé

JACOBY Alexander, Croix-Rouge luxembourgeoise

CALZADILLA Maria, Croix-Rouge luxembourgeoise

RÉSUMÉ

Cet article aborde la valorisation de la construction d'habitations à base de banco en vue de renforcer la résilience des populations face aux inondations dans la province du Namentenga, au Burkina Faso, via un projet exécuté par la Croix-Rouge burkinabè en partenariat avec la Croix-Rouge luxembourgeoise.

Visant à sécuriser l'habitat en zone rurale conformément à son slogan « sécuriser l'habitat de la terre à la brique », ce projet met l'accent sur les fondations et soubassements surélevés, les barrières d'étanchéité, les poteaux d'angle, la ventilation croisée, ainsi que sur la mise en place de latrines familiales et d'aménagements villageois (diguettes, cordons pierreux, petits ouvrages de rétention d'eau). Ces techniques constructives combinent à la fois les pratiques traditionnelles et modernes simples et facilement reproductibles par les ménages dans le respect du contexte socioculturel de la zone d'intervention.

L'article met en avant l'approche multi-acteurs impliquant les communautés, autorités et leaders communautaires à la base ainsi que l'unité de recherche en abri (SRU) de la FICR en charge de la recherche dans la perspective d'une pérennisation des acquis. Des maçons locaux sont formés en construction ainsi que les volontaires de la branche locale de la Croix-Rouge qui réalisent aussi la sensibilisation communautaire avec l'approche participative pour la sécurité du logement (PASSA). L'article explique les stratégies en matière d'habitat et de résilience aux inondations, mises en œuvre par la Croix-Rouge burkinabè avec l'ensemble des acteurs dans un contexte d'exode rural et d'insécurité alimentaire.

L'article s'attache également à l'analyse des perspectives d'appropriation de techniques de construction en terre, adaptées au changement climatique ainsi qu'aux défis liés à la capitalisation et diffusion de celles-ci. Ainsi, il détaille le processus participatif de développement d'un Guide de bonnes pratiques avec l'ensemble des parties prenantes : populations, autorités et services déconcentrés de l'État, centres de recherche et organisations humanitaires.

INTRODUCTION

Au Burkina Faso, l'état du logement est caractérisé par la prédominance des habitats précaires, construits à base de matériaux non définitifs comme le banco et la paille. Ainsi, 70,1% de la population vit dans ces types de constructions (SCAAD 2011)¹. Le matériau de construction est principalement constitué de sables, d'argiles et d'eau. Toutefois, pour modifier ses caractéristiques, on peut y ajouter de la paille, des copeaux de bois, du crin, de la bouse de vache, de la chaux, du beurre de karité. La construction en banco est souvent mal acceptée par les communautés qui considèrent que seules les constructions en ciment font « moderne » et que ce sont donc les seules à mériter considération, posant ainsi un problème d'acceptabilité. Il s'avère nécessaire d'approfondir les recherches, la sensibilisation et la formation afin de donner au banco le lustre qui est le sien vu ses nombreux avantages. C'est pourquoi cet article sur la construction en banco au Burkina Faso via le projet de résilience des populations en matière d'habitat dans la province du Namentenga met l'accent sur la nécessité de formation des acteurs endogènes notamment les maçons locaux et leaders communautaires aux techniques de ces modèles de construction.

1. BREF APERÇU DE LA CONSTRUCTION EN BANCO DANS LA PROVINCE DU NAMENTENGA

Selon une étude réalisée par Pascal Carré (Carré, 2015)² pour le compte de l'Aide Internationale de la Croix-Rouge Luxembourgeoise (A.I.C.R.L), on rencontre deux types d'habitat dans la province : l'habitat de type Mossi et l'habitat de type Peuhl. L'habitat de type Peuhl, principalement constitué de cases faites uniquement de matériaux végétaux, permet des déplacements fréquents en fonction des nécessités de pâturage du bétail. L'habitat de type Mossi, est composé de cases et de maisonnettes faites de briques de terre crue et couvertes de paille, de terre ou de tôle.

Fig.1: test de cigare



Les cases sont rondes et ont un diamètre intérieur d'environ trois mètres. De forme légèrement conique, elles sont plus évasées en partie basse qu'au sommet. Les murs ont une hauteur d'environ deux mètres et sont en briques de terre crue. Les briques sont grossièrement moulées et ont une longueur de 40 cm, une largeur de 20 cm et une hauteur de 10 cm. Les murs ont une épaisseur de 20 cm, égale à la largeur de la brique. Grâce à leur faible hauteur ces briques sont relativement légères et donc plus faciles à manipuler et à appareiller. Les cases sont couvertes de paille posée sur une structure faite de perches de bois. La paille des toits doit être changée tous les deux ou trois ans, selon le soin apporté à la construction et la quantité de paille utilisée.

Les maisonnettes sont de forme rectangulaire et mesurent environ trois mètres de large sur quatre mètres de long. Elles sont réalisées en briques de terre identiques à celles utilisées pour les cases. Les murs ont une hauteur entre 3 et 3,50 mètres. Les maisonnettes sont soit couvertes de terre posée sur une structure de bois et de branchages, soit couvertes de tôles clouées sur une structure légère faite de chevrons en bois. Les tôles sont maintenues en périphérie par un acrotère construit en prolongement des murs. Tôles, chevrons, clous de couvreur et fer d'attache, pour ancrer les chevrons à la maçonnerie, sont achetés ensemble, comme un kit, et sont en général bien mis en œuvre.

2. PRATIQUES OU TECHNIQUES TRADITIONNELLES DE CONSTRUCTION EN BANCO ET LIMITES

Dans les différentes localités du Burkina Faso et dans la province du Namentenga en particulier, on observe des pratiques traditionnelles de construction utilisées selon les aléas pour bâtir de façon solide le logement en banco. Ces techniques vont de la confection des adobes à la mise en place de l'enduit en passant par les fondations et les appareillages. Cependant, certaines difficultés décrites

ci-dessous jalonnent la réalisation de ces composantes de l'habitat.

2.1 CONFECTION DES ADOBES

Les adobes sont faits de terre simple aux abords des points d'eau ou à proximité des endroits de construction de la maison. La faible résistance des briques de terre crue à l'eau constitue l'une des causes principales des dégâts considérables, engendrés par les inondations récurrentes sur l'habitat. Ainsi lors de pluies abondantes, le bas des murs baigne dans l'eau pendant plusieurs semaines, les briques de terre se désagrègent et la maison, sapée à sa base, s'écroule sous son propre poids. Les maisons doivent donc être reconstruites régulièrement. Pour y remédier, il est ajouté des éléments tels les pailles dont la décomposition entraîne une adhésion à la terre.

2.2 FONDATION

Il est important de noter que ni les cases ni les maisonnettes n'ont de fondation. Parfois on trouve un soubassement fait de deux assises de briques de terre posées « en boutisses ». Le plus souvent la première assise de briques est posée directement sur le sol qui a été aplani au préalable. On observe par ailleurs de nombreuses techniques pour protéger le bas des murs : masse d'usage en terre, enduit en ciment, moellons de latérite. Aucune de ces techniques ne protège efficacement les briques de terre crue contre l'eau et les remontées d'humidité. Les maisons, réalisées ainsi sans fondation ne résisteront pas beaucoup mieux à la saison des pluies. L'habitat pose un problème permanent, ce qui a un fort impact sur l'économie des ménages et maintient les communautés dans un état de précarité chronique.

2.3 ENDUIT

Fréquemment, les briques ne sont pas couvertes d'enduit et sont ainsi exposées à la pluie qui les lessive et réduit leur solidité. Dans les cas où l'on note de l'enduit posé sur

les cases ou maisonnettes rectangulaires, ces enduits sont très souvent composés d'argile à laquelle l'on ajoute des bouses de vache ou de la paille. Le ciment est de même utilisé pour réaliser les enduits malgré le constat d'une non-adhésion du ciment aux adobes simples. Toutefois, les communautés disposent d'une parfaite maîtrise des techniques de pose de l'enduit qui peuvent être valorisées.

3. DE LA NÉCESSITÉ DE FORMER LES ACTEURS AUX TECHNIQUES AMÉLIORÉES DES CONSTRUCTIONS EN BANCO

De nombreux ouvrages mettent en avant les avantages des constructions en terre crue tel que par exemple SOLIDARITE-AFRIQUE (2005)³.

D'un point de vue écologique, le banco est souvent disponible localement en grande quantité, ce qui nécessite aucune énergie de transport. La fabrication des briques en banco (en terre crue) nécessite très peu d'énergie, contrairement à la fabrication des briques en terre cuite qui demande beaucoup d'énergie et entraîne souvent comme conséquence la déforestation. De même, la production de ciment demande beaucoup d'énergie. De plus, le banco est entièrement recyclable.

Au niveau confort le banco présente une grande inertie calorifique et une très bonne régulation hygrométrique ainsi qu'une bonne isolation phonique.

S'y ajoutent les avantages suivants : prix imbattable, surtout dans les pays où la main d'œuvre n'est pas trop coûteuse, grande durabilité, peu d'entretien, excellente résistance au feu, résistance aux insectes xylophages et résistance aux champignons et à la moisissure.

Au regard de tous ces avantages, il est plus que jamais capital de promouvoir et diffuser les techniques améliorées de construction en banco ainsi que de former les acteurs pour l'application sur le terrain. Le projet proposé par la Croix-Rouge burkinabè en partenariat avec la Croix-Rouge luxembourgeoise a pour objectif d'améliorer l'habitat traditionnel en banco. Il s'agit d'augmenter les capacités de résilience de la population en mettant en œuvre des activités utilisant des techniques simples et facilement reproductibles, et en développant de « bonnes pratiques » au sein des communautés. Ainsi, nous nous sommes focalisés plus particulièrement sur l'amélioration de la base des maisons en proposant des techniques et des matériaux durables. La technique consiste à faire les fondations et le soubassement en « béton cyclopéen », soit des blocs de latérite appareillés dans un plein bain de ciment. Cette solution a l'avantage d'être très répandue au Burkina Faso pour la construction des fondations, des murs de contention et des ouvrages d'assainissement. Une autre technique visant également à améliorer la durabilité de l'habitat traditionnel en banco consiste à construire des poteaux d'angles attachés aux murs et faits avec les mêmes briques. D'une part, ces piliers disposés aux quatre coins de la maison donneront plus de stabilité à la construction. D'autre part, les surépaisseurs formées par les poteaux renforceront les angles contre l'érosion due au vent, qui est également un problème important dans la région. Les angles sont en effet les parties de l'édifice les plus sensibles aux vents qui désagrègent les briques de terre

en particulier des parties hautes. Les piliers d'angle sont fréquemment employés dans la construction en brique. Par souci de reproductibilité, et pour que l'appropriation des bénéficiaires soit meilleure, il est préférable de ne pas changer, ou le moins possible, les autres parties de la construction.

Différentes étapes sont à prendre en compte pour la formation des acteurs.

3.1 DÉFINITION DU PROTOTYPE DE L'HABITAT DURABLE

L'approche privilégiée fut celle de multi-acteurs et de consensus avec les communautés. Pour ce faire, l'unité de recherche en abri, le SRU, a joué un rôle prépondérant en ce sens qu'elle a facilité l'élaboration participative des plans des maisons avec les communautés bénéficiaires, les autorités locales, les leaders communautaires et la Direction Régionale de l'Habitat et de l'Urbanisme (DRHU). Des ateliers de restitution regroupant l'équipe projet, la DRHU, le SRU en présence des leaders communautaires représentant les bénéficiaires et les autorités administratives locales, ont permis de discuter des plans en vue d'adopter ceux qui définiront le prototype. Au sortir de l'atelier du 30 septembre 2016, le prototype à deux pièces distinctes avec les portes vers l'extérieur a été adopté. L'adoption de ce prototype tient au fait que les familles sont majoritairement polygames et souhaitent des chambres séparées qui bénéficieront aux femmes et à leurs enfants. Toutefois, les conclusions de cet atelier autorisent les bénéficiaires qui souhaitent un bâtiment chambre-salon à adopter ce plan avec une ouverture vers l'extérieur et une autre vers l'intérieur. Les maçons réaliseront les habitats sur la base de ces plans adoptés.

3.2 IDENTIFICATION DES MAÇONS ET DÉVELOPPEMENT D'EXPERTISE LOCALE

Le capital humain reste la pierre angulaire du succès du développement d'une expertise locale en vue de la promotion des techniques de construction en banco et ce, en vue de promouvoir un développement durable. Le projet de résilience des populations en matière d'habitat dans la province du Namentenga a intégré ce facteur en prônant une intervention multi-acteurs dont les maçons locaux, les volontaires de la branche locale de la Croix-Rouge, l'unité de recherche en abri basée au Luxembourg, le SRU (Shelter Research Unit).

L'identification des maçons s'est effectuée sur la base de critères prédéfinis et la mise en place d'un comité de ciblage dans chaque village. Ce comité était composé de représentants de jeunes, de femmes, de personnes âgées, de personnes vivant avec un handicap et de leaders communautaires. Cette représentativité du comité de ciblage donne de la crédibilité au choix opéré et suscite la confiance entre les membres de la communauté. Les volontaires de la Croix-Rouge sont de même identifiés selon des critères de dynamisme, de dévouement, du don de soi ainsi que la disponibilité pour accompagner le processus. Une fois que l'on s'assure d'avoir opéré les choix de façon consensuelle, les acteurs doivent être formés.

3.3 FORMATION DES ACTEURS

Le développement de l'expertise locale à même de dupliquer le savoir-faire passe par un renforcement

de capacités. Ainsi, la compréhension des avantages que comportent les améliorations proposées constitue une source de motivation forte pour les apprenants. Le prototype proposé dans le cas du projet Namentenga ressort les avantages suivants :

- une fondation en béton cyclopéen pour éviter les écroulements et les fissures ;
- un soubassement de quatre couches en adobes stabilisés avec un pourcentage de 10% de ciment pour lutter contre l'érosion du bas ;
- une barrière capillaire pour éviter les remontées d'humidité au niveau des murs ;
- des poteaux d'angles pour éviter les fissures et consolider les murs ;
- une charpente en chevron bois rouge de 8 cm x 8 cm sur le côté transversal et longitudinal pour mieux supporter la toiture ;
- un acrotère de deux couches d'adobes pour éviter le décoiffement ;
- un solin en sable bitumé pour éviter l'infiltration des eaux entre les tôles et l'acrotère ;
- un enduit en sable bitumé pour protéger les murs et un chaperon pour aussi protéger les têtes des murs ;
- de grandes ouvertures (fenêtres) fixées face à face, et des ventilations en ciment permettant une meilleure circulation de l'air à l'intérieur de la maison limitant ainsi les fissures.

La formation des apprenants s'est déroulée sur une période de trois semaines au travers de plusieurs étapes :

TEST ET ANALYSE

Les tests et analyses réalisés pour définir les bonnes terres à utiliser ont été faits dans le cadre d'une approche recherche-action, impliquant les maçons et les volontaires et contribuant à la sensibilisation et promotion des techniques de construction en terre crue améliorées.

L'une des techniques utilisées est le test du cigare. La terre convenable est comprise entre 7 et 15 cm. Les maçons et les volontaires ayant pris part à la formation ont été initiés à cette technique. Comme le témoigne la figure ci-dessous montrant des maçons qui s'exercent, ces derniers ont maîtrisé cette technique afin de déterminer de façon pratique sur le terrain la bonne terre devant servir à confectionner les adobes. Fig.1.

Enfin, nous devons calculer le pourcentage de couche d'argile. Nous avons obtenu 4 cm au total de terre pour 1 cm d'argile (couche supérieure). Pour rendre fiable cette technique nous avons décidé de fabriquer un adobe stabilisé à 10% de ciment pour voir son comportement. Après confection de l'adobe, nous avons procédé aux tests tels que décrit dans Fig.2 / Fig.3 / Fig.4.

En somme, les tests se sont avérés concluants. Ils ont permis à l'équipe du projet de renforcer la capacité d'identification des bonnes carrières des maçons qui sont tous originaires des villages d'implantation du projet et qui diffuseront à leur tour les techniques de test et d'analyse. Cette expérience fut inédite pour les maçons dont beaucoup manquaient de mots pour exprimer leur joie pour ces connaissances acquises. L'un d'eux s'exprima

en ces termes : « Ces gens sont des génies. Comment ils arrivent à faire ça ? », demanda-t-il discrètement à l'un de ses collègues maçons tout aussi ébahi. Ce maçon du nom de Hamidou est un vieux maçon qui exerce cette activité depuis sa tendre enfance dans le village de Nièga. Quand les membres de l'équipe de la Croix-Rouge burkinabè ont extrait d'un grand récipient une brique qui y avait été plongée deux jours avant, il n'en croyait pas ses yeux. La brique, pourtant faite de terre, était toujours en parfait état. Sa stupeur est devenue plus grande quand l'un des agents est monté sur la brique, suspendue de part et d'autre par deux supports, sans qu'elle ne se brise. De quoi lui arracher un sourire discret, doublé d'un hochement de la tête plein d'ahurissement.

Fig.2 : Test mécanique une semaine de cure (30cm d'espacement entre les 2 adobes)

Fig.3 : Test d'immersion (l'adobe doit garder sa forme initiale après 24h d'immersion)

Fig.4 : L'état de l'adobe après 8 jours d'immersion



Fig.5 : Prototype de l'habitat durable construit à l'issue de la formation



RÉALISATION PHYSIQUE D'UN PROTOTYPE

Suite à la phase de tests, les apprenants ont réalisé l'habitat amélioré et participé aux activités suivantes :

- la confection des adobes stabilisés et des adobes simples au cours de laquelle les maçons ont été entretenus sur le
- dosage en vue de la confection de l'adobe stabilisé ainsi que des techniques de curage et de séchage ;
- l'implantation : sous la supervision des formateurs, les participants ont procédé à l'implantation de la maison durable. Conformément aux plans de réalisation du bâtiment adoptés par l'ensemble des parties prenantes (techniciens de la Direction Régionale de l'Habitat et de l'Urbanisme, du Shelter Research Unit, et de l'équipe projet), les maçons ont appliqué les techniques en la matière pour implanter le bâtiment ;
- l'excavation ou fouille en vue de la pose de la fondation et du soubassement ;
- la réalisation de la barrière capillaire et construction des murs ;
- le tôlage et la mise en place des ouvertures de la maison ;
- la pose des enduits (intérieurs et extérieurs) et la chape.

Toutes les étapes franchies ont abouti à l'érection du prototype du bâtiment durable sur le site abritant le siège du comité provincial de la Croix-Rouge du Namentenga. Tous les maçons ayant pris part à cette formation ont reçu un kit de matériel de construction. Vingt maçons et six volontaires ont été formés pendant trois semaines. Au final, c'est une équipe satisfaite de l'encadrement et des techniques apprises qui se déploiera sur le terrain pour réaliser les constructions. Toutefois, l'équipe projet a pris l'engagement de poursuivre cet encadrement car, au regard du niveau des maçons, certains pourraient être confrontés à des difficultés. Une grille d'évaluation a permis de juger le niveau des participants et laisse entrevoir les

encadrements nécessaires pour chacun des maçons. Pour soutenir l'encadrement des maçons, un guide a été élaboré démontrant par des illustrations toutes les étapes de réalisation de l'habitat. Les maçons ont salué cette initiative car ce guide constitue, pour eux, une grande mémoire. Fig.5 / Fig.6.

4. LEÇONS APPRISSES

- Doter les maçons de matériel de construction renforce leurs capacités opérationnelles et constitue une stimulation.
- La réalisation des adobes stabilisés s'effectue hors période hivernale et de grande humidité afin de faciliter leur séchage.
- L'implication de toutes les couches sociales au processus de développement de l'expertise locale est gage de succès.
- Adopter une stratégie multi-acteurs et un mode opératoire recherche-action, pour définir des solutions en matière d'habitat adaptées au contexte socioculturel et pour assurer une promotion durable du savoir-faire co-construit, est très important.

CONCLUSION

La formation des communautés en vue du développement de l'expertise locale constitue un socle important dans la valorisation de la construction en banco. La formation devient l'étape incontournable pour mettre en confiance les communautés qui délaissent ces types de constructions au profit des technologies modernes qui en somme ne sont pas à leur portée. L'expérience de la Croix-Rouge via le

projet de résilience des populations en matière d'habitat dans la province du Namentenga a fait de la formation des acteurs son cheval de bataille et un accent particulier a été mis sur l'élaboration d'un guide de formation des maçons. Aussi, l'équipe projet, sous l'encadrement technique du SRU et de la DRHU, a entamé un processus d'élaboration d'un guide de bonnes pratiques en matière de construction durable à base du banco et s'inspire des expériences de la Croix-Rouge luxembourgeoise dans la mise en œuvre de ses projets de construction en banco au Burkina Faso, au Niger, au Mali et au Sénégal. Toutefois, dans le cas du présent projet, des difficultés subsistent, notamment l'instabilité des acteurs formés, le manque de soutien continu des autorités administratives et politiques. À cela s'ajoute le besoin d'un renforcement des politiques de promotion de ces types de construction au sein du Ministère en charge de l'Habitat au Burkina Faso. Cependant, au regard des politiques mondiales actuelles en matière de protection de l'environnement et en vue de faire face aux effets du changement climatique, il n'y a pas de doute que l'utilisation des matériaux locaux et la construction améliorée en banco constituent des pistes de solution incontournables. Pour y arriver, la formation des acteurs ainsi que la stratégie de la construction participative sont des leviers importants. Par ailleurs, la recherche des solutions se doit d'être multi-acteurs afin de fédérer les efforts des chercheurs, des maçons et des communautés. La diffusion des connaissances de construction en banco durable, tel est le credo de la Croix-Rouge luxembourgeoise et de la Croix-Rouge burkinabè. Pour y arriver, notre perspective demeure le multi-partenariats avec l'entière conviction que la formation et la recherche doivent rester les piliers pour apporter des solutions d'habitat sûr à nos communautés.

¹ Source SCADD (2011), Stratégie de Croissance Accélérée et de Développement Durable) du Burkina Faso

² CARRE Pascal, (2015), Étude de faisabilité de l'A.I.CRL du Projet « Résilience des populations en matière d'habitat dans la province du Namentenga »

³ SOLIDARITE-AFRIQUE.lu a.s.b.l. est une jeune association, créée en 2005, et dédiée au développement humanitaire en Afrique. L'association est jeune, mais la majeure partie de l'équipe est formée par des anciens d'une des plus grandes ONG (organisation non gouvernementale) du Luxembourg.

BIBLIOGRAPHIE

Carré, P. (2015), *Étude de faisabilité de l'A.I.CRL du Projet « Résilience des populations en matière d'habitat dans la province du Namentenga »*

Solidarité-Afrique.lu (2005), Construction en terre crue, site internet : www.solidarite-afrique.lu/informationsutiles/1055

SCADD, (2011). *Stratégie de Croissance Accélérée pour le Développement Durable*. Burkina Faso

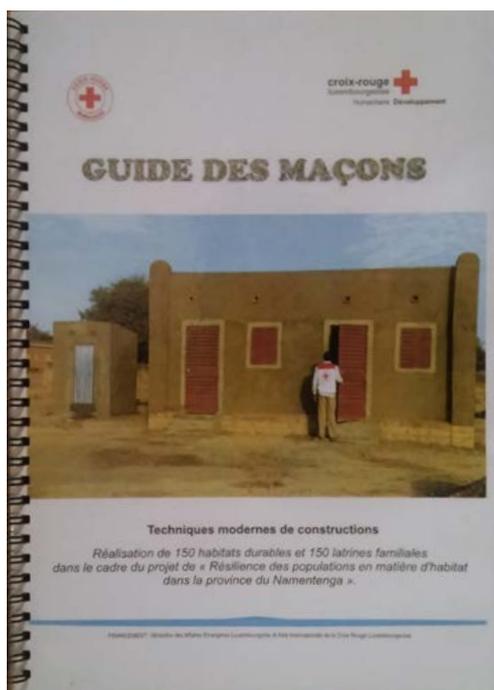


Fig.6 : Guide des maçons

INTEGRAL TECHNICAL TRAINING FOR WOMEN IN NORTHERN NICARAGUA

CENTENO Amanda, Asociación de Mujeres Constructoras de Condegas, Nicaragua / AMCC - MesoAmeri-Kaab Network

SHEARS Helen, Asociación de Mujeres Constructoras de Condegas, Nicaragua / AMCC - MesoAmeri-Kaab Network

SÁNCHEZ MEDINA Fátima, Asociación de Mujeres Constructoras de Condegas, Nicaragua / AMCC - MAK Network

SUMMARY

The *Asociación de Mujeres Constructoras de Condegas* (AMCC) is an autonomous organisation with 30 years of experience in women's rights and technical trainings. Its work focuses on promoting change, through comprehensive education, so that women are able to address personal, social and institutional challenges and prejudices.

AMCC has proven its ability to find opportunities in challenging situations, such as after the hurricane Mitch in 1998, leading a reconstruction process to house women in the municipality of Condegas. Since then, AMCC has concentrated on "building young women's capacity" and improving their responses to their material, political and cultural conditions, discovering and practising a new kind of inclusive, liberating, creative and personal power that has stimulated research and critical thinking.

The need for a larger and better located site led the AMCC to engage in the revival of traditional earth building practices, thus consolidating its own self-building skills and integrating other practices rooted in cultural exchange. The aim is to improve the connection between producers and consumers, a relationship that has deteriorated under global capitalist system, which promotes individualism and consumerism.

In its new strategic plan for 2018-22, AMCC projects its technological and ecological youth centre as a space for training women on their rights, using clean and appropriate technologies. The space will also serve to promote the ancestral values of women's creativity and legacy, which in turn teach values of inclusion, diversity, investigative query and democratic ideals.

1. INTRODUCTION

This article describes the experience of the *Asociación de Mujeres Constructoras de Condegas* (AMCC – Association of Women Builders of Condega in Nicaragua) in developing its Women's Technical Training School during which it

engaged in building, carpentry, welding and electricity and teaching trades to other women. The school was later moved to larger premises, designed by using earthen construction systems, and built by students. It was renamed "*Centro Tecnológico y Ecológico para la Juventud*" (Technological and Ecological Centre for Youth).

From the beginning, AMCC has implemented integral education with its staff and target groups, analysing gender roles, promoting women's empowerment and environmentally friendly practices applied to all aspects of life particularly in building sustainable habitats. The Association has allied with other organisations to create synergies. In 2017, it joined the Mesoamerican Network, a platform composed of more than thirty civil organisations, education and training centres from Mexico, Honduras, El Salvador, Guatemala and Nicaragua. In this space, members assess and share their experiences on the revival of ancestral construction cultures that have proven to be autonomous and sustainable over the centuries, working on the common theme of producing social housing. As a member of this network and a group of women committed to defending their basic rights, the AMCC was encouraged to share its story.

2. GENERAL FRAMEWORK

Women who study and work in "men's" trades and professions, such as architects, engineers and trade technicians, are obliged to break with their traditional gender role from the beginning, whether deliberately or not, and challenge society. It is radical for a woman to take on a different role in working with earth as a building material rather than using industrial materials, seeking to improve housing conditions and contributing to sustainable and ecological architecture. These intersecting paths that run through the commitment and work of the AMCC, are the place where people can question and experiment with other ways of cultivating social relationships and also of connecting to the natural and built environment.

On the subject of women and change, it is relevant to quote Marcela Largarde's words: "Many people think that changes occur with extraordinary events, with breakthroughs, with processes that make changes from one day to another and then we find paradise on earth. But modern history of women is different. It is the story of the permanent transformation of the world. It is a political proposal different from the hegemonic ones. It is about the daily transformation of the world and the conditions for life. That is why we are very close to different women, because we share that invention of the world, that creative capacity is the ability for enlightening the world" (Lagarde, 1999).

2.1 CONTEXT

Women and men who come to the AMCC are mainly looking for a way to solve problems or share something. For girls, especially university or high school students, this is the time of life when they find themselves in a dangerous cultural environment in which beliefs, myths and customs reinforce the subordination of women's bodies and lives. Family upbringing patterns with authoritarian roles, social mandates and a dominant father figure, as well as social pressure, mean that women have to choose between conforming or taking a critical stance. There is a lot of stigma, indifference and lack of empathy for what happens to women and for those who choose not to conform, the latter often coming from open and supportive families.

Nicaragua's history is marked by: 1) struggles against dictatorships at different times and the implications of this; and 2) the vulnerability of the Central American isthmus region to seismic activity and hurricanes.

In addition, the following two points have also influenced the development of the AMCC:

- The 1979 revolution changed the history of Nicaragua and won the solidarity of many people around the world. However, in the late 1980s, many women sought to break free from political party structures, focusing on the feminist struggle for equality, among other demands. This led to the creation of a powerful social movement and many women's groups and NGOs were founded, some of which still exist. At the time of writing, the country is in deep crisis with a large part of the population seeking a peaceful democratic transformation and facing a repressive government out of touch with reality.
- In 1998, Hurricane Mitch caused a disaster and crisis, adding to the list of previous devastating hurricanes and earthquakes.

These and other turbulent and adverse contexts are situations that AMCC has managed to overcome, by reacting quickly and finding opportunities for local women's commitment. However, in recent years it has strategically focused on young women, considering the sustainability and stability of the future of the organisation and those involved. Many young women are excluded from formal secondary and university education, have little access to a variety of opportunities and face many barriers to challenging traditional gender roles. Unplanned pregnancies are common among young women and girls. For those living in rural areas, access to educational, social and employment facilities is very limited. Many young

Fig.2: Technical drawing class in basic carpentry course, 2006, Condega - Nicaragua



women have suffered trauma due to abuse and violence. Some seek to escape their situation by aspiring to achieve independence and learn to defend themselves in private and public life.

When young women come to the AMCC, they find an environment that offers trainings in women's rights and technical trainings. This, combined with the infrastructure that demonstrates the revival of earth building traditions and ecological proposals for sustainable living, is very attractive. In northern Nicaragua, earthen construction is an economically viable system that contributes to sustainability, unlike industrial materials. Reducing dependence on imported materials, promoting local handicrafts and women's self-building processes are of interest, as many women seek to build their own homes and become land or property owners on their way to independence. For young women who have already chosen a career in architecture or engineering, they are in a place where they can develop skills through internships and work experience, others participate because they find what they are looking for and contribute with what they have. Professionals from these fields support the organisation and bring their technical knowledge and advice to the buildings and courses at the AMCC.

3. HISTORY OF AMCC

3.1 MISSION OF AMCC

AMCC is an autonomous women's organisation with 30 years of experience in technical training and women's rights advocacy. It provides integral education in a safe environment, on its own site with space for experimentation, offering youth and adults good conditions for development and capacity building, and encouraging environmentally friendly practice.

3.2 TRACING BACK TO HISTORY OF AMCC

In 1987, women from other regions, with their own accumulated experience, got together with eight women from the municipality to build a primary school in Condega. The workers of the brigade (Fig.1) were interested and willing to act in solidarity with Nicaraguan women who

Fig.1: "Brigada compañeras" from USA with women from Condega, 1987, Condega - Nicaragua



were open to novelty, change and the discovery of their rights to assert themselves, grow and develop. From that first experience, the local group looked for other similar jobs and obtained funding to build their own premises. These were built in different stages through "learning by doing". It functioned as a small training workshop, mainly for women, with a focus on apprenticeship and woodworking, integrating new women as they became involved and trained. Seminars and discussions on gender accompanied all processes.

In 1998, Hurricane Mitch put the AMCC to the test with its intensity. The opportunity arose to bring out the best in women, as the conditions were right to involve more than 25 tradeswomen in the reconstruction that followed, as well as others at various stages, including builders and international volunteers. From 1999 to 2001, they built 32 houses and took on other contracts inside and outside the municipality. Situations like this have shown the ability to turn disaster into opportunity.

In 2005, the Women's Technical Training School was founded and accredited by the National Institute of Technology - INATEC (official certification body for technical training). It targeted young women by offering one-year basic technical courses (basic carpentry, electric welding, domestic electricity) (Fig.2). In 2007, the curriculum was expanded to include short specialisation courses in renewable energy and craft technologies (making silos for grain storage with zinc welding, photovoltaic energy systems, wood carving). At the same time, the AMCC has started to experiment and learn about improved adobe as a sustainable and appropriate building system.

In 2009, gender seminars were extended to young people on sexual and reproductive rights issues, and a group of young women, *Nací para Volar* (Born to Fly), was formed to promote activities with their age group. Currently, many young women come to the AMCC through the Youth Initiatives programme (sexual and reproductive rights, ideological education), and are then motivated to enrol in a course in the technical school programme, or vice versa. Ultimately, this is the intention of the AMCC. The exchange between the programmes makes the integral development of young people possible.

Fig.3: Welding graduate, 2008, Condega - Nicaragua



4. DEVELOPMENT OF AN INTEGRAL EDUCATION MODEL

4.1. INTRODUCTION TO THE CONCEPT OF INTEGRAL EDUCATION

In the AMCC, feminism, technical training and ecology come together, in a place known for its work especially with young people and in natural building. It is the result of years of work, achieved through the progressive development of a growing and real life educational model.

This model is based on the philosophy of women's empowerment and human rights and the guiding values of the organisation. These objectives are collectively constructed and cover the whole organisation, and were updated during the recent strategic planning process. They are as follows: Gender and equal opportunities; Respect for diversity and sexual options; Equal political participation; Autonomy and economic independence; Personal and collective growth; Personal integrity and coherence; and Environmental conservation (AMCC, 2017).

4.2. METHODOLOGICAL AND CURRICULUM DEVELOPMENT

Formalised in the Technical School curriculum, the inclusion and gradual adaptation of gender modules and complementary training (mathematics and science), as well as the incorporation of the environmental theme, are some of the elements that contribute to this model. The emphasis on developing practical and productive skills, including aspects of budgeting and small business administration, contributes to prepare students to market their services when seeking for work. This implies guaranteeing a sustainable educational process for students, and enables the AMCC to offer quality courses that articulate between the technical, the ideological, the economic and the ecological. In order to achieve this, the AMCC had to proceed as follows:

- Acquire human resources with a higher level of education and experience, including course graduates who stay on to join the team, either in self-build, trades and teaching, or more permanently in the staff.
- Strengthen alliances with other educational centres and related NGOs, particularly with other women's organizations.
- Reaching out to target groups and the educational community (parents, families, teachers and leaders).

Fig.4: Practical classes of students in natural building, 2015, AMCC



- Improve student recruitment strategies through the Youth Initiatives Programme and reduce the drop-out rate from courses, particularly among young women.

The idea of the Technical School was born in 2001, following an assessment of the experiences of the first ten years of the organisation's existence. This included an analysis of teaching and learning processes: "One of the most novel aspects of the AMCC proposal is the methodology to train women in non-traditional trades...This methodological conception, apart from allowing the incorporation of women into the trade, in terms of training, is also a combination of popular education methodology with other methods. They start from the premise of "learning by doing", applied to teaching and learning processes in the trades, and at the same time, the masculine character is demystified, from the generic point of view". (Marta Yllescas, 2001) (Fig.3).

A staff training process followed, including the design of the courses themselves, the preparation of the curriculum, and the writing and design of teaching manuals and student books. The proposal was to offer an integral technical training: the basic technical courses included complementary education (mathematics, natural and social sciences) serving as reinforcement for students studying secondary level in parallel, as well as modules on gender and small business administration.

4.3. INTEGRATING EARTH CONSTRUCTION, A NEW STEP

In Central America, the use of earth as a building material dates back to pre-Columbian times and is a legacy that forms part of the cultural identity. The pre-Columbian population used earth to build and many archaeological sites reveal examples of variations of *bahareque* and adobe. In Condega, a municipality in the county of Estelí, where the AMCC is located, there is an excavation in San Diego, which reveals that the occupation of this site dates from 500 AD. These excavations do not provide much information regarding the building systems used in houses, however in this area and throughout northern Nicaragua, earthen construction is a recognised tradition: "Of the total of dwellings currently built, 73% are adobe, especially in Nueva Segovia, Estelí, Madriz and part of Jinotega" (Dulce María Guillen, 2014).

Diagnostics carried out by the AMCC (2015 - 2017) in two sub-regions of Condega, showed that in the sub-

Fig.6: Interior view of dormitory in model house, built in earth, 2017, AMCC



region II, Santa Lucia, and sub-region V, Ducuale grande (which includes San Diego), earth-building techniques predominate. 68% of the houses that are built with earth as a building material are made of "traditional" adobe, 23% are built with a mixture of fired bricks or cement blocks with adobe or *bahareque*, and only 9% are built with *bahareque*. In the search and appraisal of the cultural identity of pre-Columbian populations of Nicaragua, research shows that dwellings were built from natural materials and, although evidence is scarce, there is much to learn about sustainability.

In 2007, AMCC identified the need to move to a larger location and, with the support of Nicaraguan architect Dulce María Guillén, began to work on the participatory design of a master plan that included earth buildings. At that time, discussions and workshops on earthen construction also took place with the AMCC team and a group of local builders.

When AMCC acquired its new premises, it began with the first earth building, contracting a local builder and his team, including young labourers. In 2012, the self-build improved adobe and natural building workshops and courses began, with students, young people and adults. Some of the graduates of the courses continued to work in requalification processes, either in the natural building team or in other trades (Fig.4).

The specialisation courses have given young engineering and architecture students who come to the AMCC for courses and practical experience the opportunity to get involved in tasks where they can apply their knowledge through practice and experimentation. The integration of people is essential to promote active participation through the "learning by doing" methodology. Graduates from other trades taught at AMCC can also work on second fix and finishes on buildings where carpentry work is required, also electric welding, mains grid and photovoltaic electrical installations (Fig.5), rainwater harvesting, amongst other conventional and innovated technologies. Specialisation in the maintenance and repair of earthen buildings, plastering and finishing are the subject of monthly workshops. These also attract people interested in the artistic and creative part (murals and decorations) and promote multidisciplinary exchanges.

Fig.5: Installation and maintenance of solar photovoltaic energy systems course, 2016, AMCC



Since 2015, the AMCC has included in its master plan proposals for ecological and alternative systems that respond to responsible waste treatment, diversification of spaces, responsible use of resources, etc. The first stage of rainwater harvesting was carried out with the support of French university students through the solidarity group Esteli Solidarité, and the experimentation of green roofs with an Argentinean architect living in Nicaragua. These are examples of how the AMCC is able to obtain support from external resources, especially in new technological areas. The use of earth as an ecological building material and the use of photovoltaic solar energy are other examples that respond to environmental needs.

AMCC uses available natural resources, in practical work where knowledge and experimentation unite and are revived in self-build projects (ancestral ways of teaching). This facilitates access to exchange and fair trade, applied to day-to-day activities, by sharing practices that reconnect with a simple and almost forgotten way of living. The implementation of ecological technologies in or outside AMCC premises is always done through teaching-learning processes in which young people are involved, discover their own capabilities and prove the importance of their contribution towards the urgent social transformation.

5. PROPOSALS FOR THE FUTURE

AMCC presents and sums up its experience recently in its new strategic planning 2018-22, with this vision

(AMCC, 2017):

- AMCC is a space for women trained in rights, clean and appropriate technologies that encourage an inclusive, diverse, critical and democratic culture;
- young women live their power in a healthy and natural environment, contributing to the construction of a fair, equal and sustainable society.

For the period 2018-22, AMCC projects the new Technological and Ecological Youth Centre, based on a theory of change at different levels:

Changes in knowledge and thought through the following:

- processes of ideological formation with young women;
- creating confidence to rebuild the self-esteem of abused young women;
- technical training processes (experimental spaces where mistakes are part of learning, so that young women can improve, feel included);
- promoting reading and a literary culture, critical discussion as an important path for knowledge, and an antidote to face fears, prejudices of all kinds and, above all, for personal self-awareness.

Changes at the collective level where young women promote strategies such as:

- preparation of research projects in schools by young women, with topics related to what they know;
- exchanges with organizations and in common interest spaces, to generate identity and collective self-assessment;

- critical leadership;
- work in parallel with the educative community.

Changes in behaviour:

- AMCC staff and young women are role models or references for others;
- young people in processes of changing attitudes and using new skills;
- participatory methodologies;
- activities that promote a sense of responsibility and identity;
- good practices implemented in the physical space of AMCC.

This dynamic work philosophy of the AMCC aims at sustainability based on individual and collective contributions. The experience of the last five years in the construction of the new centre (Fig.6) has made it possible to consider the proposal for the next period, to deepen and expand courses to influence the improvement of earth practice in the communities, particularly with builders who already work or want to work with it. This is part of a proposal towards sustainability that develops critical thinking, the search for autonomy against consumerism and massive capitalism where women are the main protagonists in these processes.

6. CONCLUSION

Processes such as those developed by the Association of Women Builders of Condega have focussed on the importance of personal growth at the individual level to be able to achieve collective growth. For women to experience, even once in their lives, working in a field from which they have been excluded for millennia, means that they can reconnect with their inner and ancestral strength. The AMCC experience, which combines feminist thinking with technical training and ecological principles, has proved to be an innovative and unique proposition. Positive discrimination allows women to have access to and develop in new disciplines and to share with other women.

It could be said that sudden and unexpected events have changed the course of the organisation, but without the daily struggle of the women who have taken part in the organisation over the years, it would not have survived the pressures of modern times. The men who have participated in the various activities have expressed their satisfaction and have also discovered different ways of interacting that make them freer and closer to this other part of humanity and nature. Aiming for a culture based on the celebration of life is one of the keys to sustainable development.

BIBLIOGRAPHY

Octubre, Managua, Nicaragua

AMCC. (2017). *Strategic Planning 2018 – 22*, AMCC, Condega, Nicaragua

Yllescas, M. (2001). *Systemisation of experiences*, AMCC, Managua, Nicaragua, p. 18

El Nuevo Diario. (2014). *An architect rescuing adobe, interview with Dulce María Guillén*, Carazo, Nicaragua

CHILE: EDUCATION AND EARTHQUAKES, KNOWLEDGE TRANSFER AS A RESPONSE TO THE SEISMIC CONDITION

RIVERA VIDAL **Amanda**, Escuela de Construcción en Tierra ECoT, Santiago, Chile

ABSTRACT

After the earthquakes of 2010 (8.8MW in the Cauquenes Province) and 2015 (8.3MW in Illapel, Choapa Province), various initiatives have taken root in Chile in response to the lack of information among professionals, technicians, workforce and the population in general. These include educational initiatives that focus on the valorisation of an ancestral know-how.

This article seeks to indicate the relationship between different types of knowledge transfer initiatives on earthen construction since the aforementioned earthquakes.

The connection of different types of education in the field of earthen reconstruction becomes fundamental. Here, the formal education of professionals and technicians is linked to the training of local workforce based on the need for post-disaster reconstruction, and at the same time it is linked to the governmental programmes for the reconstruction of earthen dwellings. These initiatives have turned these natural events into an opportunity to improve and recognize the traditional knowledge of earthen construction.

INTRODUCTION

Chile is one of the most seismic countries in the world, where large earthquakes have occurred in the past and surely great earthquakes will occur in the future (Barrientos 2010). The permanent movements between the Nazca and the American tectonic plates generated the subduction that resulted in the principal characteristic of the territory: the Andes mountain range (Rivera 2018).

The incidence of earthquakes in the country represents an educational opportunity for the study of earthen construction; through the analysis of earthen buildings following each earthquake. This enhances the understanding of how different interventions affect earthen construction and help to demonstrate that earthen construction can survive even the biggest earth movements in the world. They also

offer educational institutions the opportunity to learn and teach on site, and above all to synthesize this information and pass it on to future generations.

The last significant earthquakes in Chile occurred over large areas of the country, which have an extensive occurrence of traditional buildings built with adobes (Rivera 2017). Although there is no accurate data on the number of adobe buildings or the percentage of adobe dwellings damaged by these earthquakes, data from the Inventory of Cultural Heritage Property prepared by the Architecture Department of the Ministry of Public Works, estimates that about 40% of the national heritage sites are built with earthen techniques. Raw earth masonry and mixed techniques of wood and earth predominate in these buildings (Contreras *et al.*, 2011).

1. 2010 INCIPIENT ACTIONS AFTER A GREAT EARTHQUAKE

In February 2010, a major earthquake of magnitude 8.8Mw occurred on the coast of central Chile. The affected area is the most populated area of the country with 60 percent of the population. It is also home to the main educational centres, especially universities.

1.1 THE TRANSFER OF LOCAL KNOWLEDGE TO LOCAL BUILDERS

After the earthquake, the damage to housing, especially in the Biobío and Maule regions, was enormous. This created a great responsibility for the local institutions in these territories.

After a catastrophe, the first reaction is humanitarian, but it is in these very moments that the lack of clarity and direction generates the greatest damage, especially in vernacular earthen dwellings, which are often poorly maintained and maligned by general opinion.

Immediately after the February 2010 earthquake, hundreds of backhoes worked to destroy obvious threats to human life: the earthen houses. This intervention was financed

Fig. 1a: Tour of damaged homes during the first training in Vichuquén



Fig. 1b: Repaired houses in the historic centre of Vichuquén



by private companies as a humanitarian contribution or subsidized by the Chilean state. A large part of the earthen heritage buildings in the central zone were thus demolished or severely damaged.

The lack of valorisation of traditional earthen construction was general; on the part of inhabitants, local and central authorities, and professionals and technicians. In the midst of this crisis, some initiatives to safeguard and pass on earthen construction knowledge were born.

In mid-2010, the first initiative – a practical workshop on earthen construction – to promote the value of earthen construction was carried out at the University of Biobío. This initiative resulted in a mural on the access hall of the School of Construction. The objective of this workshop was to create awareness of earthen construction in the area, as well as to demonstrate the importance of the regional university's response. It was at that time that professionals began to collaborate with the university in order to add value and re-disseminate knowledge that no longer existed in the institution.

COBQUECURA

A series of training workshops were organized for local teachers, particularly those from the Cobquecura heritage zone (30 km from the epicentre), workers, academic staff and students from the University of Biobío. The workshop lasted two days and included a damage analysis of a building in the historic centre of the town, followed by an exercise in structural reinforcement.

VICHUQUÉN

Based on the outcomes of the Cobquecura workshop, the inhabitants of another heritage zone affected by the earthquake, Vichuquén, requested training and management support to address the damage to their historic earthen constructions. They began to organize a series of training workshops, obtained the financial support from various institutions, as well as a commitment of the University of the Biobío to certify the training, thus validating the transfer of knowledge. Throughout 2010, a series of training workshops, with theoretical and practical sessions, were carried out in Vichuquén. 10 construction workers and 10 young professionals, who were working on the reconstruction efforts in the Maule Region, attended the workshops (Fig.1a).

The activity included repair work based on an initial damage survey – through visits and post-earthquake assessment – on the main earthen houses in the historic centre of the town. Previous practical experiences were shared and theoretical concepts on damage to adobe buildings were explained. In another session, the basic intervention principles for the structural reinforcement of adobe houses were explained, through a series of practical sessions. The training ended with earth plaster finishes, using a collection of soils of various colours found near the town.

Following this experience, the entire trained workforce worked on the town's reconstruction efforts a few months later; the historic centre was completely rehabilitated with government and private sector support, saving all the houses affected by the earthquake (Fig.1b). These same workers became builders, working not only on subsidized buildings that were damaged by the earthquake, but also updating private houses and earthen heritage buildings.

1.2 THE VIDEO, ANOTHER EDUCATIONAL TOOL

During the training of the workforce and professionals, we realized that it was impossible to reach all the people who needed to recover their earthen constructions, and above all, we faced their confusion about how to deal with the damage and correct repairs. This led us to work on the development of an easily accessible educational tool to "re-educate" the public on adobe construction as a traditional system. A 28-minute educational video on adobe was produced with funding from the Ministry of Culture. The video presents the main earthen construction systems in Chile, their main maintenance and damage issues and how to repair them.

The main objective of this educational tool is to "re-educate" the public on earthen construction traditions and more massive construction systems in Chile. This video has broadened the target audience - builders, authorities, academics, professionals and the inhabitants of adobe houses themselves - by becoming an easily accessible tool (Rivera 2016).

In Chile, despite having a wide repertoire of traditional adobe constructions, the study and, especially, the dissemination of the understanding of its structural logic was almost denied. Therefore, the work began with the premise of finding information from the same sources: the buildings and the builders. This knowledge base provided

most of the information for the development of an effective educational tool; it also helped to identify the dissemination base and to improve constructive techniques through proposals for repair and reuse tools (Muñoz & Rivera 2012).

1.3 THE BEGINNING OF PLANNING FOR RECONSTRUCTION OF EARTHEN DWELLINGS AND BUILDINGS

Due to the magnitude of the earthquake, which affected a large area, a large population and a large number of dwellings, most of them of heritage value, different government institutions were forced to implement new plans or adapt plans for the reconstruction of damaged buildings. Many of the historic buildings were made of earth, and this proved to be a great challenge for the institutions and the professionals.

It was during this process that the Ministry of Housing, with its regional offices, adapted its social housing instruments to fund the repair of thousands of earthen houses. This provided extraordinary resources to work on larger buildings than they were used to and with a higher associated cost for buildings of heritage interest. In different regions, the Ministry has independently experimented with the possibilities of adapting its previous instruments. Another adaptation was the Ministry of Culture's transformation of the Heritage Reconstruction Fund into the Heritage Fund as a permanent funding instrument. After the 2010 earthquake, the government supported the repair and reconstruction of earthen heritage buildings through these two government programmes. With these resources, the government supported the repair of infrastructure with heritage value for cultural use, and repaired buildings in the damaged area.

1.4 LAUNCH OF THE FIRST EARTHEN CONSTRUCTION STANDARDS

Despite the initiatives of universities, private professionals, and even state institutions, there was a huge lack of information and regulation on interventions to be carried out on earthen buildings. There were no formal manuals or regulations of any kind that would give guidelines for this action.

It was in this context that a committee of experts was formed to develop necessary regulations to intervene on earth buildings. As a result, Technical Norm 002 or NTM002 (Project of structural intervention on earthen constructions, Fig.2b) of the Ministry of Housing was presented at the end of 2013. This technical norm establishes the minimum conditions and requirements that must be met by structural projects of alteration, restoration, rehabilitation, remodelling, repair or structural consolidation of earthen constructions (Ministerio de Vivienda y Urbanismo 2013). On the other hand, the same committee of experts worked on the Chilean Standard "Structures – Intervention of heritage earthen constructions – Requirements of the structural project" NCh3332 (Fig.2a), which was launched at the beginning of 2014. Unlike the previous one, this Standard is exclusive to earthen heritage buildings, establishing the minimum requirements that a project must meet for the intervention, renovation, recovery, reinforcement, restoration or structural consolidation of earthen constructions with heritage value (Instituto Nacional de Normalización 2014).

Fig.2a: Presentation of the Standard for intervention in earthen heritage buildings

Fig.2b: Cover of the technical standard of the Ministry of Housing NTM002



2. THE EXPERIENCE IN THE COQUIMBO REGION AFTER THE 2015 EARTHQUAKE

On September 16, 2015, an earthquake – the “Illapel earthquake” – struck the Coquimbo Region (Jorquera & Rivera 2017). The earthquake had a magnitude of 8.4MW, with epicentre coordinates of 31.553°S; 71.864°W and at a depth of 11 km, as reported by the National Seismological Centre (Barrientos 2015).

The earthquake in the Coquimbo region occurred just over a year after the publication of the earth construction regulations – NTM002 and NCh3332. The earthquake struck while the reconstruction process after the 2010 earthquake was still underway, already representing five years of experience in terms of technical interventions, legislative methods and funding. On the other hand, the area affected by the seismic event was concentrated in a single region, Coquimbo, which represents an advantage in terms of management and implementation of reconstruction programmes.

2.1 PROFESSIONALS AND UNIVERSITIES PROMOTING THE KNOWLEDGE OF EARTHEN CONSTRUCTION

Only ten days after the earthquake in Coquimbo, and following their experience in the central zone of Chile and in particular in the transfer of knowledge in the cities of Cobquecura and Vichuquén, a group of professionals went to the affected areas. The inhabitants directly affected by the earthquake contacted the professionals, as they feared the demolitions initiated by the local authorities.

Together with civil society organizations¹ and the national Protierra network, the first extensive call for volunteers was organized to evaluate the damage to the earthen houses and raise awareness. In the words of structural engineer Gerardo Fercovic “In none of the adobe buildings visited, the situation recommended demolition, on the contrary, it was evident that the damage recorded was low, perfectly repairable and even more so the possibility of incorporating reinforcements that limit the deformations, increase the perception of security of the inhabitants and increase the useful life of the buildings” (Rivera 2015).

Thanks to the initiative of Protierra professionals, it was possible to collaborate with the University of Chile in the survey of earthen heritage buildings in the commune of the earthquake epicentre, Canela. Professor Dr. Natalia Jorquera organised a seminar with future architects, laying so the foundations for the declaration of the historic centre as a *zona típica*² which emphasizes the particular

Fig.3: Houses repaired with the program of Heritage Reconstruction of the Housing Ministry (© Solange Miranda Coletti)



characteristics of the town's earthen construction. The houses in the historic centre of Canela Baja are mostly adobe buildings, which is of interest to its inhabitants and, in addition to the value of the building system, to the living conditions that these houses offer (Consejo de Monumentos Nacionales 2017).

It was also during the same month of the earthquake's occurrence that the first formal professional training provided by a university, the Diploma of Earthen Construction of the Catholic University of Chile, began. Due to the incipency of the program, appropriate connections were not established for the intervention by the educational institution with its resources and teachers in the reconstruction process. In the following years, the program allied with a commune in the Coquimbo region affected by the 2015 earthquake. Students from the program were able to apply the knowledge they had gained to carry out surveys, damage assessments and construction intervention projects, all of which could be the basis for future repairs in the area.

2.2 EARTHEN HERITAGE RECONSTRUCTION OF THE HOUSING MINISTRY

After the compilation of the experience carried out in the different regions affected by the earthquake of 2010, the delegation of the Ministry of Housing of the Coquimbo region formed a team that was in particular responsible for the patrimonial housing. A survey of the affected homes was

first carried out, followed by a census on how to address the repair of damaged homes, using all the tools developed after the earthquake of 2010 (Educational video EL ADOBE, Standard NCH3332 and NTMO02). Secondly, there was a call and approach to institutions and professionals with the appropriate relevance to address both the projects and the implementation of repairs, with an emphasis on encouraging professionals and local workforce to get involved in the projects.

The work of heritage recovery, with its emphasis on the repair of earthen houses, marks a precedent in the work of the Ministry of Housing, and constitutes a contribution to local architectural conservation issues through the use of technology, methodology and willingness on the part of the communities (Fig.3).

As mentioned by the architect responsible for the program, Solange Miranda, "working on the earth dwellings at the regional level made us more aware of our context and it has been a starting point to start working on the repairs and improvements of earthen homes in a regular line with the Ministry. Working with independent professionals, local teachers, municipalities has been very productive and today we have happier communities." (Miranda 2017).

It was in this process of reconstruction with a strong local component that the reality of the lack of skilled labour with experience and / or knowledge of earthen construction in the Coquimbo region became apparent. This was especially



Fig.4: Educational video EL ADOBE exhibition and reconstruction experience in Ovalle and Combarbalá, both in Coquimbo Region

true in the face of the reality of the thousands of homes in need of repair. It was in this context that various initiatives began to emerge, in an effort to disseminate earthen construction.

The repair of damaged houses was made possible thanks to the communication and experience of different teams of Protierra Chile and the School of Earthen Construction (ECoT) after the 2010 earthquake. These initiatives also contributed to the dissemination of the educational video, EL ADOBE (Fig.4).

Another more important initiative with a direct impact on livelihoods were the various trainings organized by the Heritage Reconstruction Program of the Housing Ministry (Fig.5). The objective of these trainings was to professionalize the workforce and local professionals to ensure that correct interventions are carried out on national heritage. Theoretical and practical training sessions were carried out during the first two years of the program. In this context, the direct contact between the Ministry of Housing and small local businesses and professionals has been fundamental, generating the obligation of training of these entities and maintaining their ability to continue the interventions on the buildings of the earthen heritage. This, added to the monitoring and supervision by the Ministry of the constructive processes carried out, would guarantee the quality of the interventions.

The training of the workforce and professionals was carried out on houses with relevant damage pathologies, which served as pilot projects illustrating the proposed interventions. The training alternated between theoretical

and practical knowledge transmission, the latter being predominant since the main target audience was the builders themselves and the workforce. Reinforcement methodologies were explained, as well as the importance of the protection of earthen houses and the main pathologies observed in the region, especially those due to interventions with cement plasters. To counteract the presence of cement plaster in the interventions, a field search of a diversity of coloured earth was carried out, showing the variety of colours of earthen plasters. This last point was particularly important in the cities and villages where the interventions were carried out.

CONCLUSION

Many initiatives to enhance and revalue earthen constructions, mainly in the field of heritage, were carried out after the 2010 earthquake in south-central Chile. The legislative, political and funding lessons were enormous and could be applied quickly during the seismic event that affected the Coquimbo region in 2015, generating important management for a correct intervention on the heritage earthen dwellings in the region. The need for dissemination and education on specific technical responses has been evident throughout the process, aiming to educate professionals in charge of the heritage reconstruction project, those responsible for preparing the projects, but also builders and local workforce, so that they can access the know-how to intervene on the ancestral constructions of their territories. A tangible result of the dissemination efforts is the El Adobe training video that reaches a wide range of actors and the general public.

Despite this obvious need for education on earthen construction, the response from professionals and private initiatives was insufficient for the scale of the reconstruction process. The need to generate a link between educational institutions with experience and expertise in technical issues and in the transfer of knowledge to the technical bodies responsible for the execution of public policies, in this case the reconstruction of earthen dwellings, is fundamental, and decisive for the safeguarding of local earthen building cultures. One major result since the 2010 earthquake is the development of national regulations on earthen architectural heritage and construction.

Many institutions in the country have been inactive in the matter of earthen construction. There must be a link between the initiatives of institutions and the needs of their context. Even if countless villages, towns, and cities still contain an enormous amount of earthen housing, there is a lack of programs that would connect researchers and experts to communities. This is an opportunity that the university and educational institutions could seize, to learn about earthen constructions by helping to revalue them.

¹ Escuela de Construcción en Tierra ECoT with the Escuela Taller Fermín Vivaceta.

² Zona típica. Type of classification of heritage protection for a set of states by the Chilean National Monuments Law.

BIBLIOGRAPHY

Rivera, Amanda (2018). The Chilean adobe as a seismic vernacular technology, the study of the "Norte Chico" area. In *Vernacular and Earthen Architecture: Conservation and Sustainability*, de C Mileto, F Vegas, L García-Soriano y V. Cristini, 675-680. Valencia: Taylor & Francis Group.

Barrientos, S (2010). Sismicidad y terremotos en Chile. Informe Técnico, Centro de Sismología Nacional, Santiago: Universidad de Chile.

Rivera, Amanda (2017). THE ADOBE Educative video for a locale culture. In *DESIGN TO THRIVE Proceedings Volum e III PLEA 2017 Conference*. Edinburgh: Network for Comfort and Energy Use in Buildings. 5108-5115.

Contreras, S., M. Bahamondez, M. Hurtado, J. Vargas & N. Jorquera (2011). La arquitectura en tierra frente al sismo: conclusiones y reflexiones tras el sismo en Chile del 27 de febrero de 2010. In *Conserva (CNCR) (16)*: 39-54.

Rivera, Amanda (2016). The Adobe, transfer of a local technique. In *Arquitectura y Cultura (Universidad de Santiago de Chile) (8)*: 94-103.

Muñoz, Cristian & Rivera, Amanda (2012). EL ADOBE educational video. Santiago: Rivera+Muñoz editions.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2013). NTM002 *Proyecto de intervención estructural de construcciones de*

tierra. Santiago: Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Instituto Nacional de Normalización (2014). NCH3332 *Estructuras - Intervención de construcciones patrimoniales de tierra cruda - Requisitos del proyecto estructural*. Santiago: INN.

Jorquera, Natalia & Amanda Rivera (2017). Continuidad y discontinuidad de las técnicas de tierra en canela, Chile, epicentro del sismo 8,4mw de 2015. In *Memorias 17o SIACOT Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra «Tierra - Identidades»*. La Paz: FAADU-UMSA / PROTERRA. 672-681.

Barrientos, S. (2015). *Informe técnico terremoto Illapel 16 Septiembre 2015. Informe Técnico, Centro Sismológico Nacional de la Universidad de Chile*. Santiago: CSN.

Rivera, Amanda (2015). El adobe de Canela. In *Plataforma Arquitectura*, 11/07.

Consejo de Monumentos Nacionales (2017). Declaratoria de Monumento Nacional en la categoría de Zona Típica o Pintoresca al «Casco Histórico de Canela Baja», Comuna de Canela, Provincia de Choapa, Región de Coquimbo. Santiago: CMN.

Miranda, Solange (2017). Así se repararon viviendas patrimoniales en la Región de Coquimbo, luego del terremoto 8.4 de 2015 en Chile. In *Plataforma Arquitectura*. 04/27



© Solange Miranda Coletti

Fig.5: Training for builders and work force in the Vicuña commune, Coquimbo Region

L'INSTITUT DES VILLES DE SÃO PAULO : QUAND LE MOUVEMENT SOCIAL ET L'UNIVERSITÉ SE RENCONTRENT

ARANTES Pedro Fiori, Professeur de l'Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)

D'ANDREA Tiaraju Pablo, Professeur de l'Universidade Federal de São Paulo (Unifesp)

RÉSUMÉ

L'Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) construit en ce moment un nouveau campus destiné à l'Instituto das Cidades [Institut des Villes] (IC), localisé dans la Zone Est de la ville de São Paulo, traditionnellement habitée par la classe travailleuse. L'ouverture de nouveaux campus universitaires est, en général, une décision de l'État, mais, dans ce cas, le campus est le résultat d'une vaste lutte des mouvements sociaux de la Zone Est de la capitale de l'État de São Paulo, qui, depuis la redémocratisation comprennent que le combat pour le droit à la ville et à la citoyenneté dépend aussi de la capacité de la classe travailleuse à créer des centres d'enseignement et de pensée, avec la formulation de recherches, de politiques, et de projets qui ont pour objectif de comprendre et proposer des solutions aux problèmes qui touchent la vie du peuple brésilien. Avec une forte influence de la pensée de l'éducateur brésilien Paulo Freire, auteur de la « pédagogie des opprimés » et de « l'éducation comme pratique de la liberté », le projet politique pédagogique de l'*Instituto das Cidades* est innovateur, basé sur l'apprentissage de la résolution de problèmes à partir de la reconnaissance des dynamiques et des conflits urbains réels dans leurs contextes divers et dans leurs proportions. Le projet politique pédagogique de cet Institut, aligné sur les directives de l'Unifesp, cherche aussi à réactiver le caractère public du métier d'architecte.

INTRODUCTION

Depuis le début de l'urbanisation de la ville de São Paulo, la Zone Est s'est constituée en tant que principal lieu d'habitation de la classe travailleuse en opposition à la Zone Ouest de la ville, occupée davantage par les classes plus riches. La présence importante des manufactures a été déterminante pour la vocation ouvrière de la Zone Est. Au cours du XX^e siècle, la ville de São Paulo s'est transformée en un pôle d'attraction de migrants provenant de tout

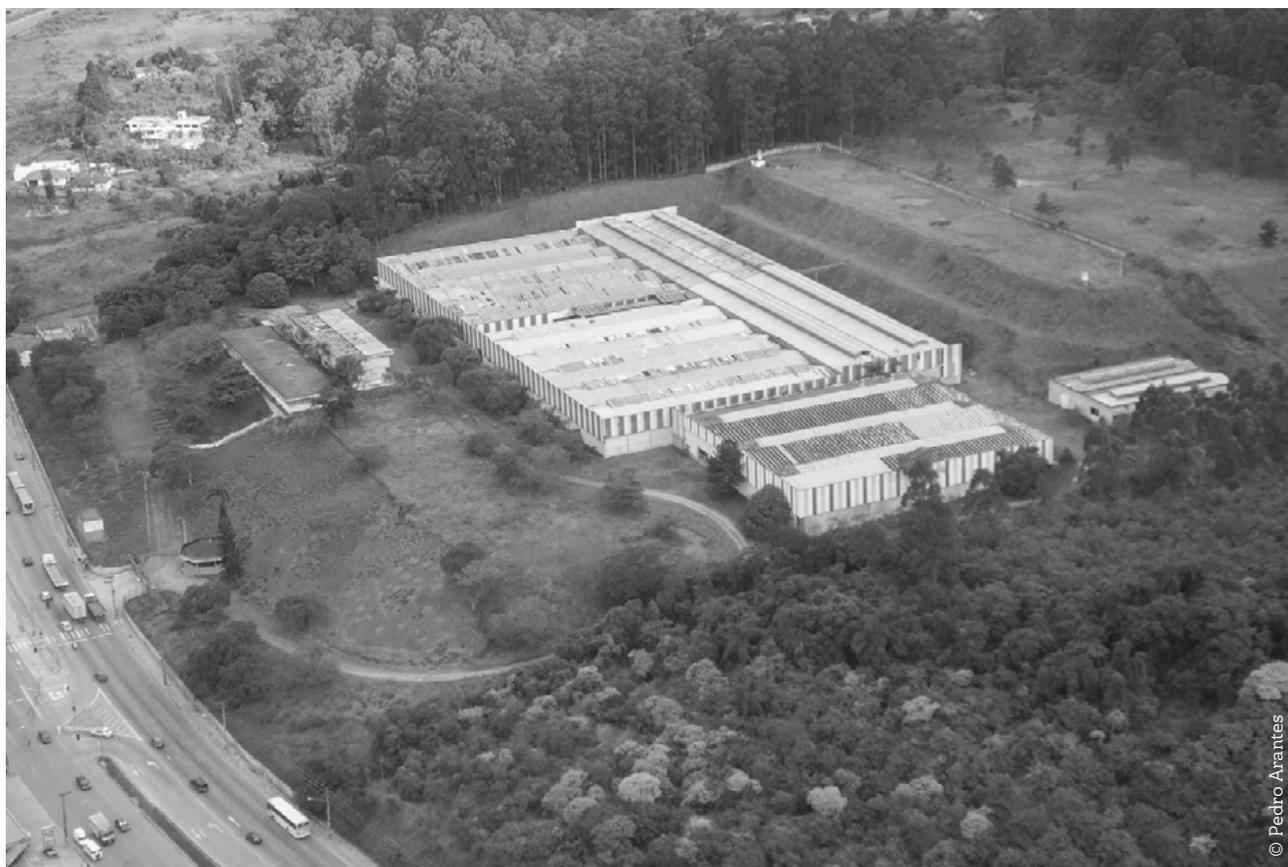
le pays. Un taux élevé de croissance démographique a été constaté ainsi que l'occupation conséquente de périphéries urbaines. La Zone Est a été un des lieux qui a le plus accueilli de migrants et a connu un vaste processus d'urbanisation basé sur le trinôme lotissement populaire – autoconstruction – accession à la propriété. Le résultat de cet accroissement de population a été un territoire rongé par les précarités urbaines et constitué par un modèle d'urbanisation où priment les intérêts des agents privés dont l'objectif était de potentialiser leurs gains économiques. Le conflit d'intérêts distincts a produit ce que Lúcio Kowarick a nommé « la logique du désordre ».

1. LES MOUVEMENTS SOCIAUX DE LA ZONE EST DE SÃO PAULO

Durant les années 1970, en pleine dictature militaire, les habitants de la Zone Est commencent à faire pression sur le gouvernement pour obtenir de meilleures conditions urbaines. La présence étatique était revendiquée par une série de mouvements qui voyaient dans la politique publique une manière de conquérir le droit à la ville. C'est de cette façon que se sont constitués le mouvement pour la santé qui se mobilise pour des hôpitaux, le mouvement pour l'habitat qui occupe des terrains et lutte pour des habitations populaires, le mouvement pour l'éducation qui réclame des écoles dans les quartiers de la périphérie. Tous ces mouvements, dont l'axe central de revendication était l'urbanisation, alliés au mouvement syndical, ont contribué à la défaite des gouvernements militaires au Brésil.

Dans les années 1980, période de la redémocratisation dans le pays, les mouvements sociaux foisonnaient dans la Zone Est. À cette époque on défendait déjà la création d'une « Université du Travailleur », inspirée par la pédagogie libératrice de Paulo Freire et basée sur des situations-problème et des thèmes-générateurs à partir de thématiques qui concernent la vie des travailleurs. La Zone Est a vu l'arrivée de sa première université en 2005, mais

Fig1 : Vue aérienne du terrain du Campus avec l'ancienne façade sur l'avenue Jacu-Pêssego



celle-ci n'a pas répondu aux demandes de la population. Aussi, les mouvements sociaux ont continué à réclamer davantage d'universités publiques dans la Zone.

2. LA RENCONTRE ENTRE LES SOUHAITS DU MOUVEMENT ET UN PROJET D'UNIVERSITÉ PUBLIQUE

Le choix de la Zone Est de la ville de São Paulo pour un campus de l'Unifesp est le résultat d'une rencontre entre la lutte historique des mouvements sociaux de ce territoire – qui est un espace traditionnel de la classe travailleuse dans la métropole et compte aujourd'hui 4,2 millions d'habitants (avec seulement 2% des places dans l'enseignement supérieur public) – et l'initiative de l'Unifesp, contextualisée et socialement référencée, d'installer ses nouveaux campus dans des territoires périphériques et vulnérables de la macro-métropole – en dialogue avec les mouvements sociaux et les experts nationaux et internationaux.

Depuis la décennie 1990, l'enseignement supérieur privé connaît une expansion au Brésil et suit une logique mercantile traitant les étudiants comme des clients et le pays comme un marché à conquérir. Dans ce contexte, en 2007, débute une croissance du nombre d'universités fédérales publiques brésiliennes. La première étape d'expansion, entre 2007 et 2012 a été gigantesque. Le nombre de campus est passé de 1 à 6, celui d'étudiants de 1,5 million à 12 millions, celui de professeurs docteurs

de 500 au nombre actuel de 1,6 million. Cependant, cette expansion, fortement stimulée par le gouvernement dans son réseau d'universités fédérales (aujourd'hui 63 universités dans tout le pays) a été faite sans planification et avec des projets pédagogiques discordants. Malgré toutes les difficultés et les impasses, cette croissance a permis une nouvelle géographie de la connaissance et du réseau universitaire au Brésil. Dans le cas des grandes métropoles, de nouveaux campus dans les municipalités conurbées et dans les périphéries ont décentralisé le savoir des endroits de pouvoir et de richesse des capitales des États.

À partir de 2009, les mouvements sociaux commencent à chercher un site pour le campus et, en 2011, ils localisent une ancienne usine de métallurgie, la Gazarra, située en plein cœur de la Zone Est.

Après de nombreux va-et-vient et protestations au sujet du terrain, celui-ci a été exproprié au début de l'année 2013. Le processus de planification du campus a été réalisé avec une participation importante des mouvements. Une Commission mixte a été formée pour le Conseil de l'Université avec douze membres nommés par l'Université et douze autres par les mouvements qui luttaient pour le campus.

Des audiences publiques, des consultations populaires sur les filières les plus désirées, des séminaires et des ateliers ont été réalisés. Il a été défini que la méthodologie pour proposer le projet pédagogique du Campus devrait

Fig 2 : Mobilisation du Mouvement Social pour l'Université Fédérale dans la Zone Est, 2012



se baser sur la reconnaissance de situations-problème régionales et de leurs thèmes-générateurs, selon les enseignements de Paulo Freire, pour ne définir qu'ensuite les filières.

En ce sens, une cohérence a été cherchée entre le processus de participation, l'historique des luttes, l'influence de Paulo Freire et la proposition politique pédagogique en développement. La situation-problème qui a abouti au choix du thème-générateur est apparu de plus en plus nette tout au long du processus : il s'agissait de la condition de vie dans les villes, de la production et de la transformation de la vie urbaine, de la résolution des problèmes qui affligent le peuple brésilien et de la précarité des infrastructures urbaines. Le thème convergeait avec le fait que l'Unifesp n'avait pas encore proposé de cours dans le domaine de la gestion, de la planification et du projet des villes – ce qui a simplifié le processus interne de l'université, sans qu'il soit nécessaire de dupliquer des filières déjà existantes. Ainsi, est né l'Instituto das Cidades.

Dans le cadre de ce débat, l'emplacement du Campus est stratégique. Il est situé dans un secteur de la Zone Est peu dense et en même temps complexe du point de vue urbanistique, marqué par de l'autoconstruction, des habitations populaires, des favelas, des petites fermes d'agriculture urbaine, des usines, des zones de protection de l'environnement, de grandes infrastructures de transport et de drainage urbain, de la culture, du commerce et des loisirs, dans un ensemble de situations

qui sera stimulant dans la perspective de l'enseignement et de la recherche et de l'innovation. La localisation du campus et ses alentours permettront aussi de formuler de nouvelles propositions pour des politiques publiques en dialogue avec les mouvements sociaux, et d'influencer ainsi la planification de l'occupation et de la transformation de la région. Le Campus s'inscrira dans un processus régional de développement urbain métropolitain et son implantation est un grand enjeu et un vecteur pour matérialiser les dimensions politiques de son projet pédagogique en dialogue avec d'autres acteurs de la région. L'idée est aussi qu'il ne s'agisse pas seulement d'un campus *dans* la Zone Est, mais d'un campus *de* la Zone Est, comprise comme territoire de la ville où historiquement s'est installée la classe travailleuse, ses organisations et ses mouvements sociaux à forte tradition de lutte et d'organisation.

3. LES BASES POLITIQUES ET PÉDAGOGIQUES DU NOUVEAU CAMPUS

Le projet politique pédagogique de l'IC a été élaboré sous forte influence de la pensée de l'éducateur Paulo Freire, auteur de la «pédagogie des opprimés» et de «l'éducation comme pratique de la liberté». Il est basé sur l'apprentissage de la résolution de problèmes à partir de la reconnaissance des dynamiques et des conflits urbains réels dans ses multiples contextes et dimensions. Il sera développé avec des pratiques didactiques innovatrices telles que l'usage de jeux, de dramatisations, de supports de

communication multimédia, de modèles et de prototypes, de cartographies de conflits et de simulations, mais aussi à travers du vécu des étudiants et des professeurs dans les espaces pédagogiques intégrés d'enseignement, organisés dans des bureaux thématiques, des laboratoires et des ateliers. Les relations entre la théorie et la pratique, les moyens et les objectifs, la raison instrumentale et la raison substantielle, le lieu et l'emplacement sont essentiels pour que les nouveaux professionnels diplômés – qu'ils s'agisse d'architectes et d'urbanistes ou de gestionnaires publics – soient capables de reconnaître les problèmes qui affectent la vie des populations dans les villes, le cadre et le produit des conflits sociaux et où le rôle de ces professionnels se produira, inexorablement de façon non neutre.

Ce campus est aussi pensé comme un espace expérimental de production et de management des villes dans lequel il est lui-même objet de recherche et d'intervention. Avec plusieurs filières en planification, projet et construction de villes, ce campus devra maintenir un caractère expérimental, avec une recherche permanente sur de nouvelles technologies constructives et sur des formes spatiales innovantes conçues en relation avec le contexte urbain et le paysage, la zone de conservation et les sources d'eau présentes. Il permettra de tester de nouvelles technologies de construction et une politique de gestion de l'environnement et des déchets, avec un contrôle constant des émissions, de la réutilisation de l'eau et de la science de l'énergie dans le but de réduire l'empreinte écologique ; de combiner et d'alterner les moments d'étude et de « travail » (dans des ateliers de l'ancienne usine, conservée comme espace de production) ; de réaliser des projets pilotes d'intervention, de maintenance et de récupération de bâtiments, du mobilier et des équipements du campus ; d'organiser des séances plénières et des groupes de travail pour l'évaluation, la cartographie, la planification et l'administration du campus comme un exercice de gestion d'une petite ville ; le tout dans le but de devenir un campus durable, innovateur du point de vue constructif, accueillant et démocratique.

Dans un premier temps, l'Instituto das Cidades prévoit huit licences avec des activités intégrées et des domaines de recherche et d'innovation universitaires convergents et transdisciplinaires : gestion publique, (avec une spécialité en gestion de villes), architecture et urbanisme (au Brésil architecture et urbanisme sont, par la loi, des filières intégrées), géographie (licence et formation d'enseignants pour le réseau public d'enseignement primaire et collège), ingénierie civile, ingénierie environnementale et sanitaire, ingénierie de mobilité et transports, design public (avec une spécialité en communication, services et équipements urbains) et tourisme. Tous ces domaines de connaissance sont liés à l'Architecture et à l'Urbanisme et s'attachent à penser, planifier, concevoir, construire et transformer les villes. Ils s'attachent à décrire, comprendre et proposer des solutions aux problèmes urbains, spécialement ceux qui touchent les minorités dépourvues.

Le document complet du projet pédagogique bilingue est disponible sur notre site internet. Pour résumer très brièvement, l'Instituto das Cidades de l'Unifesp est basé sur les principes suivants :

- vocation politique orientée par les demandes sociales et de développement national ;
- préconisation de l'importance et de l'actualité dans le choix des sujets d'enseignement, d'innovation et de recherche ;
- compréhension que les problèmes et solutions sociales doivent être pensés en prenant en compte la dimension territoriale ;
- défense du plaisir dans le rapport à la connaissance qui crée des contextes d'enseignement et d'apprentissage créatifs, stimulants, participatifs, collaboratifs ;
- enseignement, recherche et innovation en dialogue avec la société civile et les citoyens, avec ceux pour qui la ville est le moyen de vie et la valeur d'usage ;
- dialogue avec les autres producteurs de la ville, en tant qu'œuvre collective ;
- performance interdisciplinaire et collective dans la compréhension et la résolution de problèmes complexes ;
- indissociabilité entre la théorie et la pratique pour éviter la fragmentation du curriculum dans des moments de stagnation ;
- indissociabilité entre les moyens et les fins pour éviter l'autonomisation des solutions par rapport aux contextes sociaux et problèmes réels ;
- la proposition de politiques et de technologies sociales et durables en opposition aux technologies qui dégradent, exploitent et oppriment les travailleurs et les ressources naturelles ;
- défense de l'histoire des lieux et de la qualité de l'environnement bâti comme principe indissociable de la transformation progressive des villes en espaces de solidarité, d'harmonie, de bonheur et de bien vivre pour tous les citoyens.

Des instituts semblables au nôtre ont récemment été créés dans des pays du Sud en raison des défis posés par l'urbanisation accélérée et des métropoles chaotiques et inégalitaires. À Bangalore, en Inde, s'est installé l'Indian Institute for Human Settlements. En Afrique du Sud, l'African Centre for Cities, dans l'University of Cape Town. Plusieurs instituts en Amérique latine cherchent des convergences entre géographie, architecture, urbanisme et ingénierie. Le plus récent est l'Instituto Latino-Americano de Tecnologias e Infraestruturas Territoriais (ILATIT) de l'Universidade da Integração Latino Americana (UNILA), dans la ville de Foz do Iguaçu, à la frontière entre le Brésil, l'Argentine et le Paraguay. Du point de vue d'un réseau mondial d'Instituts des Villes, São Paulo est un lieu stratégique en raison des problèmes accumulés par la ville, de activisme social et culturel reconnu, de sa force critique et constructive, et aussi parce qu'il s'agit de la plus grande métropole de l'hémisphère Sud.

4. LE ROLE PUBLIC DE L'ARCHITECTURE

Un point prioritaire pour l'Unifesp, en cours d'installation dans l'Instituto das Cidades, est l'importance accordée à la vocation publique de la profession d'architecte. Les Bureaux Publics de Projet au Brésil ont toujours eu des difficultés à se structurer en tant que véritable bureaucratie technique (au sens wébérien du terme). Cela est dû au fait qu'en un



Fig.3 : Ancienne usine qui sera modifiée pour l'installation des grands ateliers et du chantier expérimental

peu plus de 50 ans, entre 1930 et 1985, le Brésil a connu cinq coups d'État et deux longues périodes de dictature et, dans la période dite démocratique, l'excès de postes accordés par les politiciens sous ingérence des partis et des entreprises dans les politiques publiques a empêché le développement d'actions républicaines et durables.

Au Brésil, les concours pour les projets d'architecture publics ne sont pas obligatoires. Ils sont rares et la législation et la jurisprudence administrative les rendent pratiquement impossibles. Récemment, dans le cadre des projets pour les Jeux Olympiques et la Coupe du Monde, un régime d'autorisation a été créé dans lequel les entreprises de construction peuvent être embauchées sans projet. Ainsi, l'immense pouvoir de définir les caractéristiques et les qualités des projets publics est de plus en plus cédé aux entreprises de construction, tandis que les bureaux publics de projet sont démantelés.

À partir de 2012, nous avons commencé à restructurer l'université sur la base du programme de gestion avec lequel nous avons été élus et nous avons contribué à l'organisation de la *Pró-Reitoria de Planejamento*, du Conseil de Planification (qui est devenu le plus représentatif et démocratique de l'Université) et d'un Bureau Public de Projet. Jusqu'alors, le secteur de l'architecture et de l'ingénierie de l'université était peu soutenu, manquait de prestige, d'orientation technique et politique consistante, et ne disposait pas d'un personnel technique suffisant. La position était de répondre aux demandes de façon réactive, urgente et peu réfléchie.

Le Ministère de l'Éducation, auquel l'Unifesp est rattachée, n'a pas non plus offert de soutien dans ce domaine. L'expansion du réseau public des universités fédérales, qui a doublé le nombre d'étudiants en moins de dix ans, s'est faite sans aucune politique pour la croissance des infrastructures, sans coordination, sans qualification du personnel, avec des projets en général médiocres – alors que les universités pourraient contribuer à l'avancée de la construction civile, des technologies durables, de la qualité architecturale et du dessin urbain.

Sans un Ministère de l'Éducation prêt à planifier et à diriger la croissance des universités, il nous a fallu agir

nous-mêmes. Ainsi, nous avons transféré l'équipe d'architecture et d'ingénierie dans la nouvelle *Pró-Reitoria de Planejamento* de l'Unifesp, créé une politique du personnel, avec des concours pour des dizaines de nouveaux techniciens qui ont attiré des techniciens expérimentés qui se trouvaient dans d'autres secteurs de l'université. Aujourd'hui nous comptons 63 professionnels et 15 stagiaires (dans le cadre d'un programme d'apprentissage et de stage dans le secteur public) répartis entre le bureau central et six bureaux locaux, un sur chaque campus. Cette augmentation du personnel a été réalisée grâce au soutien du rectorat et à la conviction de l'ensemble de l'université de l'importance de ce secteur pour répondre aux demandes cumulées d'infrastructure et d'expansion. Ainsi, la crise et le chaos des cinq premières années de croissance ont été l'occasion de structurer le secteur de projets et d'œuvres de l'université.

Le bureau central est composé de quatre départements : le département de l'immobilier, le département des plans directeurs, le département des bâtiments, le département des laboratoires, avec leurs directeurs et leurs équipes. Des « Divisions d'infrastructure » traitent des questions locales moins complexes et liées au quotidien. Les actions de plus grande envergure, avec un investissement et une complexité plus importants, sont réalisées en partenariat par les divisions locales et les départements de la *Pró-Reitoria de Planejamento*.

En plus du développement des études préliminaires avec l'équipe locale et le large débat avec les techniciens et les communautés académiques dans les campus, nous avons décidé d'ouvrir des concours de projet. Nous avons considéré que les bâtiments différenciés tels que les bibliothèques, les théâtres, les musées seraient l'idéal pour débiter les concours, tandis que l'équipe du Bureau Public s'est concentré sur les bâtiments académiques des salles de cours, laboratoires, ateliers, officines, lieux administratifs, bureaux de professeurs. Au final, nous n'avons été autorisés à réaliser les concours que pour les six complexes de logements étudiants car il s'agissait d'une demande déjà formalisée par le Conseil des affaires étudiantes.

Nous avons aussi eu droit à des commentaires dans les couloirs du Ministère de l'Éducation comme quoi nous étions en train de consommer des places précieuses de fonctionnaires de l'université avec des architectes, des ingénieurs et des techniciens quand ce « service » devrait de plus en plus être sous-traité à des entreprises de construction. Un grand nombre de ces postes ont déjà été supprimés. Mais nous sommes têtus et avons fait le contraire, en augmentant l'équipe initiale de quatre personnes. Aujourd'hui, nous sommes convaincus d'avoir pris le bon chemin et d'avoir retrouvé l'intelligence de conception et la capacité de résolution de notre secteur.

Outre le démantèlement des Bureaux publics de Projet, on constate un manque de formation des jeunes professionnels dans les écoles publiques d'architecture et d'urbanisme. Une grande partie des professeurs méconnaît le travail de l'architecte et de l'urbaniste dans le secteur

public et valorise l'image idéalisée de l'artiste créateur, autonome ou professionnel libéral, primé et reconnu dans le cercle privilégié de ses pairs. Presque tous les étudiants en architecture sont formés à imiter le star-system de l'architecture internationale et à désirer être un jour découvert par un critique international comme la nouvelle promesse brésilienne de l'architecture mondiale, pour remplacer Oscar Niemeyer ou Paulo Mendes da Rocha.

Dans l'imaginaire social (pas seulement au Brésil), un fonctionnaire est un bureaucrate médiocre, dépourvu de créativité et de sensibilité. Comment serait-il un bon architecte ? Suivre une carrière publique au Brésil peut être attrayant dans certains secteurs privilégiés : les carrières étatiques liées à la justice, à l'économie, aux recettes, et les hautes fonctions publiques militaires et civiles. Mais en général, pour un architecte urbaniste, c'est un endroit pour ceux qui ont peu d'ambition professionnelle, qui visent la stabilité ou qui ne veulent pas avoir affaire à des clients privés. Les salaires sont souvent inférieurs à la limite de la catégorie et l'architecte public a des responsabilités qui ne relèvent même pas de sa compétence.

Maintenir, augmenter ou créer un Bureau Public de Projet est vraiment à contre courant, mais nécessaire pour que le Brésil puisse construire des politiques de providence sociale universelles de qualité et avec des services et des bâtiments publics bien conçus et gérés avec les usagers et les communautés.

CONCLUSION

Dans l'actuelle conjoncture politique bouleversée du Brésil, il n'y a pas de perspectives pour l'augmentation de l'enseignement supérieur public. Cependant, les mouvements continuent à faire pression et à organiser des manifestations de défense du Campus. Notre défi actuel est d'étendre le réseau de mouvements, d'entités et de collectifs pour former un ensemble encore plus important de défense populaire du campus et de son futur institut. Au-delà du *Movimento pela Universidade Federal na Zona Leste*, certains groupes qui participent aux activités et aux débats dans le Campus jouent un rôle sur plusieurs fronts (habitation, éducation, culture, santé, race, assistance sociale, etc.) et convergent vers une possible unité dans cet espace de pensée et de résistance.

Nous poursuivrons, Unifesp et mouvements, à défendre inlassablement l'augmentation des universités publiques dans le pays, avec des projets politiques pédagogiques pertinents pour penser de manière critique et proposer des solutions aux problèmes du peuple brésilien. Les conditions de vie dans nos villes en font partie. Les réinventer, dans un espace universitaire ouvert au dialogue avec la société et le secteur public, est une façon d'activer l'imagination pour de nouvelles façons de vivre et de produire les villes et, indirectement, d'imaginer d'autres mondes possibles.

BIBLIOGRAPHIE

Arantes, P. (2012) *Arquitetura na Era Digital Financeira*, São Paulo, Editora 34

Arantes, P. (2002) *Arquitetura Nov : Sérgio Ferro, Flávio Império e Rodrigo Lefèvre, de Artigas aos mutirões*, São Paulo, Editora 34

Bonduki, N. (1998) *Origens da Habitação Social no Brasil*, São Paulo, Estação Liberdade/Fapesp

Ferro, S. (2006) *Programa para polo de ensino, pesquisa experimentação da construção* (1994) em *Arquitetura e Trabalho Livre*, São Paulo, Cosac Naify

Kowarick, L. (1993) (orig. 1979) *A Espoliação Urbana*, Rio de Janeiro, Paz e Terra

Santos, R. (2002) *Atrás das Grades Curriculares: da fragmentação do currículo de graduação de Arquitetura e Urbanismo no Brasil*, Dissertação de Mestrado, Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais.

Souza Lima, M. (1978) *A Formação do Arquiteto, Ensino de Arquitetura e Mercado de Trabalho*, Rio de Janeiro, Chão Revista de Arquitetura, n 3

Unifesp. (2014) *Projeto Político Pedagógico do Instituto das Cidades – Campus Zona Leste*.

Villaça, F. (1998) *Espaço Intra-urbano no Brasil*, São Paulo, Studio Nobel/Fapesp/Lincoln Institute

ROOTED SUSTAINABILITY OF YAZD EARTHEN ARCHITECTURE: CHALLENGES OF THE PRESENT AND FUTURE

AYATOLLAHI Seyed Mohammad Hossein, Associate Professor, Yazd University School of Art and Architecture

MALEKZADEH Fatemeh, Research Assistant, Yazd University Wind Catcher International Research Center

SEDIGHIAN Arman, Yazd University School of Art and Architecture, M.Arch. student

GHASEMI Mehdi, Yazd University School of Art and Architecture, M.Arch. student

PAKSERESHT Amir Saeed, Yazd University School of Art and Architecture, M.Arch. student

ABSTRACT

The World Heritage site of the Historical City of Yazd, in central Iran, is situated in an area with a very harsh and arid climate. It is testimony of some of the best examples of coping with nature through judicious social, economic and technological development over many centuries. The people of the city have also resisted modern developments and have preserved their beautiful and magnificent earthen architecture and identity.

However, modern architecture and city planning have not followed the same path and modern Yazd has become another city like Tehran without any connection to traditional techniques and materials.

Yazd University School of Art and Architecture has been a leader in teaching and training students and sharing the values of earthen architecture with the city's inhabitants and authorities. However, with the exception of the preservation and restoration of historical buildings, no new earthen buildings have been erected in the historic and modern city.

This paper presents a joint research project of the Yazd Electrical Company and Yazd University in the area of earthen architecture. The objective of the project was to obtain silver LEED certification, through the design, supervision and construction of a new earthen green suite. It explains the process of programming and design from site selection and the decision making according to the LEED criteria. It also explains the students involvement and the teamwork needed to undertake such an innovative project.

1. INTRODUCTION

Since the historical city of Yazd was inscribed on the UNESCO World Heritage List, considerable attention and interest have been given to conserve, restore and develop the earthen buildings and monuments by the people, authorities, academics and the tenants of the historical city. Many earthen houses were restored and adopted

for different uses including hotels, restaurants, cafes, galleries, shops, etc. The property value of the buildings thus increased and people became more interested in keeping their property or even returning to live there. But, as in many Middle Eastern countries, the "old" was still not valued in the same way as the "new". "Along this process of abrupt and haphazard transformation under global pressures, the notion of "new" is glorified onto a higher ground to such an extent that anything "old" is not only looked down on but also considered as a candidate to be replaced by new which is associated with progress and being integrated to the global networks". (Cetin 2010)

Considering the high cost of maintenance, comfort expectations, health issues and other reasons, there are more disadvantages to building new earthen buildings than to conserving and restoring the old. Thus, it is more unlikely for people to accept earthen materials for new construction than to keep and conserve old earthen buildings.

On the other hand, the conservation and restoration of earthen traditional architecture is valued culturally and historically. Conservation philosophy favors originality and honesty of construction techniques and materials. Along these lines, Fielden suggests that conservation of heritage is associated with cultural continuity (Fielden 1982).

2. WHAT IS ROOTED SUSTAINABILITY?

"The term sustainable is used freely - and often mistakenly - to describe a broad range of intents and performances. This is unfortunate as it tends to make sustainability a meaningless term—and sustainability is far too important to be rendered meaningless by baseless claims. For the purposes of this book, sustainability will be defined as follows (paraphrasing the Brundtland Commission): Sustainability involves meeting the needs of today's generation without detracting from the ability of future generations to meet their needs."(Grondzik, Kwok 2015).

"Rooted sustainability" is a concept developed by the lead

author of this paper to refer to an in-depth meaning of sustainability that has been experienced and transferred by humans for many ages in civilizations such as Iran. This concept has certain relationships and similarities to the term "Tradition".

In the eyes of Nasr, "Traditional civilizations such as Islamic, Indian, Egyptian, Aztec and Mayan emphasize the hierarchy of realities, the primacy of spiritual over the material, the sacred character of the cosmos, the unity of knowledge and interrelatedness of beings" (Nasr, 1993). Rooted sustainability also emphasizes on the sacred and wholeness of the relationship between man and nature.

When we use the term "green", our expectations are far lower than sustainability and the expectations of sustainability are lower than rooted sustainability. Green design and Green architecture incorporates concern for the health and well-being of building occupants and goes beyond energy efficiency. The LEED criteria guided the green design of a small suite on the main campus of Yazd University. The earth material has its roots in nature and in the being of humans, rooted in the lives of people since the beginning of life on earth.

3. DESIGN INTENT AND CRITERIA

Design intent of this project was a 45 square meter low cost and underground green suite. The interest of the Yazd Electrical Company was to experience the advantages of building underground, following the passive solar cooling and heating strategies.

Design criteria are necessary to have benchmarks to measure the success or failure in meeting the intent. Design

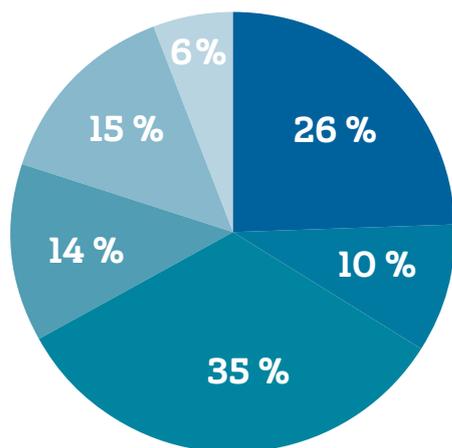


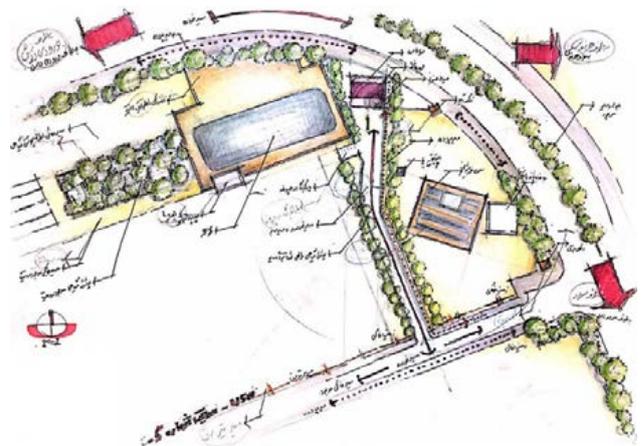
Fig.1: general LEED accreditation points

criteria for this project were set to achieve a LEED Silver certification. However, LEED does not currently have an active office in Iran and the silver grade will be calculated while awaiting official delivery of the LEED certificate.

The methods and tools to achieve the set objectives included: Design-Builder, Energy Plus software for computer simulation, scientific calculation and actual experience. Post occupancy evaluation validation will include monitoring actual usage of electricity, gas and other means of heating or cooling for at least a year after completion, starting from August 2018.

4. DESIGN PROCESS

An important aspect of the pre-design stage was coordinating the different expectations of the two partner institutions to agree on the design. A research, design and construction contract was signed in July 2016. It was agreed that the building would be located on the premises of the main campus of Yazd University so that students, staff members and the general public would have the opportunity to visit the Green suite.



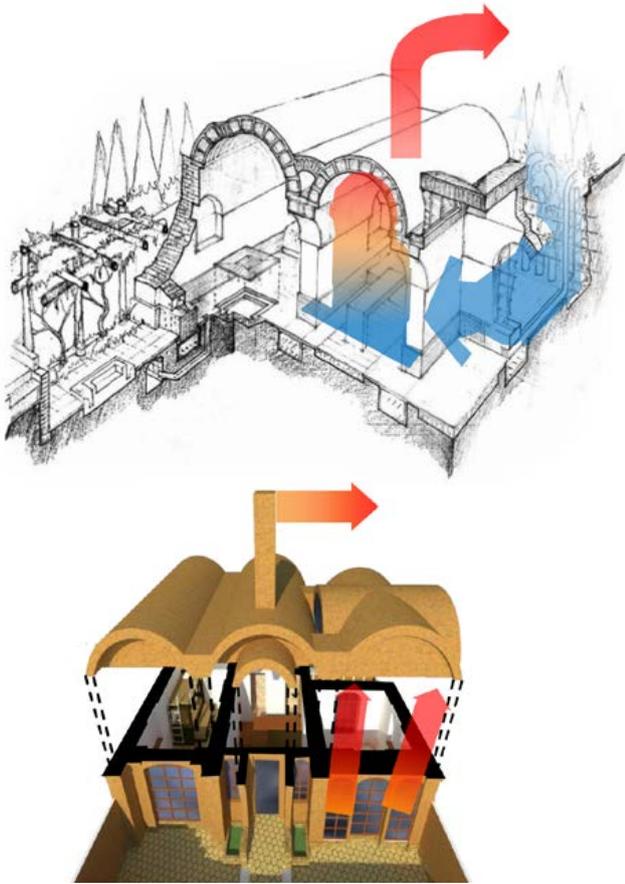
Drawing 1: Conceptual design of the site

4.1. SITE SELECTION

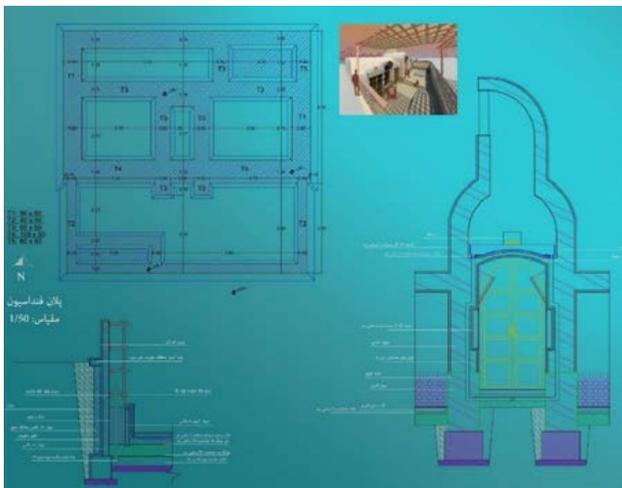
The main campus of Yazd University, with an area of over 300 hectares, has land reserved for future development. Five potential locations were identified according to LEED accreditation criteria (Fig.1). Site number 2 (Drawing 1) was selected. Proximity to the main ring road of the campus and access to university and public transportation, suitable microclimate, closeness to solar panels, potential to become part of an eco-park with the construction of more prototype green buildings, were also considered for site location. Designing an eco-park has also been discussed with the university officials.

4.2. SITE ANALYSIS

One of the goals of the research is to replicate the project with different strategies and materials. Site analysis, to understand the site's micro and macro environments, was the first step towards a conceptual sketch. The humidity from the trees and the reservoir pool were important



Drawings 2 & 3: Section perspectives to show the ventilation system
 Drawing 4: Exterior view of the earthen alternative
 Drawing 5: Foundation plan, wall section and wind catcher section



factors to be used and developed for passive cooling. Simulation tools were used to test the process of the conceptual sketch, considering the orientation and other alternatives.

4.3. CONCEPTUAL AND SCHEMATIC DESIGN

The design concept phase started after consultations between the clients and the design team and after obtaining approval to proceed on the selected site. This phase considered the design alternatives prepared by students, building on past experiences (Ayatollahi 2001, 2003, 2004, 2005, 2006), and tested using simulation techniques. The design team, comprised of five (5) different disciplines, had to make decisions regarding: building orientation, choice of building underground or semi basement, choice of the earthen material in comparison to other materials.

Designing the green suite on a 10 by 10 meters plot required enough land for hot court yard and cold court yard. The concept of cold and hot yards was first proposed in 2001 during the design of a passive solar house which was based on the traditional houses of Yazd historical city (Ayatollahi 2001). The cold yard in the solar house is a 30 square meter sunken yard, containing a small pool of water, which is used to cool air and drive it into the house by means of a solar chimney that produces negative pressure.

Several students, half of whom were working on postgraduate masters, were actively involved in the design process. They participated in a brainstorming process which followed Robert Hershberger's "Value based programming" introduced in his excellent book, "Architectural programming and predesign manager" (Hershberger-1999).

As the schematic design process developed, many decisions were made based on the many alternatives presented and in consultation with the structural team and mechanical professors. This gave the team the confidence to use the earthen material in a similar way to traditional construction methods.

The selected design focused on the earthen structure with traditional thick walls and vaults. Study models were made and different roof structures with different plans were suggested to optimize the available space. The main features include: semi underground (semi basement), high-compression adobe bricks (*Khesht*), vertical posts and a reinforcing mesh; to make the building more resistant to different forces, and professional workmanship by master masons.

4.4. DESIGN DEVELOPMENT PHASE

The design has also given priority to passive strategies. To obtain LEED silver certification, 35 percent of the points are awarded to energy and atmosphere. Direct gain and indirect gain are used to collect, store and distribute solar energy during the cold season. The most challenging design details concern controllers such as windows, window shades, shutters, interior curtains, exterior night insulation curtains, etc., which must operate manually and easily both day and night.

Wind Catchers have been the best traditional means of natural cooling during the hot, dry summers in the desert regions. This project was therefore an excellent

Pictures 1, 2 and 3. Innovative on site details by "Arman"



opportunity to search for new and innovative solutions, including the design of a double-action wind-catching and wind suctioning tower.

5. CONSTRUCTION AND SUPERVISION

Two structural engineers and one master level student of architecture, Arman Sedighian, supervised the construction process. Arman's input was very constructive, nearly single-handedly supervising the project each day from the design process until completion. He took care to select local materials from the nearest shops to gain the green LEED points for "using the local materials and energy used for transportation" which carries 2 points.

Arman also made some innovative on-site design decisions that improved the building and which acceptance further motivated his work. He was essential for transferring information between the master mason ("*memar*"), named Ostad Memar Kamali, and the design team.

This was a great opportunity for Arman to learn and provide input throughout the entire process. It is now possible for him to handle similar projects with confidence, from design to construction.

Three masons, each with a different set of skills in traditional earthen architecture, were involved in the project. One particularly, the master mason Ostad Mashallah, displayed all the particularities of a "traditional" man, as defined by Nasr (Nasr 1933).

6. RESULTS AND DISCUSSION

Building with earth in continuation of the traditional architecture by two governmental organizations was the most important result of this project. More than 30 professionals, academic staff and students were actively involved. Other results include:

- bringing together Yazd University and Yazd Electrical Company, a collaboration likely to have a future;
- close multidisciplinary cooperation, analyzing and working together to solve the problems of the community as a whole and practice team work;
- the construction of a semi basement earthen green small suite is a very promising outcome after Yazd historical

city was inscribed on the World Heritage List, responding to the concerns of UNESCO missions regarding new buildings in earth;

- building a green building based on clear intentions and criteria. A valuable concept based on: earthen material that returns to nature easily, using waste materials like reed for reinforcement, wood, decommissioned bus for site meetings and tools storage, using the least amount of water and energy during construction, using local materials with the least amount of embodied energy, practical education for the student and ordinary people, training on traditional techniques, using new technology and knowledge.

At the time of writing, the project is ongoing and mechanical and electrical finishes, water saving arrangements, passive cooling controlling devices, etc. are still under construction; a final evaluation cannot be reported. Post-occupancy evaluation is part of the design team's monitoring objective to compare the expected outcome with the actual outcome.

7. CONCLUSION

Traditional earthen architecture of Yazd historical city has been preserved and restored since the Pahlavi period, but the people have not shown any interest to build new earthen buildings because of the cultural value change and the influence of globalization.

The necessity to build new earthen architecture became much more apparent when Yazd historical city was inscribed on the UNESCO World Heritage List. Yazd University School of Art and Architecture, located in the fabric of the historic city, is the best governmental institution to lead this orientation. The project presented an opportunity to build with earthen materials, especially in the university campus. Yazd University thus becomes the leader of bringing back earth material to the construction of new buildings.

The green suite research, design and build project served many purposes. It has demonstrated that earthen material is the most sustainable material that is rooted in the life of Iranian culture and civilization. With research and application of new technology, it can become a major material for low cost and sustainable buildings, going for



Pictures 4, 5 and 6: Students practical experience with earthen construction
 Pictures 7, 8 and 9: Structural reinforcement by sazoo mesh and konoo technique for thermal and structural purposes

green intention and being able to address the LEED criteria and use under 50 kWh of energy per square meter.

It has also provided an opportunity for teamwork with different disciplines and for students to learn, train and practice with earthen material. The authors hope that the project will continue with post occupancy evaluation to measure the predictions and actual use of energy water and resources. They also hope that this project will be a starting point to design and build many more earthen buildings, using a balanced mix of traditional and modern technologies.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors of this paper would like to express their deepest thanks to Yazd University and Yazd Electrical Company's officials, all the academic colleagues, all the students and the master masons, masons and workers that allowed this project to be built. Our especial thanks to Dr. Ltifi and Dr. Tavanayie from Yazd University, Mr. Engineer Sharif yazdi and Javedani from Yazd Electrical Company, Engineer Tabatabayie and Dadvar, Ostad Memar Kamali and Master Mason Ostad Mashallah and finally Arman Sedighian for their support and help during the project.

BIBLIOGRAPHY

Ayatollahi S.M. Hossein, *Yazd Solar House, Reflection and Functional Evaluation after 10 Years*, Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies, oct 4 2012 p.379- 392

Ayatollahi S.M. Hossein, *Lessons from Yazd traditional architecture to design new houses*, International Conference on Patterning from Traditional Architecture to Access Contemporary Architecture, Oct 16- 17, 2006 Tehran Iran

Ayatollahi S.M. Hossein, *Preserving the traditional "Wind catcher" to preserve the urban identity (Yazd-Iran)*, Proceedings for the first international conference: Living in Earthen Cities- Kerpic'05, 6-7 July 2005, 292-302, Istanbul Technical University (ITU), Istanbul, Turkey.

Ayatollahi S.M. Hossein, *Efficacy Evaluation of a Passive Solar House in Yazd*, Proceeding for 4th Conference on Fuel Conservation in Building, Mar 2005, Tehran, Iran.

Ayatollahi S.M. Hossein, *Testing "Grounded theories" for measuring qualitative characteristics of earthen architecture*, Proceeding for the 4th International Conference on Building with Earth (LEHM), 74-84, Oct 2004, Leipzig, Germany.

Ayatollahi S.M. Hossein, *Design Evaluation of a Passive Solar House in Yazd-Iran*, Proceeding for XXXII IAHS World

Congress: Sustainability of the Housing Projects, Sep 2004, A_225.cd, Trento, Italy.

Ayatollahi S.M. Hossein, *Spatial quality of Earthen Architecture and method for measuring perceptual response*, Print of Papers for 9th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architecture (Terra 2003), Nov-Dec 2003, Yazd, Iran.

Ayatollahi S.M. Hossein, *Interaction relations between Yazd traditional architecture and Environmental in Dry land*, Proceeding for 8th International Conference on Understanding Future Dry land Environmental Changes from Past Dynamics (UDC Yazd 2002), Aug 2002, Yazd, Iran.

Ayatollahi S.M. Hossein, *Optimizing the energy usage in houses (Hot arid zones), 2003, Dry and Desert Research Institute*, Yazd University, Yazd, Iran

Ayatollahi S.M. Hossein, *Appraising applicability of traditional wind catchers for modern use*, 2005, Yazd International Center for Living with Desert (UNDP), Yazd University, Yazd, Iran.

João Miguel Ferreira Vidigal de Nazaré Falcão, *Contemporary Earth Architecture*, November 2014 Thesis to obtain the Master of Science Degree in Construction and Rehabilitation.

Cetin. M., *Cultural versus Material; Conservation Issues Regarding Earth Architecture in Saudi Arabia: the Case of an Ottoman Fort: Ibrahim Palace in Al-Houfuf*, August 2010, International Journal of Civil & Environmental Engineering IJCEE-IJENS Vol:10 No:04

Fielden, B.M., *Conservation of Historic Building*, Butterworth Heinemann, 2003 [1982].

Grondzik, Walter T Alison G. Kwok, *Mechanical and Electrical Equipment for Buildings*, 2015.

Hershberger R., *Architectural programming and predesign manager*, McGraw-Hill, 1999

Seyed Hossein Nasr, (1933) *Tradition and Modernity, Christian and Muslim Perspectives*, David, Editor, Georgetown University, Washington, DC, May 2010

A CITIZEN SCIENCE APPROACH TO BUILD A KNOWLEDGBASE ON EARTH CONSTRUCTIONS IN THE WEINVIERTEL REGION, AUSTRIA

SCHAUPPENLEHNER Thomas, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Institute of Landscape Development, Recreation and Conservation Planning (ILEN, BOKU)

EDER Renate, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Institute of Landscape Development, Recreation and Conservation Planning (ILEN, BOKU)

RESSAR Kim, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Institute of Landscape Development, Recreation and Conservation Planning (ILEN, BOKU)

FEIGLSTORFER Hubert, Institute for Social Anthropology / Austrian Academy of Sciences (ISA / ÖAW), University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Institute for Applied Geology (IAG, BOKU)

MEINGAST Roland, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Institute for Applied Geology (IAG, BOKU)

OTTNER Franz, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Institute for Applied Geology (IAG, BOKU)

ABSTRACT

Earth played a distinctive role as a construction material in the Austrian *Weinviertel* region but disappeared rapidly with the increased use of new, modern, materials from the beginning of the Industrial Age in the mid-19th century. Over the last decades, earth has been reintroduced as a sustainable material with many benefits; however a vital and profound knowledge about local earthen architecture is needed to support restoration activities and to develop new uses. It is thus important to broaden the knowledge of this unique heritage across the local population and the scientific community.

Within the project, *Lehmbau im Weinviertel* (earth constructions in the Weinviertel region), a citizen science approach was chosen to activate and integrate laypersons with their specific knowledge on earth buildings. Using a WebGIS application, citizens can contribute information about earth buildings and help to broaden the scientific database. To ensure a high data quality, supplemental materials such as interactive manuals about building techniques, videos and 3D models are provided.

With mobile applications, the project facilitates collaborative action and enables fieldwork as well as on-site reporting in a straightforward way. Additional educational resources are prepared to support training, educational actions and conservation interventions such as school excursions, field trips or exhibitions. These tools and methods support awareness raising for the long and unique history of earth building tradition among the local population, and helps to build a scientific database for place-specific conservation interventions in the *Weinviertel*.

INTRODUCTION

Earth was the dominant construction material for thousands of years in rural areas of Central Europe, particularly in the Austrian *Weinviertel* region (Meingast & Feiglstorfer, 2018). Several earth building techniques

have led to unique vernacular architecture (Kunze *et al.*, 2007) which influenced the landscape scenery and the development of cultural identities. Today, many of these buildings are abandoned but there is growing interest in earth as an ecological and regional material (Meingast, 2009). Restoration activities and new applications require detailed information on historical processing techniques and applications. As past rural life is poorly documented in historical documents (Eßer, 2014), existing architectural fragments are important to enhance the scientific understanding of earthen architecture.

The integration of local residents using a citizen science approach (Irwin, 1995) offers promising opportunities for scientific projects about earth buildings and the availability of affordable new technologies and web-based services provides low-barrier entrances for the involvement of citizens.

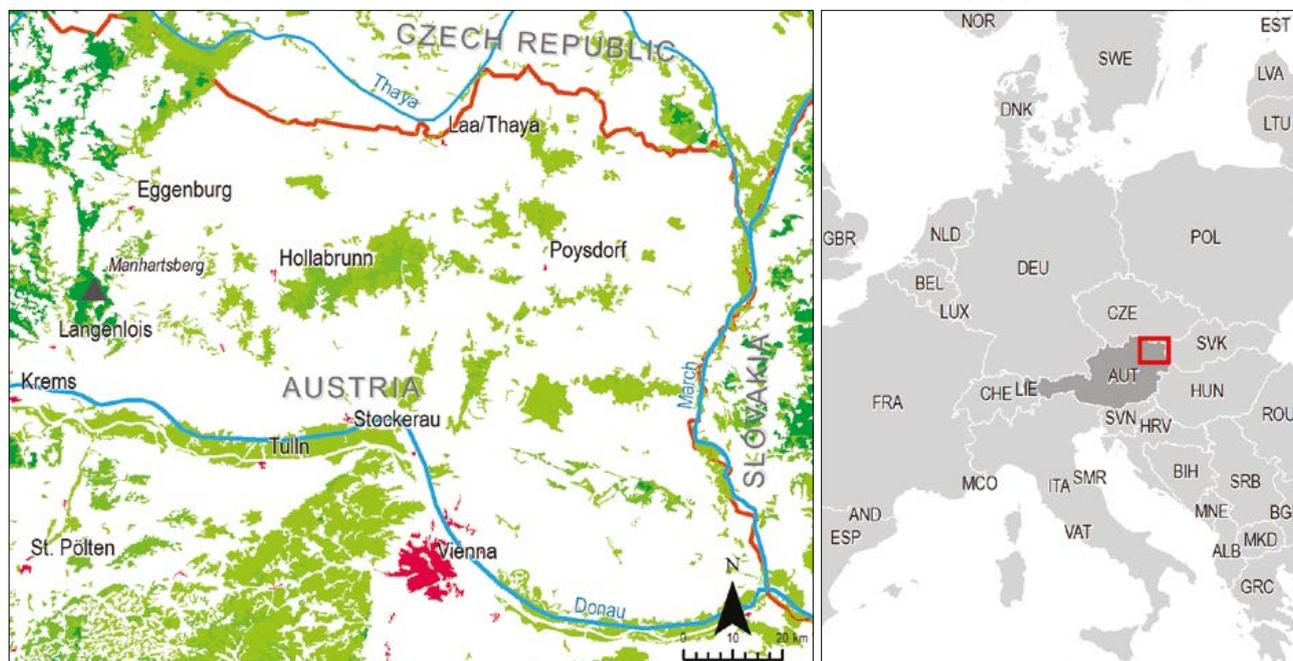
This article presents a citizen science framework to broaden the knowledge base on earth buildings in the Austrian *Weinviertel* region using mobile technologies and a comprehensive set of training and information media.

1. STUDY AREA

The study area is in the *Weinviertel* region, the most north-eastern part of *Austria*, bordering the *Czech Republic* (*Moravia* region) in the north and *Slovakia* in the east (see Fig.1).

Framed by the rivers Thaya (north), Danube (south) and March (east), the *Weinviertel* is a rural region dominated by agricultural production and viticulture. The relief energy is fairly low, and sea level ranges from 130 m (in the south-eastern parts) up to 500 m (in the north-western parts). The region pertains to the Pannonian climate zone with hot summers, cold winters and a precipitation of 500-600 mm per year. As forestation is limited, timber played only a minor role in traditional construction techniques – this is one of the reasons for the historical use of mineral building materials, specifically earth.

Fig.1: Weinviertel study region in the north-east of Austria
(Data Sources: Corine Landcover, Eurostats, Natural Earth Data; Cartography: Thomas Schauppenlehner)



The geology of the *Weinviertel* is dominated by three large and two smaller tectonic units. The Vienna Basin is the eastern part of the *Weinviertel*, separated by the Waschberg unit from the Molasse unit in the west. The Manhartshberg is the most western unit. This unit belongs to the Bohemian Massif. A small strip parallel to the Waschberg unit is part of the Flysch unit. During the Ice Age, high amounts of loess were transported by wind and sedimented in that area. Today, this young sediment is widespread in *Weinviertel*.

1.1 EARTH HISTORY IN THE WEINVIERTEL REGION

Earth buildings played an important role in the *Weinviertel* region, as earth was freely available, and techniques such as *Gsatz*, or *Wuzel* were applicable without any costly technical equipment. Due to manorial, and later governmental prescriptions, brick burning was not allowed for ordinary people until 1848. Common agricultural buildings such as farmhouses, barns, stables, earth cellars and many bourgeois and townhouses were constructed using earth. From the mid-19th century, earth was increasingly replaced by more modern materials such as burned bricks, steel/glass and concrete.

Several developments impact the cumulative abandonment and disappearance of earthen architecture in the *Weinviertel* region. Shifts in agricultural practice led to the abandonment of traditional infrastructure such as earth cellars or barns. Wooden presses (*Pressbaum*) and wooden barrels for wine storage were replaced by stainless steel technology and digital measurement tools which also changed the location of production and storage. In the past, press houses and wine cellars (in this region the so-called *Hintaus*) represented the transition from settled to agricultural land. Today, its function as a processing area for agricultural goods has been mostly replaced by larger halls and facilities in close vicinity to the farmhouse.

This shift from the *Hintaus* to more central infrastructures left many of the earth cellars and press houses neglected

for agricultural use and many of these buildings became holiday homes for city dwellers.

Demographic changes, such as rural depopulation and the trend towards second homes, have led to the abandonment of village centres and the development of new housing settlements on the outskirts. While in some areas there is a clear tendency towards resettlement, the holders of local traditions are mainly those whose ancestors had settled in an area and who are part of a traditional village community. Both groups – those who settled recently and those who have lived there for generations – have their particular needs regarding architectural heritage and conservation of historical structures. Basic questions raise about the method of conservation.

At this point, expert advice is needed, including on the historic importance of the basic values of earthen architectural heritage, as well as professional support to the owners for technical and economic building matters.

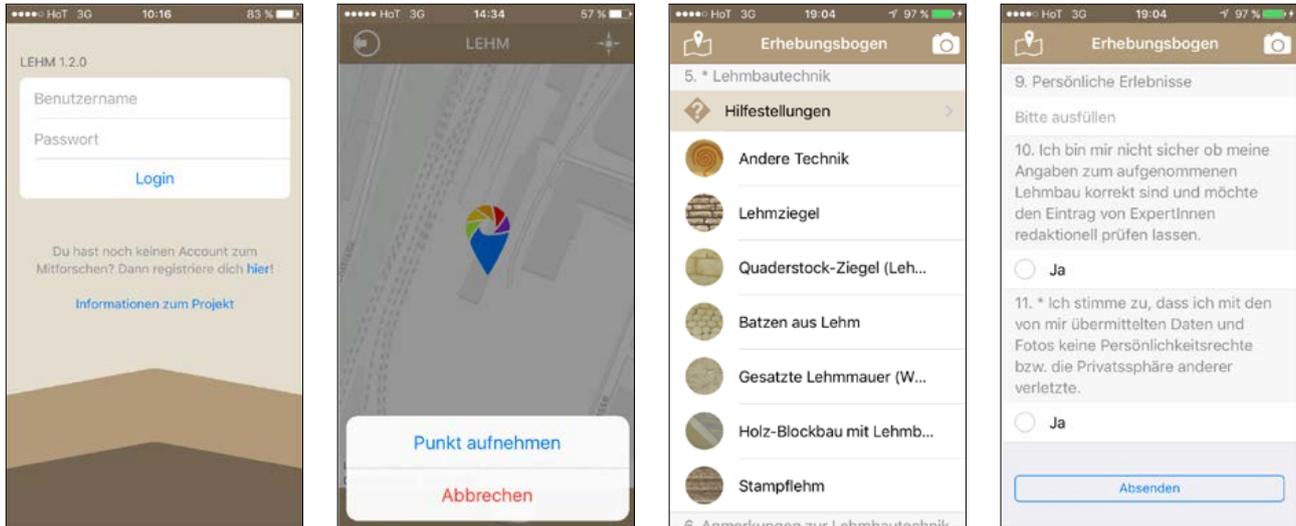
2. METHODS

As earth is increasingly seen as a regional and sustainable building material of high ecological value, gaps in knowledge about historic earth construction need to be minimised in order to learn from local architectural heritage for future sustainable use. Therefore, methods and tools are required to reach two major goals:

- the integration of the specific knowledge of the local residents in order to increase scientific knowledge on earthen architecture in the *Weinviertel* region, and
- the transfer of knowledge about earthen heritage from the scientific community to the local population (third mission).

We address both goals by developing a citizen science approach including media for citizen training and knowledge transfer. Furthermore, an accompanying legal

Fig.2: Interface screens of the native iOS application. Login screen (1), map for locating earth buildings (2), part of the survey form (3) and camera module for image taking (4)



framework addresses the legal rights and privacy aspects of building owners, as well as the privacy aspects of contributing citizen scientists.

2.1 INTEGRATION OF SPECIFIC LOCAL AND HISTORIC KNOWLEDGE: THE CITIZEN SCIENCE APPROACH

Citizen science (Irwin, 1995) is hardly new, as this approach goes back at least to the *National Audubon Society's annual Christmas bird count*, which began in 1900 (Cohn, 2008; Silvertown, 2009). Today, citizen science is a rapidly growing field that enables citizens to take part in scientific processes (Shuttleworth & Frampton, 2015; Silvertown, 2009), often supported and guided by digital and mobile technologies. Citizen science is not necessarily dependent on the intensive use of technologies such as web services, apps and mobile devices, but they are a means to an end for supporting collaborative working and data gathering. Latest smartphones and tablets are equipped with global positioning systems (GPS), compass, gyroscope and a camera and therefore, allow the recording of detailed location-based environmental data. The participants enter their data using simple survey forms and internet access allows an immediate transfer to the project database as well as the integration of data from other contributors. Successful apps need a target-group oriented design and usability (Grünzweil, 2008) but also a clear framework regarding ethical and legal aspects of data collection that needs to be communicated transparently.

Furthermore, it is important to raise awareness among citizen scientists as many people are not conscious of potential misuse of personal data. In this context, citizen science projects can help to increase media competence and raise awareness about the importance of personal data security when using web services or social media. Many citizen science projects are based on proprietary software or have no clear data sharing policy. As data sharing is a key component of ethical research (Shamoo & Resnik, 2015), a project goal was to develop a guideline for transparent data sharing mainly based on the Creative

Commons (creativecommons.org) framework. This also means that others can capitalise on the work to promote a dialogue, debates or critical feedback (Resnik *et al.*, 2015). For the project *Lehmbau im Weinviertel*, we chose an app-based approach (for mobile devices as well as web browsers) to enable citizens to share their knowledge and to use the joint dataset for learning and knowledge transfer.

2.2 CITIZEN TRAINING AND KNOWLEDGE TRANSFER

Citizen science projects require a clear concept for knowledge transfer in both directions (scientists to citizens and vice versa) as well as proper training and information materials for citizens to support the collection of reliable data (Cohn, 2008). Nowadays, materials for training and education as well as data collection can be easily supplied by using web technologies, but the specific demands of target groups need to be considered (Grünzweil, 2008). To determine the strengths and weaknesses of citizen science projects, systematic collection of evaluation information is necessary to improve overall effectiveness as well as data quality (Phillips *et al.*, 2014).

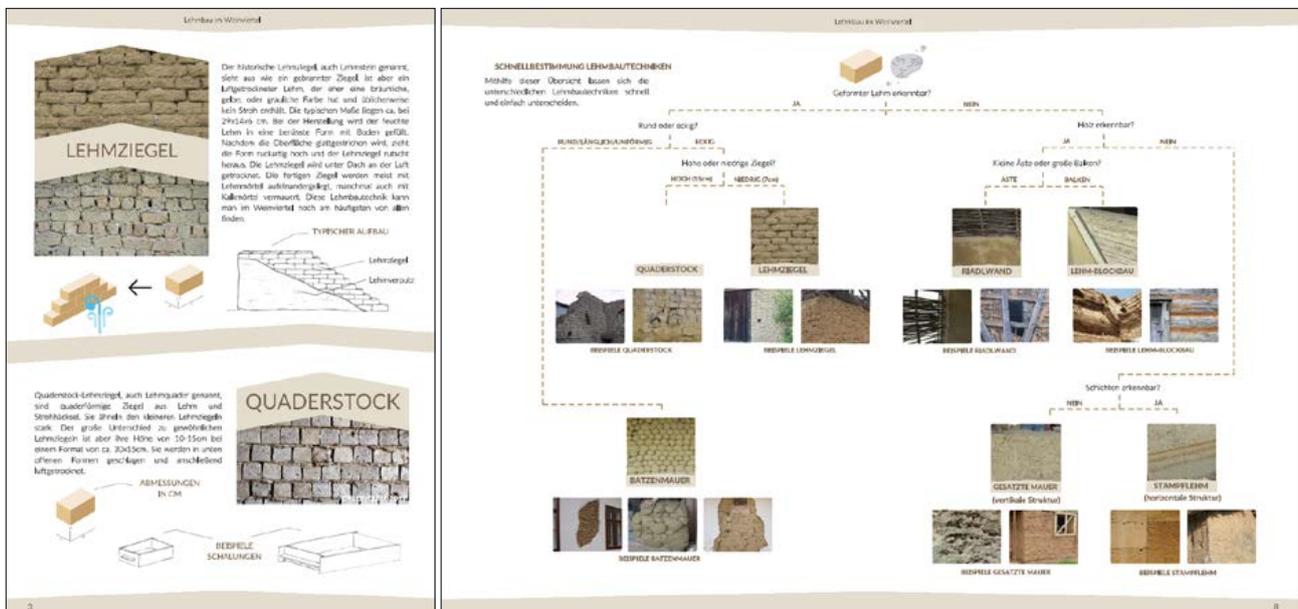
3. RESULTS

Citizen involvement in the *Lehmbau im Weinviertel* project started in spring 2018 with the launch of a web-based application and a website that provides supplemental materials for training and knowledge transfer.

3.1 LEGAL FRAMEWORK FOR THE CITIZEN SCIENCE PROJECT

Citizen science projects need a comprehensive framework on legal aspects to protect scientists, citizen scientists as well as third parties. The scientists need a legal framework that protects the data itself and addresses ethical aspects. Therefore, we chose an open culture licence (Creative Commons-Attribution) to manage further data utilisation,

Fig.3: Sample pages from the handbook on construction techniques: Detailed description of building techniques (left) and a decision tree for field investigations (right).



citing guidelines and acknowledgements. Addressing privacy aspects of citizen scientists, the amount of stored personal data was reduced to a minimum, and contributors are allowed to see their personal data and can request its deletion. Third parties may be affected if citizen scientists infringe personal and/or property rights of the object owners. Therefore, a comprehensive and easy-to-understand guide (Do's and Don'ts) was developed to help users determine their options and possibilities in the field. The legal framework is published on the project website (<http://cs-lehmbau.boku.ac.at/datenschutz>).

3.2. WEB AND MOBILE APPLICATION FOR DATA GATHERING AND ANALYSIS

For data gathering, a WebGIS application, based on the Leaflet JavaScript framework for interactive maps (<https://leafletjs.com>), is used. Citizen scientists contribute on-site by providing their geo-location, filling out a simple survey sheet and adding images to illustrate the recorded building. By using a responsive design approach, the user interface is optimized for different screen sizes and resolutions. Therefore, many limitations regarding different operating systems and smart phone models were reduced to a minimum. Furthermore, native applications (see Fig.2) for the most popular mobile platforms (iOS & Android) foster a more seamless integration and optimized user interface design. The foundation for this application was developed within the project *Think Spatial!* (<http://thinkspatial.boku.ac.at>), a research project that examines new methods for spatial learning using mobile devices.

3.3. SUPPORTIVE MATERIAL FOR CITIZEN TRAINING AND GUIDANCE

Proper supportive materials are crucial for the quality of the collected data, but also for the activation and involvement of citizen scientists (Cohn, 2008). Therefore, we have developed different media and tools for target-group specific information and training. A handbook in PDF format (see Fig.3) describes, in a

comprehensive way and at different levels, earth as a building and construction material. People can choose how deeply they want to be immersed into the thematic field – from a summarising overview, to finding the most important construction techniques in the *Weinviertel* region, down to more detailed descriptions and characteristics of earth utilisation and techniques. The manual concludes with a determination test (decision tree) of earth building techniques as a supportive tool for field investigations.

Furthermore, a technical guidance for the WebGIS and the mobile application supports the citizen scientists in getting the data gathering tools up and running.

A more playful approach to motivate people to participate and to involve a younger audience was realized by developing an online quiz on earthen buildings. The quiz deals with the historical and geographical aspects of earthen buildings, contemporary and historical earthen architecture on a global scale and earthen building techniques in Central Europe.

To inform multipliers and stakeholders (e.g. teachers, museums, associations, etc.), a comprehensive online presentation provides an overview about the importance of earth, known earth building techniques and how to take part in the project. Finally, workshops will be offered to schools, associations and future craftsmen working with earth.

All media are released under the Creative Commons attribution licence (CC-BY) and can be downloaded from the project website (<http://cs-lehmbau.boku.ac.at>). A free availability of the materials promotes the dissemination of knowledge about earth building and encourages multipliers to integrate the project into their activities (e.g. school lessons, exhibitions, etc.).

4. CONCLUSION

Earth has influenced living in the *Weinviertel* over a long period and its influence on management practices in this rural landscape is significant. Different utilisation

and construction techniques have given rise to a unique vernacular architecture that is gradually disappearing due to different development dynamics. The *Weinviertel* stands out as one of the regions in Europe with the greatest diversity of historical earthen building techniques. In particular, presumably the oldest techniques are preserved in only a few earthen buildings, witnesses of a bygone building culture, and their number is decreasing every day. Specific local and historical knowledge is necessary to broaden the scientific knowledge base, and a citizen science approach supports the integration of these dispersed knowledge patterns into research projects. Furthermore, raising awareness among the local population is key to a common understanding and protection of earthen architecture as a traditional local heritage. It is important to educate people so that they recognize the numerous advantages of earth – citizen science is a promising concept for this purpose. Nevertheless, this approach requires comprehensive two-way knowledge transfer strategies and offers for different target groups (e.g. schools, stakeholders, builders, etc.). Proper training and support materials are crucial to achieve high quality data and measurable learning outcomes.

Earth is often seen as a negligible historical fragment of past activities and constructions, overseeing its meaning as a highly efficient building technology combining several materials such as earth, wood or straw. Bridging new technologies with the knowledge of historical applications allows for development of better strategies for the restoration and reconstruction of buildings and the integration of long-term empirical knowledge in the development of new products.

ACKNOWLEDGEMENT

The project *Lehmbau im Weinviertel* is conducted within the *Top Citizen Science initiative*, the project *Think Spatial!* is conducted within the *Sparkling Science research programme*. Both projects are funded by the Austrian Federal Ministry of Education, Science and Research.

REFERENCES

Cohn, J.P., (2008) Citizen Science: Can Volunteers Do Real Research? *BioScience* 58, 192–197. <https://doi.org/10.1641/B580303>

Eßer, G., (2014) *Baukultur im Weinviertel: Erhaltung setzt Wissen voraus*.

Grünzweil, B., (2008) *Richtlinien für die Erstellung von Applikationen für Kinder im Vorschulalter* (Masterarbeit). FH Hagenberg, Hagenberg.

Irwin, A., (1995) *Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development*. Routledge.

Kunze, C., Kubista, M., Macho, K., (2007) Industrial unfired loam brick buildings with passive house standard, in: *Proceedings CESB 07*. Presented at the Conference Central Europe towards Sustainable Building, Czech Technical University, Faculty of Civil Engineering, Prague, pp. 735-740.

Meingast, R., (2009) Moderner Lehmbau – *Lehm in hocheffizienten Baukonzepten* (No. 80), Berichte Geol. B.-A. Geologische Bundesanstalt, Haindorf bei Langenlois.

Meingast, R., Feiglstorfer, H., (2018) Earth building history in eastern Austria, in: *Earth Construction & Tradition*. IVA-ICA Institute for Comparative Research in Architecture, Vienna, Austria, pp. 21-83.

Phillips, T., Ferguson, M., Minarchek, Porticella, N., Bonney, R., (2014) *User's guide for evaluating learning outcomes from Citizen Science*. Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY.

Resnik, D.B., Elliott, K.C., Miller, A.K., (2015) A framework for addressing ethical issues in citizen science. *Environmental Science & Policy* 54, 475–481. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.05.008>

Shamoo, A.E., Resnik, D.B., (2015) *Responsible Conduct of Research*. Oxford University Press.

Shuttleworth, S., Frampton, S., (2015) Constructing Scientific Communities: Citizen Science. *The Lancet* 385, 2568. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)61150-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)61150-3)

Silvertown, J., (2009) *A new dawn for citizen science*. *Trends in Ecology & Evolution* 24, 467-471. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.017>

L'ENSEIGNEMENT FORMEL ET INFORMEL DE L'ARCHITECTURE DE TERRE À L'UNIVERSITÉ NATIONALE DE TUCUMÁN EN ARGENTINE

SOSA Mirta Eufemia, Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán

MARIS LATINA Stella, Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán

RÉSUMÉ

Le Centre Régional de Recherche d'Architecture de Terre Crue (CRIATiC) de la Faculté d'Architecture et d'Urbanisme (FAU) de l'Université Nationale de Tucumán (UNT) en Argentine a débuté ses activités comme Groupe Terre Tucumán en 1993. Il a développé diverses actions dans le domaine de l'architecture de terre liées à la formation, la recherche et le transfert de connaissance. La formation s'inscrit dans le cursus formel, avec les cours « Architecture de Terre Crue » et « Pratique Professionnelle Assistée » en 4^e et 5^e année d'architecture, qui comprennent des modules d'enseignement théoriques et pratiques. Ces deux cours visent à préparer les futurs professionnels à aborder les problèmes de l'habitat et de l'environnement à partir de la connaissance qu'ils ont acquise en étudiant les architectures de terre. À ces cours académiques s'ajoutent des formations informelles, s'articulant autour d'ateliers de formation pour les professionnels, les techniciens et les employés des collectivités locales, mais aussi pour les enseignants et étudiants des écoles techniques.

Dans le domaine de la recherche, l'université réalise des programmes financés par le Ministère des Sciences et Technologies dans le cadre de son soutien aux Innovations Productives. Les recherches ont pour objectif d'optimiser l'utilisation de la terre par des innovations technologiques, pour son intégration dans la formation, le dessin et la construction de l'habitat. Cette intégration des étudiants au monde de la recherche se fait à travers des séminaires de recherche et de transfert de compétences qui contribuent à préparer des chercheurs juniors (étudiants) et des chercheurs seniors (diplômés). Le CRIATiC complète ses actions par des stages de formation et des conférences afin d'enrichir l'expérience des étudiants et enseignants. Les résultats obtenus jusqu'à présent démontrent l'intérêt des étudiants, des institutions publiques et surtout des collectivités locales éloignées des centres urbains pour la terre, car ce matériau représente une vraie alternative de développement durable.

1. INTRODUCTION

La région nord-ouest de l'Argentine (NOA), constituée des provinces de Catamarca, Salta, Jujuy, Santiago del Estero et Tucumán, est très connue pour son patrimoine architectural en terre. Le matériau y a configuré les architectures, en particulier dans les zones rurales et périurbaines de la région. La reconnaissance des techniques de construction en terre a suscité l'intérêt du CRIATiC, et promu le développement de la connaissance, ainsi que la diffusion et la formation de bénéficiaires dans différents contextes et niveaux d'éducation.

La Faculté d'Architecture et d'Urbanisme (FAU) de l'Université Nationale de Tucumán (UNT) – pôle d'importance régional dans l'enseignement universitaire, accueille environ 2100 étudiants chaque année, provenant de toute la région NOA. Le CRIATiC en tant que corps académique de la FAU a débuté l'enseignement de l'architecture de terre dans les années 1993 et elle est la première université d'Amérique latine à mettre en œuvre ce type de formation au sein des cursus de 2^e et 3^e cycles d'architecture dans le champ disciplinaire : « Bases scientifique, technologie et production ».

2. ÉDUCATION FORMELLE : FORMATION DIPLOMANTE

Les étudiants de la FAU sortent avec le titre d'architecte après avoir réussi les cinq niveaux de la formation couvrant quatre thématiques :

- la communication et la forme ;
- le projet et la planification ;
- les bases scientifiques, la technologie et la production ;
- la gestion, l'histoire et la théorie.

Les contenus thématiques sont développés en trois cycles d'études : le premier cycle est de nature introductive ; le deuxième fournit les bases disciplinaires et le troisième propose d'approfondir certaines connaissances.

Fig.1 : Activités réalisées dans les TP n°1 et n°2



Le programme est composé de modules obligatoires, tels que le « projet final d'architecture urbaine » et la « pratique professionnelle assistée », et de modules optionnels dont l'objectif principal est d'offrir aux étudiants des alternatives de spécialisation dans certains domaines en fonction de leurs propres intérêts.

L'équipe CRIATiC est composée d'enseignants de « Construction I », un cours quadrimestriel intégré au premier cycle de formation.

Le CRIATiC développe trois programmes de formation :

- le cours optionnel « Architecture de terre crue » dans le cycle de base pour les étudiants de 4^e et 5^e année ;
- un module de pratique professionnelle assistée : « Technologies alternatives pour la construction d'habitat et développement en zone rurale » dans le cycle disciplinaire supérieur pour les étudiants de 5^e année ;
- un séminaire d'initiation à la recherche et d'intégration au milieu intitulé « Atlas des Techniques de Construction en Terre et sa Production dans le NOA » pour les étudiants de dernière année et les jeunes diplômés.

2.1. COURS OPTIONNEL ARCHITECTURE DE TERRE CRUE

Ce cours est proposé sans interruption depuis 1997. À partir du plan d'étude de 2008, la charge horaire initiale de 72 heures a été réduite à 48 heures réparties en 12 séances hebdomadaires de 4 heures chacune.

2.1.1. OBJECTIFS

- Intégrer l'architecture de terre dans l'enseignement de l'architecture ;
- Permettre aux étudiants d'acquérir les compétences nécessaires pour l'utilisation de la terre dans la production de l'habitat ;
- Susciter l'intérêt pour l'architecture de terre et articuler les recherches avec la formation post-universitaire.

2.1.2. CONTENUS

Les contenus sont structurés en quatre unités :

- l'architecture de terre. Antécédents historiques. Architecture de terre dans le monde et en Argentine.
- le matériau terre. Étude de la composition du matériau et identification des propriétés essentielles. Analyse du comportement.
- systèmes, éléments et composants de construction. Caractéristiques générales et particulières.
- critères structurels constructifs. Projet. Conception et matérialisation.

2.1.3. MÉTHODOLOGIE D'ENSEIGNEMENT

La pédagogie de ce cours est caractérisée par des activités pratiques permettant d'acquérir les connaissances de base du matériau de construction terre. Après avoir donné aux étudiants les fondements théoriques et descriptifs, des activités exploratoires et expérimentales sont organisées sous la forme de trois séances de Travaux Pratiques (TP) (Fig.1).

TP1 : Identification des terres ; son objectif principal est de déterminer les propriétés du matériau afin d'évaluer son comportement et son aptitude à être utilisé dans la construction. Les étudiants, organisés en groupes, effectuent d'abord des essais de terrain sur différents échantillons, puis réalisent des essais simples et normalisés dans le laboratoire du CRIATiC. Cette double approche leur permet d'appréhender les propriétés des terres au travers différentes méthodes d'analyse, en comparant les variables et différences que présentent les échantillons. À l'issue de ce TP, chaque groupe remet un rapport sur l'analyse d'un des matériaux.

TP2 : Fondée sur l'approche théorique des systèmes constructifs, la pratique sur le terrain permet à l'étudiant d'entrer en contact direct avec les matériaux, techniques et éléments constructifs en terre. L'activité est organisée en pratiques simultanées correspondant à la production de trois éléments de construction : adobes, BTC et mur monolithique de terre stabilisée. Des groupes sont formés pour que chacun puisse participer aux différentes expériences de production.

TP3 : Le cours se termine par le TP de projet et de construction ; son objectif est d'appliquer les connaissances acquises lors des cours théoriques et des ateliers pratiques. Le projet de conception proposé change chaque année, mais tente toujours de répondre aux objectifs du cours. Parmi les projets développés jusqu'à présent, nous pouvons citer :

- projet de maisons, de logements universitaires, d'un poste de sécurité, situés dans différents sites de la province de Tucumán. Chaque groupe conçoit avec le système et la technique constructive désignée par l'enseignant ;
- projet et construction d'équipements urbains : siège du CRIATiC ;
- dessin de coffrages à pisé avec différents matériaux : bois, métal et combinaison des deux matériaux ;
- étude de cas. Inventaire de l'architecture traditionnelle et contemporaine à Tucumán, Salta et Jujuy.

2.1.4. RÉSULTATS

Ce cours propose une première approche de la connaissance des techniques de construction en terre au niveau universitaire. L'étudiant apprend à valoriser cette architecture et démystifie la précarité et la marginalité que la société veut faire porter à ce matériau. La pratique et le contact direct avec la terre sont fortement valorisés. Malheureusement, le manque de moyens financiers n'a pas permis d'organiser un voyage d'étude dans la région nord-ouest de l'Argentine.

2.2. PRATIQUE PROFESSIONNELLE ASSISTÉE (PPA) : TECHNOLOGIES ALTERNATIVES POUR LA CONSTRUCTION DE L'HABITAT ET DU DÉVELOPPEMENT LOCAL

Depuis 2009, le CRIATiC propose la PPA « Technologies alternatives pour la construction de l'habitat et le développement local » avec une charge de cours de 120 heures. Il s'agit d'une formation de spécialisation pour les étudiants ayant suivi le cours « Architecture de terre crue ».

2.2.1. OBJECTIFS

- Stimuler l'esprit critique, l'engagement social et la créativité des étudiants face aux demandes et besoins de la société ;
- Former les étudiants à la résolution de projets répondant à un problème réel et concret, en combinant les techniques de construction traditionnelles et les innovations technologiques ;
- Promouvoir des actions conjointes avec la communauté au profit d'un développement local durable.

2.2.2. MÉTHODOLOGIE D'ENSEIGNEMENT

La PPA est mise en œuvre comme une innovation dans le programme de détection des besoins réels de la société. Elle cherche à la fois à fonder la personnalité et l'identité de l'étudiant. À partir des connaissances acquises à l'université, elle offre à l'étudiant de nouveaux espaces d'apprentissage participatif dans et avec la communauté.

Le cours se compose de trois étapes successives :

- Étape 1 : approfondissement des connaissances générales sur l'architecture de terre.

- Étape 2 : représente une innovation dans l'apprentissage. Il s'agit d'identifier les caractéristiques environnementales, culturelles et économiques du milieu et d'inventorier les ressources matérielles et humaines disponibles. Cette étude est complétée par une enquête auprès des bénéficiaires sur leurs besoins et par des réunions informatives et participatives avec les bénéficiaires.
- Étape 3 : est constituée de la conception du projet. Sur la base de l'analyse du contexte, des ressources de matériaux et de la main-d'œuvre disponibles, les étudiants décident du système constructif et des matériaux les plus appropriés à mettre en œuvre, avec ou sans innovations technologiques, et conformément à la réglementation locale. Les étudiants encouragent les bénéficiaires à solutionner le problème qu'ils ont eux-mêmes soulevé et, de cette manière, à améliorer leur développement personnel. Après cette étape, les étudiants remettent un dossier technique à l'université et à la communauté. (Fig.2)

Cette PPA a donné naissance à de nombreux projets :

- Musée du site, à El Remate, Amaicha del Valle (2009).
- Centre d'assistance pour les arts et l'artisanat. Paroisse Notre Dame de la Vallée, Yerba Buena (2010).
- Espace œcuménique à l'Hôpital Avellaneda, San Miguel de Tucumán (2011).
- Centre d'assistance à la formation, Paroisse Notre Dame de la Vallée, Yerba Buena (2012). Réaménagement de la cuisine et des toilettes.
- Centre de récréation et Centre de production et de formation BTC à Los Bulacio-Los Villagra (2013).

2.2.3. RÉSULTATS

L'expérience est très enrichissante pour les étudiants du fait qu'ils ont le sentiment d'avoir apporté une contribution concrète à la société, mais elle l'est également pour les bénéficiaires qui bénéficient d'une plus grande appropriation du projet réalisé. Cependant, nous pouvons déplorer un manque de concrétisation de certains projets : expiration des délais dans les tâches convenues et manque d'engagement de l'entité et de l'institution bénéficiaire dans la gestion de la mise en œuvre du projet.



Fig.2 : présentation du projet

2.3. SÉMINAIRE D'INITIATION À LA RECHERCHE ET D'INTÉGRATION AU MILIEU ATLAS DES TECHNIQUES DE CONSTRUCTION EN TERRE ET SA PRODUCTION DANS LE NOA

Avec la volonté d'approfondir la formation des RRHH, le CRIATiC a présenté au Conseil Directif de la FAU un projet de Séminaire d'initiation à la recherche et d'intégration au milieu, qui a été approuvé par la Résolution N° 069/2013. Le séminaire a été organisé en deux temps : 2013-2015 et 2015-2017.

2.3.1. OBJECTIFS

- Initier les étudiants à des tâches de recherche dans le domaine spécifique de la production, et des techniques de construction qui caractérisent et définissent l'architecture en terre dans le NOA ;
- Réaliser un inventaire, une systématisation et un zonage des techniques de construction en terre et ses architectures sur le territoire ;
- Encourager les étudiants à développer leur capacité d'intégration dans les communautés.

2.3.2. CONTENUS

Le séminaire comprend 50 heures de formation théorique et pratique interdisciplinaire structurée en quatre modules thématiques :

- formation méthodologique en préparation des activités dans les communautés rurales ;
- formation à la formulation du plan de travail de recherche ;
- cours-atelier sur la technologie en terre ;
- formation instrumentale. Concepts de base du système SIG.

2.3.3. MÉTHODOLOGIE D'ENSEIGNEMENT

Le séminaire s'adresse aux étudiants de dernière année et aux jeunes diplômés ; l'innovation consiste en l'apprentissage à la recherche et l'intégration au milieu, sujets qui ne sont pas abordés durant le cursus. La zone d'étude comprend les provinces de Jujuy, Salta, Tucumán et Catamarca, où l'on trouve :

- des bâtiments employant la terre comme matériau principal ou complémentaire ;
- des centres urbains, villages ruraux et logements dispersés accessibles, situés sur les routes nationales (RN) 40 et 9.

Pour guider la recherche et organiser l'information recueillie, deux critères principaux sont pris en compte : l'identification des styles architecturaux (liés aux périodes historiques) et les techniques de construction employées.

Le séminaire se déroule en deux phases de formation. Il débute par une formation théorique-pratique de 50 heures de cours, pour laquelle sont invités des enseignants spécialisés, suivie d'une phase de recherche documentaire, d'enquête sur le terrain et d'analyse des données collectées. Les principales étapes de la recherche sont les suivantes :

- les séminaristes, encadrés par des professeurs, élaborent les fiches pour le recueil d'information utilisées dans les entretiens et dans les sondages. On y trouve des informations sur le bâtiment : nom, année de construction, concepteur, typologie constructive et architecturale, emplacement géographique, accessibilité, climat,

Fig 3 : Fiche de registre des données (2 feuillets A4 d'un total de 6)

The image shows two pages of a data registration form. The left page is titled 'ATLAS TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA - FICHA DE RELEVAMIENTO EDIFICIO NO PATRIMONIAL' and contains a table with fields for 'EDIFICIO RELEVADO', 'UBICACION DEL EDIFICIO', 'PERIODO HISTÓRICO', 'ESTADUS DE CONSTRUCCIÓN', 'ESTADUS CONSERVATIVO', and 'UBICACION GEOGRÁFICA'. The right page is titled 'ATLAS TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN CON TIERRA - FICHA DE RELEVAMIENTO EDIFICIO NO PATRIMONIAL' and contains a table with fields for 'UBICACION GEOGRÁFICA', 'UBICACION GEOGRÁFICA', and 'UBICACION GEOGRÁFICA'. Both pages include a map of the study area and a photograph of a building.

sismicité et des caractéristiques technologiques : murs, toit, sol, détails remarquables, etc. ;

- collecte préliminaire d'informations dans des livres, des archives, des revues, des articles publiés dans des congrès, journées d'étude et séminaires (dont le séminaire ibéro-américain de construction avec terre SIACOT) et des articles obtenus sur Internet. L'information collectée est organisée en fiches d'enregistrement dans une base de données EXCEL ;
- activités sur le site d'étude. Une fois la phase d'entraînement théorique-pratique terminée, la préparation des activités de terrain pour l'enregistrement des données commence. La collecte d'informations sur l'architecture se fait par le biais de relevés, de photos et de croquis. L'analyse des techniques constructives est réalisée quant à elle par le biais d'entretiens avec des professionnels, des constructeurs et des chercheurs qui ont utilisé la terre ;
- pour terminer, les informations sont organisées et stockées. Elles sont transférées sur les fiches qui précisent le type de constructions, leur fonction, leur valeur patrimoniale, etc. Chaque fiche correspond à un bâtiment et se compose de six feuillets A4. Certains bâtiments ont été cartographiés dans Google Earth avec une brève description et une image. Les images peuvent être visionnées sur la page Facebook du CRIATiC.

2.3.4. RÉSULTATS

Les étudiants ayant participé au séminaire ont initialement abordé l'architecture de terre lors des cours optionnels et dans la PPA. Actuellement, cinq d'entre eux bénéficient de bourses de doctorat du Conseil National de la Recherche Scientifique et Technique (CONICET), deux étudiants au Conseil Interuniversitaire National (CIN) et trois boursiers sont soutenus par le Conseil des Investigations de la UN (CIUNT). Ces résultats démontrent l'intérêt des jeunes pour l'approfondissement et la production de nouvelles connaissances sur l'architecture de terre. La plus grande difficulté a été la mobilité et le financement pour développer les activités planifiées, néanmoins, les résultats suivants ont été obtenus :

- publication d'une série thématique « Architecture de la Terre Crue » ISSN 2451-6287 Éd. CRIATiC, en format papier avec les fiches enregistrées de l'architecture vernaculaire, les bâtiments du patrimoine et les œuvres

contemporaines (2015) ;

- exposition photographique itinérante «Atlas de la construction en terre et sa production dans le NOA» reprenant les photos prises par les professeurs et les étudiants lors de l'inventaire de l'architecture de terre dans la région. Elles sont exposées dans la salle de la FAU-UNT et le Collège d'Architectes de la ville de Salta et Cafayate, dans la province de Salta (2015/2016) ;
- calendrier 2018 ICOMOS Argentine réalisé à partir de l'exposition photo ;
- participation des séminaristes à des événements scientifiques et techniques. Élaboration et présentation de posters lors des «Premières journées régionales sur l'architecture et la construction de terre», La Rioja, Argentine (2013) et le XVI^e Séminaire ibéro-américain de construction de terre (SIA-COT) à Asunción, Paraguay (2016).

3. ÉDUCATION INFORMELLE¹

En tant que centre de formation, le CRIATiC développe, par le biais d'accords de coopération et d'assistance technique, le transfert de connaissances au moyen d'ateliers de formation destinés aux professionnels et aux techniciens d'organisations publiques et privées, ainsi qu'aux organisations communautaires et aux écoles secondaires, à Tucumán et dans les provinces voisines.

3.1. OBJECTIFS

- Diffuser les savoirs qui permettent l'utilisation de la terre comme matériau de construction dans différents secteurs pour des populations éloignées de la sphère académique ;
- Réaliser des actions de transfert de savoirs à destination des professionnels et du grand public par le biais de cours, d'ateliers et de conférences techniques ;
- Fournir les connaissances nécessaires pour développer la capacité de mettre en oeuvre différentes techniques de construction en terre.

3.2. CONTENUS

Le degré d'approfondissement des sujets dépend à la fois du temps disponible pour réaliser les activités

proposées et du niveau de formation du groupe auquel les connaissances sont transmises. Les thématiques enseignées sont principalement :

- connaissance du matériau : propriétés physiques, stabilisation ;
- techniques et systèmes de construction. Innovations techniques ;
- critères et recommandations pour la conception structurelle.

3.3. MÉTHODOLOGIE D'ENSEIGNEMENT

Le transfert de connaissances, résultat des recherches effectuées par le CRIATiC, permet de dépasser la sphère académique et de s'adresser à la société dans le but de transmettre et de former des personnes de différents niveaux d'enseignement. Cette réalité est fondée sur :

- l'évaluation des techniques traditionnelles et leur amélioration dans les communautés où l'on constate une perte progressive de savoir-faire due à la disparition des maîtres-artisans ;
- la demande croissante de ceux qui veulent apprendre à construire en terre parce qu'ils y voient une alternative technologique efficace pour construire leur habitat.

Le programme de formation prend en compte différentes variables pour s'adapter aux attentes et au lieu de formation disponible. En fonction du nombre de bénéficiaires et de leurs besoins, la formation peut comprendre des présentations techniques, des ateliers pratiques d'une journée, ou même 2 ou 3 jours de formation théorique et pratique. La logistique influe également sur la formation elle-même, qui prendra différentes formes en fonction de la capacité de l'institution hôte, des infrastructures et des équipements disponibles sur place, des possibilités de déplacement des participants et du formateur, mais aussi du transport des outils et des équipements jusqu'au lieu de la formation.

Le CRIATiC accueille des ateliers d'enseignement non formels pour divers bénéficiaires, notamment : le personnel technique de Reciclar SA (Salta), les employés de la commune de Los Villagras-Los Bulacios (Tucumán), les habitants des quartiers périphériques, les écoles et chapelles du Grand San Miguel de Tucumán, les centres d'attention familiale



Fig.4 : Atelier d'éducation informelle

CARITAS, le centre d'attention intégrale, la Caritas Nostra Senora del Carmen à Yerba Buena, l'École Technique de Famaillá, tous situés dans la province de Tucumán et dans la commune de Huafin, Catamarca et le collège d'architectes de Salta, la délégation Cafachate entre autres. (Fig.4)

4. CONCLUSIONS

L'enseignement de l'architecture de terre dans le contexte universitaire se manifeste par un développement permanent des connaissances technologiques et architecturales, qui se fondent sur le savoir-faire traditionnel et se nourrissent des innovations technologiques, résultats de la recherche scientifique. Ainsi, l'enseignement académique et non académique n'est pas statique. Dans le cadre du cours optionnel « Architecture de terre crue », des cours théoriques et pratiques sont organisés dans les installations de la FAU, permettant aux étudiants de s'initier à la connaissance du matériau, aux techniques de construction et aux règles de bonnes pratiques. La formation se poursuit avec le cours de la PPA, facilitant l'intégration au milieu réel. Les étudiants réalisent des activités en dehors de la faculté, s'impliquent, interagissent et travaillent avec la communauté afin de proposer des solutions à des problèmes concrets. Enfin, avec le séminaire, l'étudiant commence à développer les activités intellectuelles et expérimentales nécessaires pour entamer un parcours de recherche. La consolidation de l'enseignement de l'architecture de terre à travers ces cours a révélé l'intérêt des étudiants à poursuivre leur apprentissage pour générer de nouvelles connaissances et compétences autour de la terre. Le CRIATiC stimule la formation à la recherche par des programmes de bourses d'initiation pour les étudiants, ainsi que des bourses de doctorat pour les jeunes diplômés. Le contenu thématique des différentes modalités d'éducation, formelle et informelle, est similaire, la différence est directement liée au profil de la personne formée, qu'il s'agisse d'un étudiant universitaire ou secondaire, d'un technicien de mairie, d'un professionnel de la construction ou d'un membre du grand public. Seuls les supports didactiques et méthodologiques utilisés pour transmettre les connaissances diffèrent. La durée de la formation dans l'éducation formelle, pour les cours optionnels ou obligatoires, est définie par l'emploi du temps de la faculté. Cependant, dans l'éducation informelle, la continuité des activités dépend principalement de l'intérêt du groupe demandeur. Les résultats obtenus grâce aux enseignements et aux activités d'intégration au milieu, permettent de conclure qu'une bonne coordination entre la FAU-UNT et les institutions publiques ou privées opérant sur le terrain permet d'apporter des réponses plus qualitatives aux besoins de l'ensemble de la communauté, et que les étudiants, en tant que futurs professionnels, peuvent jouer un rôle actif dans le développement local. Actuellement, nous concevons la certification d'un projet d'éducation informelle dédiée aux professionnels techniques et aux travailleurs de la construction qui sont habilités à la gestion des chantiers de construction locaux utilisant de la terre. Dans le cadre de l'éducation formelle, en conséquence de son rôle croissant de formateur, le CRIATiC est encouragé à planifier une formation post-diplôme dans un avenir proche.

¹ L'éducation informelle comprend « toute activité organisée, systématique, éducative, réalisée en dehors du cadre du système officiel, pour faciliter certains types d'apprentissage à des sous-groupes particuliers de la population, adultes et enfants ». Coombs et Ahmed, 1994, cité par Rosario Carrasco, Fabiola Jadue, Mario Letelier, Claudia Oliva. (2012). Estudio exploratorio sobre aprendizaje no formal e informal de estudiantes y egresados universitarios. Calidad en la Educación No.36. versión On-line ISSN 0718-4565. pp 149-184

BIBLIOGRAPHIE

Règlement de Pratique Professionnelle Assistée (PPA) pour les étudiants d'architecture. Résolution N° 002/2008 du Conseil Directif Honorable de la Faculté d'Architecture et d'Urbanisme de l'Université Nationale. Résolution.

Règlement de Séminaires de Pré-initiation à l'Enseignement, la Recherche et Transfert au milieu. Résolution N° 023/1991 du Conseil Directif Honorable de la Faculté d'Architecture et d'Urbanisme de l'Université Nationale. Résolution.

Séminaire de Pré-Initiation à la Recherche et au Transfert au milieu « Atlas des Techniques de Construction en Terre et sa Production dans le NOA ». Résolution N° 069/2013 du Conseil Directif Honorable de la Faculté d'Architecture et d'Urbanisme de l'Université Nationale.

INTERVENTION MODELS FOR THE RESCUE AND PREVENTIVE CONSERVATION OF EARTHEN ARCHITECTURE

ASTUDILLO CORDERO Sebastián, University of Cuenca, World Heritage City Project, Cuenca – Ecuador

ACHIG-BALAREZO María Cecilia, University of Cuenca, World Heritage City Project, Cuenca – Ecuador

BARSALLO CHAVEZ Gabriela, University of Cuenca, World Heritage City Project, Cuenca – Ecuador

CARDOSO MARTINEZ Fausto, University of Cuenca, World Heritage City Project, Cuenca – Ecuador

ABSTRACT

The World Heritage City Project (CPM) is a scientific research project at the University of Cuenca in Ecuador. In its 11 years of existence, it has consolidated valuable shared work experiences, both within the University of Cuenca and with groups of external actors.

Under the principle of Preventive Conservation and the slogan “it is better to prevent than to cure”, and through research, documentation and the active participation of stakeholders, the project has developed an intervention strategy for a diverse range of regional heritage structures. Specific maintenance processes have been carried out on buildings built with earthen construction techniques, allowing the recovery of the physical quality as well as to restore and strengthen the bonds between stakeholders.

The experiments carried out in 2011 (Susudel Maintenance Campaign), 2013 (Susudel Indigenous Cemetery Restoration Campaign) and 2014 (San Roque Maintenance Campaign) as well as the campaign in progress in 2018 (Las Herrerías Maintenance Campaign), were carried out with 200 to 300 participants, made up of professors, students, professionals, municipal technicians, neighbors, skilled labor and the military. These experiences enabled the assessment of the potential of social mobilization around earthen architecture. Furthermore, the advantages of an intervention with collective goals and actions were identified, as well as the difficulties encountered, which required rapid, simple and clear reactions of students and professors.

The knowledge gathered from the experiences made it possible to develop a methodological intervention model of built heritage in southern Ecuador. This model incorporates scientific research and stimulates knowledge and work with earth as an essential matter and the community as a direct agent. Furthermore, it allowed to understand earth's technical, social and environmental viability, based on inclusion, participation and creativity.

1. INTRODUCTION

The city of Cuenca and the rural town of Susudel, both in southern Ecuador, have become focal points of research, experimentation and action, given the evident use of traditional earthen construction techniques. Techniques that have been gradually abandoned and are in danger of disappearing completely.

This, together with the critical state of conservation of many rural and urban neighborhoods, prompted the Faculty of Architecture and Urban Planning (FAUC) of the University of Cuenca to reflect on the role that the University should play in the maintenance of ancestral techniques and knowledge related to earthen construction. This led to the University taking on the task of researching these techniques, innovating and improving their benefits, conserving them, disseminating them and guaranteeing the transfer of knowledge to future generations. This process has shown the validity and inexhaustible range of possibilities to adapt and use these materials to solve real life challenges in the management of heritage and in the service of contemporary architecture. Assuming this challenge involved the creation of an academic body within the faculty, focused on the study of urban architectural heritage, with a local and regional scope. This body has taken on matters of diverse complexity, scale and level of action and intervention.

2. METHODOLOGY

2.1 FIRST STEPS OF CONSERVATION IN THE FACULTY OF ARCHITECTURE AND URBANISM OF THE UNIVERSITY OF CUENCA

The first effort to incorporate restoration issues into the curriculum of the Faculty of Architecture and Urbanism (FAUC) was the 1988 postgraduate course on Specialization for the Study and Restoration of Monuments and Sites. This course brought together several national and international specialists. Fourteen years later, in 2002, a specialization

program was designed and inserted within the curriculum of the Conservation and Management Option for Cities and Heritage Sites, and added to the already existing options related to the Contemporary Architectural Projects and Urban Planning.

2.1.1 THE WORKSHOP FOR THE CONSERVATION OF MONUMENTS AND SITES

The Conservation Option has been active for 15 years, to the benefit of students and heritage. Students are trained to prepare high quality design proposals of great complexity and feasibility for heritage conservation (Jaramillo, 2014). The students are then able to respond to the social demands of the region, as well as the demands from the heritage city, by assimilating and recreating ancestral knowledge. The learning outcomes considered that the student should be able to apply – with arguments and theoretical foundations – the most appropriate methodologies and techniques to the assumed context, to reach the level of the final design project as required in professional life.

The academic process of the conservation course included three academic sessions. The first session is called the Research and Programming Workshop (Conservation RPW) in which the theme and the workplace for the following academic year are defined. During this session, the first contacts are made with local governments and with the community and basic data is collected from secondary sources. The second session is called Workshop I: Urban Architectural Conservation Project. During this workshop, primary and secondary information is gathered; technical documentation of the property is developed, and a critical and comprehensive historical study is proposed. The study is expected to focus on heritage values of the property, based on the identification of its particular characteristics, in its formal and spatial dimensions, as expressions of a cultural, meaningful, historical, social, urban and architectural reality. This experience is based on the idea that the arguments to establish the guiding criteria of the project are only possible through a deep, critical and comprehensive knowledge of the study object. Finally, the third session corresponds to the design proposal in which the problem is proposed, the theoretical approaches to address the problem are determined and project criteria are defined – context and place, program and construction. This allows the project to be designed and developed in depth, focusing on its viability, constructive systems, facilities (electrical, plumbing, etc.), budget and its implementation planning.

In the Maintenance Campaigns – initiatives that will be addressed later on – the ultimate goal is the intervention on specific properties. This is a learning model whose greatest merit is that it brings the student to confront reality (with heritage and society), in a broad participatory process. This model allows the development of skills to build and coordinate work teams and to provide creative and relevant solutions to constructive, formal and functional issues.

The results obtained after 15 years of operation have been diverse: from specific interventions on properties built with earth – the San José School, Bella de París, museums and urban buildings – up to interventions in urban and rural neighborhoods – the Rafael María Arizaga street, the

San Francisco neighborhood in Oña, the Susudel Heritage Cemetery, the Susudel Maintenance Campaign, the San Roque Maintenance Campaign, etc. (Jaramillo, 2014).

2.1.2 THE MASTER PROGRAM FOR THE CONSERVATION OF MONUMENTS AND SITES

In 2013, FAUC introduced the Master's Program for the Conservation and Management of Built Cultural Heritage, as part of conservation training, to achieve national and international impact. It is the only Master's Program focused on the conservation of built heritage in Ecuador that prepares professionals to promote the assessment and conservation of heritage. This program consists of three major areas:

- theoretical-conceptual;
- methodological and instrumental, which are framed in the following lines of research: heritage as a resource for development; historic-urban landscape; preventive conservation of heritage; inventory system; archeology and built heritage; anthropology and built heritage; heritage legislation; damage atlas; heritage GIS; heritage documentation and;
- heritage management.

2.2 THE WORLD HERITAGE CITY PROJECT

Scientific research related to earth-based heritage and architecture began in 2007, when the University of Cuenca launched the World Heritage City project (vlirCPM), within the framework of a Research Program with the support of the Council of Flemish Universities. The ultimate goal of the project was to develop tools for the adequate management of heritage of the historical areas of Cuenca (Cardoso *et al.*, 2016).

An intense collaboration flourished between the Catholic University of Leuven, the Raymond Lemaire International Center for Conservation, the Flemish organization Monumentenwacht Vlaanderen, the UNESCO Chair on Preventive Conservation and the University of Cuenca. With shared financing and over a span of 10 years, several Postgraduate and PhDs were carried out, in addition to the counsel and the exchange of knowledge that supported the development and optimization of tools focusing on preventive conservation, on landscape and on the consideration of heritage as a resource for development.

The CPM Project has focused on the study and teaching of earth-based architecture, therefore strategic alliances were set up with the Ibero-American Network PROTERRA, promoting the development of academic events around the transfer of knowledge on construction techniques, preventive conservation and the use of earth in contemporary buildings.

3. INTERVENTION MODELS FOR THE PREVENTIVE CONSERVATION OF EARTH-BASED ARCHITECTURE

Since the emergence of the World Heritage City project, the academic projects have been nurtured and strengthened on the basis of the results of research in its various thematic lines: documentation and inventories, damage and pathologies, preventive conservation, assessment of values, heritage as a development resource and historical

Fig.1: Vernacular architecture in the San Francisco Neighborhood of Oña. Source: CPM Project, 2017



urban landscape.

With the stimulus of this research space, fundamental experiences related to earth-based architecture have been developed, with surprising impacts on the communities involved and their contribution to heritage conservation.

3.1 THE SAN FRANCISCO NEIGHBORHOOD IN OÑA

The canton of San Felipe de Oña is characterized by its natural, cultural and landscape richness, which contrasts with the fragile socio-economic conditions of the population. The neighborhood of San Francisco is one of its oldest and most representative sectors (Fig.1), with adobe and wooden buildings, and special and unique features such as its typologies, constructive solutions and the use of traditional techniques such as paints based on different locally-sourced colored soils. Within the framework of an academic process mediated by an important relationship with the local government of Oña, the conservation and strengthening of buildings throughout the San Francisco neighborhood was carried out.

This project consisted of an in-depth study of five complete sections and over 60 buildings. The intervention started with an historical analysis to understand the origins of the buildings, after which they were documented in terms of: details, state of conservation, materials and construction elements, pathologies, uses, typologies, etc.

Social cultural and economic information inherent to its population was taken into account. After the identification and systematization of values through the Nara matrix¹ (The Nara Document, 1994; Achig, *et al.* 2018), the students defined the basic action guidelines. In this particular case, the proposal focused on an urban project and a serie of individual projects was set up for each of the buildings, whose recommendations were included in an intervention booklet, detailing not only the conservation actions of the

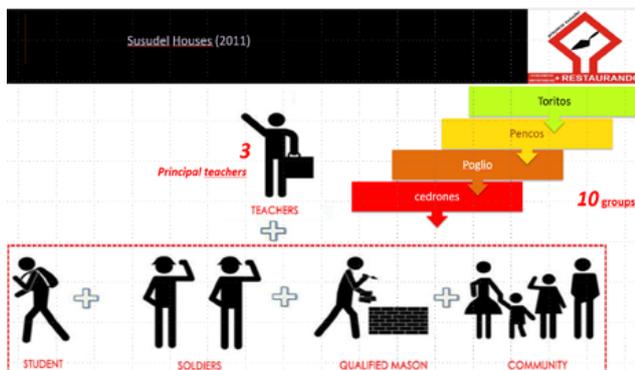
buildings, but also the suggested color palette, the activity register, the glossary of pathologies, the workbook and the preventive maintenance and monitoring process to be developed for future actions.

3.2. THE MAINTENANCE CAMPAIGN OF SEVERAL HOUSES IN SUSUDEL

Susudel is the only rural parish of Oña, which emerged from the structure of the old colonial haciendas and was radically transformed after the Agrarian Reform of 1964. The current regime ordered the peasants to build their houses in just one month – all of them earthen buildings – in order to legitimize their land tenure.

During three intense months in 2011, the students reconstructed the history of the site, documenting the historical street (*calle de las Posesiones*) and its buildings, through a participatory process involving the Parish Board, building owners, university professors and students. Once the work schedule, budgets and human and material resource needs were defined, the first Maintenance Campaign was carried out over five days. More than 240 people from different backgrounds and organizations participated simultaneously in this campaign. They represented the community, the National Institute of Cultural Heritage, the Prefecture, the Government of the province of Azuay and the Ecuadorian Armed Forces, as well as workers and communicators. 10 teams were formed, each coordinated by a student and a professor (Fig.2). The Campaign began with modest aspirations due to a very limited budget and a short implementation period. However, its results largely exceeded expectations, and the campaign became a successful model for participatory management interventions, on which reflections and analysis were made and from which new intervention initiatives were initiated (Fig.3).

Fig.2: Team work. Source: CPM Project



According to Fausto Cardoso (2012), professor at FAUC and director of the CPM Project, the intervention relied on all available resources: research on the information generated by previous experiences; a GIS system generated by the CPM Project; the generation of a “corporate” image that supported group cohesion and dissemination through social networks, and that highlighted the century-old tradition of the *minga* (unpaid collaborative work) and constituted the essential structure of this initiative.

As mentioned by Soledad Moscoso, professor at the University of Cuenca, the results obtained go beyond the beauty of the newly arranged buildings, as the work has also helped to raise awareness among the inhabitants of the parish of the nobility of earth-based architecture, using materials from their surroundings and recovering the tradition of the *minga* as an alternative to solve their economic deficiencies and as a strategy of appropriation and social cohesion.

3.3. THE RECUPERATION AND RESTORATION OF THE SUSUDEL CEMETERY

With the above described antecedent, the Municipality of Oña, the Faculty of Architecture and the CPM Project agreed to develop a project on the old heritage cemetery of Susudel. The cemetery had severely deteriorated structures, such as its adobe enclosure walls, its tombs and its small adobe chapel. The restoration project was executed in January 2013. The methodology of the intervention was similar to that of previous similar projects. The work began with the collection of historical, documentary and photographic information. Simultaneously, the tasks of

documenting the property and its intangible memories were carried out, a complex task given the number of tombs and their random disposition on the ground and the series of stories related to the death rites proper to the community. The proposed intervention included: the restoration of the chapel, using earth-based paint, prepared by the students, based on the wisdom of the elderly community members; the walking trails in the fragile environment, which were defined through the use of local stone; the construction of a dividing adobe wall and the reconstruction of the adobe perimeter wall (more than 150 years old), which included the placement of tiles in order to provide protection; and the restoration of a large semicircular adobe arch at the entrance of the cemetery (Fig.4).

3.4. THE SAN ROQUE MAINTENANCE CAMPAIGN 2013-2014

With the experiences gained in the rural area of Susudel, the CPM Project transferred the experience to the San Roque neighborhood of the city of Cuenca. Here, as in previous experiences, an important effort was made to integrate different public and private institutions in a joint participatory process under the leadership of the University of Cuenca and the Faculty of Architecture. 22 buildings were repaired through an institutional *minga* where the community had a fundamental participation. Students carried out the study in its different phases: diagnosis, proposal and intervention. The study allowed the application of knowledge and practices in a real environment – the heritage asset – with the guidance of teachers and experienced restoration consultants. The practice in a real environment enriches the students’ graduation profile and provides them with technical tools to face professional practice with greater solvency (Achig, *et al.*, 2014).

The objectives of the maintenance campaign were to (Achig, *et al.*, 2014):

- promote, through the Maintenance Campaign, the preparation of a Pilot Plan for Preventive Conservation;
- promote the participation of University students in Preventive Conservation processes;
- undertake urgent maintenance actions on roofs, facades and elements at risk, and on the basis of these, propose the implementation of cyclical monitoring necessary for its Preventive Conservation;
- commit and stimulate in the Community (neighbors,



Fig.3: Building before and after the intervention. Source: CPM Project

Fig. 4: Intervention processes of the heritage cemetery of Susudel. Source: CPM Project



- owners, tenants, administrators) the care of its heritage;
- create conditions for new processes that involve heritage monitoring and maintenance practices, in which the community must have a fundamental role with the support of public and private institutions;
- revitalize the processes of *minga* (shared collective work) as one of the intangible assets of our society;
- evaluate the Pilot Maintenance Campaign and its results, before, during and after its execution, applying surveys and interviews.

The results highlight the active participation of students in different processes: students participated with their thesis projects and thirty-seven students had the opportunity to develop their pre-professional practices. The work teams each consisted of: a leader (CPM technician of the World Heritage City project and thesis-students), two students as construction residents, one master teacher, two masons and five military personnel (Achig, *et al.*, 2014).

In addition to carrying out maintenance of roofs, façades and urgent interventions, the project generated social cohesion in the community and an appropriation of its heritage. The results of several surveys revealed that people learned about traditional construction techniques (Fig.5), improved their understanding and valuing of heritage (Achig, *et al.*, 2014).

4. CONCLUSION

For many Ecuadorians today, owning a heritage building in Ecuador is considered a burden rather than a benefit, due to restrictions on actions imposed by overly conservationist regulations by the institutions responsible for built cultural heritage. Therefore, great efforts are needed to create



a change of thinking and awareness in the community about the values of its architectural heritage, resulting in empowerment to create new strategies and new initiatives. Construction with earth is part of the ancestral Andean traditions and involves a strong social and environmental awareness in urban and rural populations. Particularly in rural areas, earth-based construction is frequently carried out through a participatory and unpaid collective process, called *minga*, which strengthens social cohesion, with common benefits for the community (García, *et al.*, 2015).

In addition to the physical intervention, the maintenance campaigns have managed to influence the social fabric, promoting joint work, recovering the union of neighbors in the pursuit of work for the common good and generating a strong bond between the community and the university, which generates mutual and shared benefits. Undoubtedly, one of the main objectives has been to contribute to improving the quality of life by raising the living conditions of the inhabitants of the heritage buildings involved.

Finally, the academic component must stand out. Without a doubt, the starting point of the Campaigns and of the whole process of academic, social and institutional feedback,



Fig.5: Intervention processes of the buildings in the San Roque neighborhood. Source: CPM Project

was the acquisition of knowledge, promoted through the figure "learning by doing". Putting into practice research skills – documentation, assessment, problem approach of the property and its context – is necessary to consolidate a solid critical reading of the heritage and then generate the guidelines for project intervention. The students are at the center, they are the promoters of a strong involvement with the communities, which allows them to develop their sensitivity and stimulate their sense of ownership of earth-based architecture in particular and of heritage in general.

¹ According to the Nara document, for the conservation of cultural assets, it is necessary to know the values present in the heritage architecture. The understanding of these values depends, in part, on the degree of credibility or veracity of the information sources. Based on the descriptions of the Nara document, a matrix was defined in order to develop an instrument that helps to better understand the concept of authenticity (Van Balen, 2008) from the heritage valuation.

REFERENCES

Achig, M.C., Jara, D., Cardoso, F. & Van Balen, K., (2014), "Hacia un Plan Piloto de Conservación Preventiva basado en la Campaña de Mantenimiento de San Roque" In ESTOA revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca. No. 5, 37-49, Cuenca. URL: <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/620/536>

Achig-Balarezo, M. C., Barsallo-Chávez, M. G., Cardoso Martínez, F., (2018) Transformación de la arquitectura religiosa rural de tierra en relación a sus valores intangibles en Cuenca – Ecuador. IV Encuentro PRECOM3OS: Preventive Conservation Maintenance and Monitoring of Monuments and Sites. Patrimonio y desarrollo frente a las transformaciones. Cuenca del 2 al 3 de octubre de 2017. Cuenca, Ecuador. Memorias del evento publicados en la revista: Arte y Sociedad. Revista de Investigación. Publicación académica semestral electrónica editada por el grupo EUMEDNET (No.14) Enero 2018. URL: <http://asri.eumed.net/14/arquitectura-religiosa.html>

Achig-Balarezo, M.C., Brazzero, M., Caldas, V. & Salazar, I. (2017) Prospecciones en muros de tierra para generar propuestas de recuperación de color, Cuenca, Ecuador. 17 SIACOT: Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. La Paz, Bolivia. UMSA Universidad Mayor de San Andrés. Del 9 al 12 de octubre de 2017. Artículo evaluado por un Comité Científico y publicado en las memorias del evento. URL: https://drive.google.com/file/d/1SiGGe23_5StlYqKnDk-3JrPNj30BHdhG/view

Cardoso, F. (2012) Memorias, Plan piloto de conservación preventiva aplicado a las viviendas de Susudel; Proyecto vliirCPM de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca, Cuenca – Ecuador; Pág. 19

Cardoso, F.; Achig, M. C.; Vázquez, L.; Barsallo, G.; (2016); La conservación preventiva en tierra en el sur del Ecuador; XII Congreso Mundial de arquitectura de tierra. Lyon Francia.

García, G., Cardoso, F., Van Balen, K., (2015); "The Challenges of Preventive Conservation theory applied to Susudel, Ecuador." in Reflections on Preventive Conservation Theories and Practices. by the Raymond Lemaire International Centre for Conservation. Leuven-Belgium, 117-129p.

Jaramillo, C. (2014) Plan de Estudios Diseño Curricular de la Carrera de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca – Ecuador; responsables Concejo Directivo de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca; Cuenca – Ecuador; Pág. 219 Pág. 375

Koenraad van Balen, (2008), "The Nara Grid: An Evaluation Scheme Based on the Nara Document on Authenticity" APT Bulletin: The Journal of Preservation Technology, Vol. 39, No. 2/3, pp. 39-45

Nara Document on Authenticity, (1994), UNESCO - ICCROM-ICOMOS, Japan. In: <http://whc.unesco.org/archive/nara94.htm> (Accessed in March 2018)

ENSEIGNER LA CONSTRUCTION SOUTENABLE EN TERRE À L'UGA

« PROJET IDEX FORMATION : E-COLOS ! »

DAUDON Dominique, Maître de Conférences, Université Grenoble Alpes UGA, PhITEM-Génie Civil, Laboratoire 3SR, UMR 5521, porteuse du projet collectif IDEX Formation e-CoLoS !¹

JOUSSELLIN Florence, Maître de Conférences, Université Grenoble Alpes UGA, IUT Génie Civil Développement Durable, porteuse du projet collectif IDEX Formation e-CoLoS !¹

RÉSUMÉ

À l'Université Grenoble Alpes (UGA), la soutenabilité et la construction en matériaux bio et géo-sourcés sont abordées dans les parcours de formation initiale de l'IUT (département Génie Civil Construction Durable - IUT GCCD) et à PhITEM. Dans ce cadre, des expérimentations originales sont effectuées, notamment au travers de projets, ce qui permet aux étudiants d'aborder le sujet depuis la conception de l'objet jusqu'à sa réalisation.

La volonté de rénover l'ensemble des formations pour développer une pédagogie numérique, flexible, mettant l'étudiant dans une posture active même en dehors du présentiel, a conduit des enseignants de l'UGA et l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble (ENSAG) à soumettre le projet e-CoLoS! (étudie les Constructions Locales Soutenables!) à l>IDEX Formation. Ce projet est conçu autour d'une instrumentation connectée, implantée dans la Maison en Terre,² elle-même produit d'une collaboration dans les années 1980 entre les formations d'élèves architectes et techniciens du Génie Civil. L'idée principale est de développer une culture de la «soutenabilité» à travers l'instrumentation de petits bâtiments, dont les données, accessibles 24h/24, alimenteront des enseignements (en présentiel, ou non) ou des projets, voire la formation continue. À terme, il intégrera d'autres petits bâtiments labellisés BBC, ce qui contribue à développer la diversité «low tech/high tech», ainsi qu'à valoriser le campus grenoblois, en rendant visible ce patrimoine universitaire, très confidentiel, mais néanmoins emblématique. Le projet fédère la filière Génie Civil de PhITEM, avec l'ENSAG, ainsi que l'IUT GCCD, deux IDEFI (ENEPS, et amàco³), un EQUIPEX (Amiqual4home - ANR-11-EQPX-0002), et enfin, le Master international innovant Building & Architectural Engineering du Politecnico di Milano (campus de Lecco).

INTRODUCTION

Introduire la soutenabilité, le développement durable et le réemploi dans l'enseignement du Génie Civil à l'UGA et de l'architecture est incontournable (Sieffert 2014). Redécouvrir la construction en terre dans ce cadre est un sujet privilégié : en effet, ce type de construction est présent dans la région de manière historique (pisé) ; il permet également d'aborder les techniques de maçonnerie, alternative au béton, qui sont enseignées d'une part au travers de l'activité de formation de l'école d'architecture de Grenoble, du laboratoire CRAtterre⁴, le réseau Chaire Unesco⁵, et d'autre part dans le cadre de l'IDEFI amàco, créés pour développer ces thématiques.

Presque tous les types d'argile minérale terrestre peuvent être utilisés dans les constructions, à toutes les étapes de son utilisation : ce matériau nécessite très peu d'énergie grise car disponible localement, il n'exige aucun transport, aucun traitement coûteux en énergie (Houben, 2006, Binici 2005). L'entretien et les réparations sont faciles. En fin de vie, le bâtiment peut être déconstruit et la terre réutilisée. Son empreinte écologique proche de zéro représente un énorme avantage par rapport à l'enjeu de réduction des consommations énergétiques (Shukla 2009, Waffer 2010). Dans un scénario où les ressources naturelles sont limitées, les constructions en terre sont un scénario intéressant également dans les pays d'Amérique du Nord et d'Europe (Chel, 2009). Le problème pour l'avenir est alors d'étudier ce type de construction dans le contexte contemporain, en fonction des besoins de confort, d'esthétique, et en bénéficiant au mieux de l'expérience millénaire existant dans le monde entier.

1. LA CONSTRUCTION EN TERRE EN FORMATION INITIALE

À l'école d'architecture de Grenoble, les enseignements de construction en terre sont abordés largement au travers d'exemples conçus lors des «studios», pouvant

Fig.1 : A) Test Carazas-ENEPS, B) Test mur adobe-MIGC, C) Maison en terre et palette-M2GC



donner lieu à la réalisation d'ambitieux projets (comme Terra Nostra, Armadillo Box et Canopea lauréat du Solar Decathlon Europe...). Par ailleurs, un diplôme post-master, le DSA Architecture de terre, propose deux années de spécialisation. Ainsi, la construction en terre est enseignée tous les deux ans à une vingtaine d'étudiants français et internationaux.

Les formations d'« ingénierie⁶ » du Génie Civil à Bac+2 ou Bac+5, à l'UGA, comprennent également des enseignements en conception de bâtiments durables, pour lesquels il existe une demande pédagogique croissante. Ainsi les techniques et matériaux à haute valeur ajoutée sont largement enseignés aux futurs acteurs de la construction (béton, métal, bois, labels HQE, BBC, analyse de cycle de vie, énergétique...). La terre comme matériau de construction est également abordée, mais de manière plus éclectique.

Les enseignements sur la construction terre ont surtout été organisés avec des groupes de trois à quatre étudiants, mettant en œuvre des pédagogies par la pratique, ainsi qu'au travers de projets (tuteurés, de fin d'études ou pluridisciplinaires) (Fig.1). Plus récemment, ces enseignements sont introduits de manière plus générale (comme le module Conception durable et performances de l'IUT GCCD) où la construction terre est un des exemples. Grâce à un stagiaire Énergétique du bâtiment du service DGD-APAL⁷ de l'UGA, le premier bilan d'intérêt pour l'objet Maison en Terre a été initié (Chaussegros 2015), puis trois groupes d'étudiants en projet ont travaillé respectivement sur les aspects thermiques, énergétiques et mécaniques (Bourdier 2016, Baudy 2016, Quay-Thevenon 2017). Ces études ont servi de base à la faisabilité du projet e-CoLoS !

Ce n'est que récemment que des intitulés spécifiques relevant de la construction en terre sont introduits dans

les cursus des promotions d'étudiants. Les derniers programmes ont proposé des enseignements optionnels : vingt étudiants de Master 2 suivent l'UE Construction en matériaux bio-sourcés, où la construction en terre est l'objet majeur (Fig. 2A). À l'IUT GCCD, durant leur journée de rentrée, une centaine d'étudiants ont réalisé une fresque pérenne dans le hall d'essai en utilisant un enduit terre-chaux (Fig. 2B).

2. LA MAISON 24H EN TERRE DU CAMPUS

La Maison en Terre a été construite en décembre 1986, dans le cadre de l'Année internationale du logement des sans-abri et par le biais d'un projet pédagogique comprenant l'école d'architecture de Grenoble, l'Afpa (Association nationale pour la formation professionnelle des adultes) de Saint Priest et l'IUT Génie Civil. La construction du gros œuvre a été réalisée en 3 fois 8h soit 24h (Bellaton 1986, Morin 1987), d'après des modèles réduits (échelle 1/2, construits dans le hall d'expérimentation de l'ENSAG) permettant d'en vérifier la faisabilité (Fig.3 et Fig.4) et de mettre au point le process de construction. La technique de construction mise en œuvre utilise des briques de terre crue. Les briques ont été fabriquées par les étudiants, à l'ENSAG. Destinée à être un démonstrateur, en parallèle de celle construite simultanément à Kigali (Rwanda), la maison en terre n'a pas été démolie, à la demande de l'Université, et a été complétée en 1988 par une toile protectrice, des ouvertures et l'installation du réseau électrique. Plusieurs services universitaires s'y sont succédés, et en 2017, le CAESUG (Comité d'Action Sociale des Universités de Grenoble) s'y est installé (Fig.5).



Fig 2 :
A) modèles réduits de murs terre/paille-M2GC
B) Fresque Enduit Terre-IUTGCCD

3 LE PROJET E-COLOUS ! : ÉTUDIER LES CONSTRUCTIONS LOCALES SOUTENABLES !

Les partenaires du projet disposent déjà de constructions d'ingénierie pointue (local BBC / IUT GCCD⁸, Terra Nostra⁹, bâtiment VELUXlab¹⁰ (Imperadori 2013), service des sports¹¹ à Milan), mais aucune ne démontre la soutenabilité intrinsèque à la technique de construction (terre crue, paille...), malgré une large présence de ce type de construction dans le Dauphiné et à travers le monde.

Sensibles à dynamiser les enseignements par les technologies du numérique, les équipes impliquées dans ce projet ont déjà été régulièrement à l'initiative de diverses actions innovantes (APP, conception collaborative architectes/ingénieurs hors les murs¹², projets pluridisciplinaires...). Le succès des projets étudiants « Diagnostic Maison en Terre » facilités par les acteurs DGD-APAL, a montré l'intérêt de cet objet pédagogique à portée de main. De plus, l'occupation de cette Maison en Terre par le CAESUG permettra de mieux caler les modélisations en intégrant le facteur humain, encore trop peu pris en compte dans les séquences pédagogiques précédentes.

Cette base de données patrimoniales en site occupé est un apport indéniable pour les services de la DGD-APAL.

Enfin, les incitations à rénovation et transformation pédagogique, incluant les nouvelles technologies numériques, font partie intégrante des appels à projets de la Comue UGA pour les formations.

3.1 NATURE ET OBJECTIFS DU PROJET

Le financement du projet e-CoLoS ! permettra de :

- connecter la Maison en Terre à partir d'une application web, pour une utilisation directe des données dans les

enseignements : acquisition de mesures énergétiques, environnementales, mécaniques... (Fig.6) ;

- créer la ressource pédagogique de comparaison de la Maison en Terre avec le local BBC de l'IUT GCCD ;
- proposer une posture active de l'étudiant qui construira et diffusera lui-même son savoir, en s'appuyant sur son analyse des mesures accessibles via l'application web ;
- développer le partenariat avec les spécialistes du Politecnico di Milano concernant les constructions BBC, et les formations mixtes architectes / ingénieurs du site de LECCO, deux IDEFI (ENEPS et amàco) et EQUIPEX (Amiqua4home) impliqués, et des acteurs de soutien locaux (CSTB, ALEC-AGEDEN...).

Le caractère innovant et stratégique du projet est à la fois pédagogique et technique via :

- un Web-Accès de ressources pédagogiques et données inédites, calées sur des fonctionnements réels (comportant de vrais occupants !), ce qui permet de concevoir pour les bâtiments du futur des scénarios plus réalistes ;
- une caractérisation énergétique, environnementale et mécanique des cultures constructives vernaculaires ;
- le balayage d'un spectre large de compétences numériques ou instrumentales métiers : logiciels Pléiades, 3DEC, Revit, Robot, analyse de données...
- la valorisation d'un bâtiment original du campus grenoblois.

3.2 PRÉSENTATION DU/DES PUBLIC(S) CIBLES ET TÂCHES PÉDAGOGIQUES

3.2.1. DESCRIPTION DES STAGES ET PROJET ÉTUDIANT DE MISE EN PLACE

- DSA Architecture de terre, environnement et cultures constructives : constitution du dossier d'architecture et d'ingénierie concernant la Maison en Terre comprenant les cultures constructives en maçonnerie de terre, l'historique de la construction de la Maison en Terre, le dossier de demande de dérogation de construction, l'analyse des usages, la recherche des règlements constructifs terre dans le monde ;
- Master GC et IUT GCCD : modèles numériques pour simulation des comportements thermique et structurel (BIM / Robot / Pleiades / Élodie¹³), fiche de diagnosticque entretien, règles constructives en vigueur, analyse de cycle de vie environnemental...
- Master SIM / GCER et politecnico di Milano : dossiers d'analyse de données d'instrumentation mécanique et énergétique, modèle numérique avancé de traitement du signal et de simulation (Geopsy, 3DEC¹⁴). Structuration du savoir environnemental dans le réseau franco-italien concernant les différentes constructions ;
- IUT / Lpro : analyse instrumentation, prospective énergétique « Maison Passive Productive »
- Master Informatique : web interface à l'image du réseau de données météorologiques Romma¹⁵, accès au serveur protégé du public.



Fig.3 : Modèle réduit Maison 24h à l'ENSAG

Fig.4 : Fin de construction Maison 24h sur le Campus (décembre 1986)

Fig.5 : Face Est Maison en Terre du Campus (2016)

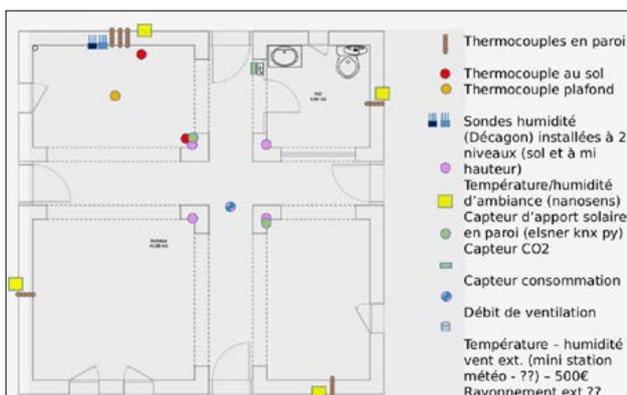


Fig.6 : Implantation des capteurs dans la Maison en Terre

Les productions et analyses effectuées par les stagiaires et étudiants sont nécessaires pour que les objets et ressources numériques soient accessibles à distance pour les différents publics visés.

3.2.2. BILAN CHIFFRÉ DE L'IMPACT PRÉVU

Généralement, une formation dispense en moyenne environ 500 heures¹⁶ d'enseignement, ce qui correspond à 60 ECTS¹⁷ annuel. Ce montant est réparti en Unités d'Enseignement de 30h pour 3 ECTS.

Au total, 29 ECTS sont concernées par la transformation pédagogique, représentant 280 heqTD¹⁸ de masse salariale dégagée pour la mise en place. Au minimum, entre 200 et 300 étudiants devraient être initiés annuellement, compte tenu des effectifs dans les formations partenaires.

3.3 LE COLLECTIF E-COLOS !

Le collectif de 23 intervenants comprend à la fois des enseignants des formations concernées, des experts d'investissements d'avenir labellisés, des membres du service DGD-APAL, ainsi que les utilisateurs de la Maison en Terre. Il prolonge les collaborations interdisciplinaires élaborées au cours des dernières années [Sieffert & al 2016], ou inter-établissements (projet M1-GC PhITEM Erasmus+ 2015 en partenariat avec le Politecnico di Milano, projet MIGC/IUT GCCD 2014 concernant l'amélioration acoustique du local BBC).

CONCLUSION

La volonté d'enseigner la soutenabilité des constructions existe sur le campus grenoblois depuis plusieurs années (en effet, la construction en 24h de la Maison en Terre date de 1986). C'est sous forme de projets que l'enseignement de construction en terre a été principalement abordé. Cependant, cette forme pédagogique ne concerne souvent qu'une petite proportion d'étudiants, alors que l'ensemble des promotions reçoit les notions plus institutionnalisées, telles que : label HQE, BBC, construction bioclimatique...

À travers le projet de la Maison en Terre, qui comprend un volet conséquent sur l'instrumentation (dans les domaines énergétique, environnemental et mécanique), les formations d'architectes et d'ingénierie, partenaires du projet, se dotent d'un nouvel outil pédagogique, connecté et soutenable, avec une occupation réelle du bâtiment, ce qui répond à l'objectif de contribuer à diffuser les connaissances sur la construction en terre en parallèle à d'autres techniques soutenables. Pour un choix le plus optimal possible en fonction des contraintes de construction de chaque projet, il importe que la culture des futurs acteurs soit la plus large possible, sans qu'un fonctionnement dogmatique systématique soit prépondérant. L'élaboration d'un Coursus Étudiant avec une culture constructive diversifiée est une garantie de choix optimal pour les futures constructions.

- ¹ Le projet IDEX Formation e-CoLoS est co-porté par dominique.daudon@3sr-grenoble.fr (UGA-PHITEM) et florence.joussellin@univ-grenoble-alpes.fr (UGA-IUT GCCD), collectif : Jean-Martial COHARD, Yannick SIEFFERT, Laurent OXARANGO (UGA), Thierry JOFFROY, Bakonirina RAKOTOMAMONJY, Philippe GARNIER (ENSAG), Stan BORKOWSKI, Nicolas BONNEFOND, Rémi PINCENT (Amiqua4home), Pierre BILLET, Emmanuel GODDE, Philippe GUEGUEN, Gilles DEBIZET, Thomas JAY-ALLEMAND, Gérald HIVIN, Magali AUPICON (UGA), Marco IMPERADORI, Graziano SALVALAI, Gabriele MASERA, Giovanni DOTELLI, Francesco CALVETTI (Polimi), Laetitia FONTAINE, Martin POINTET (amaco), Philippe BIGUENET, Frédéric BATTOIS, Olivier BERARD (DGD-APAL-UGA), Gilles ESCALA, Nadège MASNADA (CAESUG).
- ² 694 Avenue Centrale Saint-Martin-d'Hères, 45.1906687, 5.7661305,19z,
- ³ www.amaco.org
- ⁴ www.craterre.org
- ⁵ Chaire Unesco Architecture de terre, Cultures constructives et développement durable, <https://terra.hypotheses.org>
- ⁶ Technicien au sens du développement des techniques, depuis le maçon jusqu'à l'ingénieur.
- ⁷ DGD-APAL : Direction générale déléguée aménagement, patrimoine et logistique – Université Grenoble Alpes
- ⁸ Local BBC : bâtiment basse consommation (BBC) de 50m², réalisé en ossature bois avec remplissage ouate de cellulose, utilisé depuis janvier 2013 en salle du personnel (salle de travail, de réunion, pauses...), équipé de capteurs mesurant le niveau de confort (température, hygrométrie, luminosité, qualité de l'air CO2-COV) et les consommations électriques.
- ⁹ <http://aecc.hypotheses.org/870>
- ¹⁰ <http://www.activehouse.info/cases/veluxlab/>
- ¹¹ Petit bâtiment sur le campus décentré de LECCO entièrement conçu et réalisé par les étudiants du Master Architecte-Ingénieur de LECCO
- ¹² Pole 21 : 2 ans de réemploi à Barjols – J.M. Huygen, Y. Sieffert, D.Daudon, C. Lenzi, É. Blanco, R. Devèze, M. Passebois, Collection Plurielle, Édition Plaine Page, 2015, 64p. ;
- ¹³ Outils Logiciels Métiers utilisés dans la profession
- ¹⁴ www.geopsy.org ; www.itasca.fr
- ¹⁵ romma.fr
- ¹⁶ Les formations sont décrites en heures de face à face étudiants, mais une traduction en heures équivalent Travaux Dirigés est faite pour accéder à une évaluation du coût de mise en place du projet en masse salariale.
- ¹⁷ ECTS : European Credits Transfer System ;
- ¹⁸ Heures équivalent TD, soit environ 45 euros de l'heure pour les heures complémentaires, mais estimé en salaire chargé à 130 à 200 euros en fonction du statut de l'enseignant dans la grille indiciaire.

BIBLIOGRAPHIE

- Baudy B., Deschamps A., Gardiner R., Héquet T. (2016). *PFE Maison en terre 24h*, Projet de fin d'études, IUT GCCD, juin 2016.
- Bellaton P. (1986). *Une terre dont on fait les maisons*. Dauphiné Libéré -24 nov 1986.
- Binici H., Aksogan O., Shah T. (2005). *Investigation of fibre reinforced mud brick as a building material*. Construction and Building Materials, n°19, p.313-318.
- Bourdier Q., Plan E., Souyeux T. Devun J. (2016) – *Diagnostic thermique de la maison en Terre – Projet pluridisciplinaire de M1 GCI*, mai 2016, Univ.Grenoble Alpes.
- Chassegras S. (2015), rapport de stage à la DGD-APAL, *Outils d'analyses des consommations énergétiques – annexe mesures à la Maison en Terre - DGD-APAL*.
- Chel, A. and Tiwari G.N., (2009). *Thermal performance and embodied energy analysis of a passive house – Applied Energ.*, 86: 1956-1969.
- Daudon, D., Sieffert, Y., Albarracín O., Garino Libardi L., Navarta, G. (2014). *Adobe Construction Modeling by Discrete Element Method: First Methodological Steps*, Procedia Economics and Finance, Volume 18, pp 247-254.
- Houben, H., Guillaud, H., CRAterre (2006). *Traité de construction en terre*, éditions Parenthèses, Marseille.
- Imperadori M., Brambilla, A. (2013). *Velux-Lab: innovation between art and science: Measuring the non-Measurable*, in Future Urban Intensities, Tokyo, Giappone, 2013
- Morin Y. (1987). *Pari Gagné à Grenoble : une maison en terre construite en 24h – in Les affiches de Grenoble et du Dauphiné ; 16 janvier 1987*.
- Quay-Thevenon R., Piazzolla S., Volle B., Vyaravanh-Girard A. (2017). *Diagnostic mécanique de la maison en Terre – Projet pluridisciplinaire de M1 GCI*, mai 2017, Univ.Grenoble Alpes.
- Shukla, A., Tiwari, G.N. and Sodha, M.S. (2009). *Embodied energy analysis of adobe house*. Renewable Energy. n°34, p.755-761.
- Sieffert Y., Vieux-Champagne F., Daudon D., Garnier P., Huygen J.-M., Moles O., Belinga Nko'o C., Grange S., Daudeville L. (2016). *How the scientific collaboration of engineers and architects on local building cultures can make a vital breakthrough: 10 years of works in Grenoble to support people affected by disasters and make communities resilient ; in Terra 2016-Lyon*.
- Sieffert, Y. Huygen J.M., Daudon D. (2014). *Sustainable construction with repurposed materials in the context of a civil engineering–architecture collaboration*. Journal of Cleaner Production. Volume 67, 15 March 2014, Pages 125-138.
- Wafer R.F. (2010). Mémoire de Master Centre universitaire de formation en environnement Sherbrooke, Québec, Canada, Octobre 2010.
-

DES ACTIONS CROISSANTES EN FAVEUR DE LA CONSTRUCTION EN TERRE À L'ENSA DE TOULOUSE

FORTUNÉ Isabelle, École Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse

RÉSUMÉ

Face au changement climatique et à la nécessité de réduire les dépenses énergétiques, l'utilisation de matériaux de constructions durables est plus que jamais d'actualité. En réponse, l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse a intégré des enseignements sur le matériau terre dans son cursus initial, moment clé dans l'apprentissage. Impliquée dans la recherche sur les questions énergétiques, de la réhabilitation et de la sauvegarde du patrimoine, et située au cœur de la région Midi-Pyrénées qui regorge d'habitats en terre crue, l'école a inclus des cours et des ateliers de la première à la cinquième année dans son nouveau programme habilité et a aussi lancé un programme de recherche spécifique sur ce matériau.

Utilisé depuis les temps les plus anciens, le matériau terre est toujours à même d'apporter des réponses aux problématiques énergétiques, économiques et environnementales. Cependant, il reste porteur d'une image rétrograde et est très peu enseigné dans les ateliers de projet. De plus, les manques de références et les obstacles réglementaires auxquels font face les projets récents d'architecture ne favorisent pas l'intérêt de nos futurs architectes pour ce matériau. Malgré cela, le travail entrepris à travers différentes actions, telles que la formation, le contact avec les professionnels, la mise en place de partenariats pour porter cette dynamique, et la recherche innovante, a permis de susciter chez les étudiants une prise de conscience de l'intérêt que représente ce matériau pour l'avenir.

Cet article présente, d'une part, les actions menées localement, tels que des workshops et une formation sur le matériau terre au même titre que le bois ou le béton, et les perspectives envisagées à l'ENSA de Toulouse. D'autre part, l'article propose des pistes de réflexion pour une redynamisation élargie afin de trouver des réponses aux blocages rencontrés.

Il s'interroge sur les actions qui, initiées dans chaque école et amorçant un intérêt local, pourraient être menées au niveau national en fédérant les dynamiques des différentes écoles, afin de continuer à susciter chez les étudiants l'envie de réhabiliter ce matériau.

1. INTRODUCTION

Compte tenu de l'intérêt patrimonial de sa région et d'une volonté d'affirmer son identité de promoteur du développement durable, l'école d'architecture de Toulouse a décidé d'enseigner le matériau terre dès la première année. Cet enseignement s'accompagne d'une progressivité et d'une continuité dans le cursus dès cette première année de licence jusqu'à la recherche, et ce en partenariat fort avec les acteurs locaux. La région Midi-Pyrénées regorge de bâtiments en terre crue à fort potentiel qu'il faut sauvegarder. Dans le même temps, la question du confort se pose, excluant de nombreux matériaux. La terre, matériau durable, semble répondre aux besoins actuels et aux nouvelles directives du plan climat. Quoi de plus naturel que de l'enseigner, le redécouvrir, d'appuyer la recherche, et de redynamiser le secteur par des partenariats ?

Cet article vise à présenter, après un état préliminaire de la formation en Midi-Pyrénées, les différentes actions menées en faveur de l'enseignement de la terre, leur visibilité locale et les prévisions à court et moyen terme. Il donne un aperçu des enseignements dispensés sous forme de cours magistraux, d'atelier de mise en œuvre et de conception d'ouvrages valorisant l'usage de matériaux à base de terre, de workshops animés de débats avec les professionnels dans les cycles Licence et Master, et se poursuivant en Doctorat.

2. ÉTAT DES LIEUX DE LA FORMATION EN MIDI-PYRÉNÉES

2.1 QUELQUES ENSEIGNEMENTS SUR LA TERRE EN MIDI-PYRÉNÉES

Durant ces vingt dernières années, l'enseignement sur le matériau terre a été totalement absent des programmes des écoles d'ingénieur, d'architecture, de compagnonnages et dans les lycées en Midi-Pyrénées. À l'ENSA de Toulouse, c'est seulement depuis 2008, qu'un cours de 2h sur l'emploi

du matériau terre a été dispensé en niveau Master. Pour parler de ma propre expérience en tant qu'étudiante, durant mes études d'ingénieur puis d'architecte dans les années 90, très peu de cours m'ont été prodigués, à l'exception d'une étude que j'ai réalisée à mon initiative personnelle sur le travail de Joseph Colzani, architecte très impliqué dans la construction en terre dans la région de Toulouse. Plus tard, lorsque je suis devenue enseignante et chercheuse au sein de différentes institutions (lycée, IUT, école d'ingénieur, école d'architecture) que j'ai eu à fréquenter depuis désormais plus de vingt ans n'ont émis un intérêt quelconque pour des enseignements sur le sujet. Seuls quelques laboratoires de recherche associés à des acteurs locaux du réseau national sont investis dans des études sur le matériau terre comme le LMDC¹ ou le LRA². Mais depuis quelques années, on constate que ce matériau commence à être étudié dans quelques écoles en Midi-Pyrénées, toutefois de manière sporadique. Aussi, des formations et des stages se développent dans la région à destination des auto-constructeurs et autres publics (CAUE82 2014). Ce n'étaient jusque-là que des actions isolées, qui avaient le mérite d'exister, mais qui se devaient d'être mutualisées pour créer une synergie. Il est aussi devenu nécessaire de former les concepteurs sur le matériau comme cela se fait dans le cadre des efforts nationaux faits pour s'inscrire dans les nécessaires transitions pour un développement plus durable sur le matériau bois, portés par divers corps de métier et enseignés dans diverses écoles, y compris en architecture.

2.2 LES RAISONS D'UN DÉSINTÉRESSEMENT

Pour pallier au désintéressement des différents acteurs pour le matériau terre et choisir la solution la mieux adaptée, il est nécessaire d'en connaître localement les raisons. La construction en terre demeure, aux yeux d'un grand nombre de personnes, un matériau ancien. La méconnaissance des propriétés du matériau terre et le rejet populaire d'une architecture jugée non contemporaine et à tort non confortable au sens réglementaire expliquent l'abandon de l'architecture vernaculaire en terre en France comme dans d'autres pays tel qu'au Portugal (Fernandes 2011).

En même temps, le manque de maçons qui possèdent le savoir-faire pour la mise en œuvre du matériau terre ne facilite pas le passage de la conception à la construction effective de projets en terre crue.

De plus, les architectes toulousains sont prudents devant ce matériau qui leur est resté méconnu. L'utilisation du matériau terre dans les projets nécessite de connaître ses caractéristiques, les possibilités et limites à son usage, les modes d'association à d'autres matériaux, ses particularités de mise en œuvre. Le manque de sensibilisation à l'existence de ce matériau dans notre patrimoine et dans de nouvelles conceptions et aux avantages qu'il procure, est à l'origine de son abandon pendant des décennies dans la conception. Il en est de même dans les écoles d'ingénieur, chez les compagnons maçons et dans les IUT³, ce qui rend encore plus difficile de passer à l'acte du fait du manque de disponibilité de professionnels aux compétences complémentaires qui sont nécessaires à la mise en œuvre de projets d'ampleur.

L'absence de règles professionnelles relatives aux techniques constructives en terre crue est aussi un frein au développement de ce type de projet (Asterre 2013). Sans

ces règles, les assurances ne couvrent pas les constructions à base de terre crue. De ce fait, les maîtres d'ouvrage sont réticents à se lancer dans ces types de construction.

Dans le contexte actuel, il serait aussi important de diminuer le temps de mise en œuvre sur le chantier pour réduire les coûts unitaires. En effet, construire en terre crue implique de prendre le temps, de laisser à la nature le temps d'agir. Cette temporalité a servi ces dernières années le béton qui a su répondre aux besoins, manquant à la terre crue et la condamnant un peu trop tôt. Pour pallier à ces délais de mise en œuvre, des techniques de préfabrication sont en développement (Thaon 2017).

De plus, les autres matériaux comme l'acier, le béton et le bois ont su s'imposer pour répondre à des besoins différents depuis un siècle, aidés par les lobbyings. Les filières sont beaucoup engagées et font la promotion de leurs compétences.

Toutes ces raisons n'ont pas facilité le développement de la terre dans la construction et la formation, qui est apparue obsolète au regard des autres matériaux couramment employés. Comme la filière bois qui est en plein essor, la filière terre pourrait surfer sur la vague du développement durable, avec le plan climat. Le matériau terre a tous les atouts pour répondre aux besoins de cette décennie et sûrement des décennies à venir en réponse aux nouvelles exigences en matière de qualité de vie, des points de vue écologique, économique, de confort et sociétal. Cela commence bien sûr par la formation.

3. LA FORMATION INITIALE À L'ENSA SUR LA TERRE

3.1 LES RAISONS DES ACTIONS MENÉES

L'école d'architecture de Toulouse est engagée depuis de nombreuses années dans des axes de recherche et des thématiques de projet sur le patrimoine, la réhabilitation énergétique et le développement durable. Ce sont des domaines dans lequel je suis avec d'autres collègues très impliquée, notamment sur l'étude des matériaux dont la terre crue dans la construction.

De plus, la région Midi-Pyrénées possède un patrimoine régional important en terre crue (Leylavergne 2012), véritable vivier pédagogique, d'études et qui a besoin d'être réhabilité.

Depuis une dizaine d'années, des études sont menées dans divers laboratoires de recherche en association avec des professionnels de la terre crue. Les recherches menées au sein du LRA se développent autour de la matérialité et de l'énergétique. Deux études en cours portent l'une sur le « confort » et le matériau terre et l'autre sur les règles de stabilité d'ensemble de la construction en damiers en terre crue.

De même, les acteurs locaux sont de plus en plus investis, portant des projets tels que le guide des bonnes pratiques de la construction en terre crue par le collectif Atouterre engagé avec le Ministère de l'Écologie entre autres (Atouterre 2013). L'école d'architecture de Toulouse accueille ce collectif et a déjà initié de nombreuses actions avec lui.

Dans le nouveau programme habilité 2016-2020 (EnsaT 2016), les enseignements liés à l'environnement et au développement durable ont été intégrés aux enseignements de la construction, traitant de la matérialité durable et de

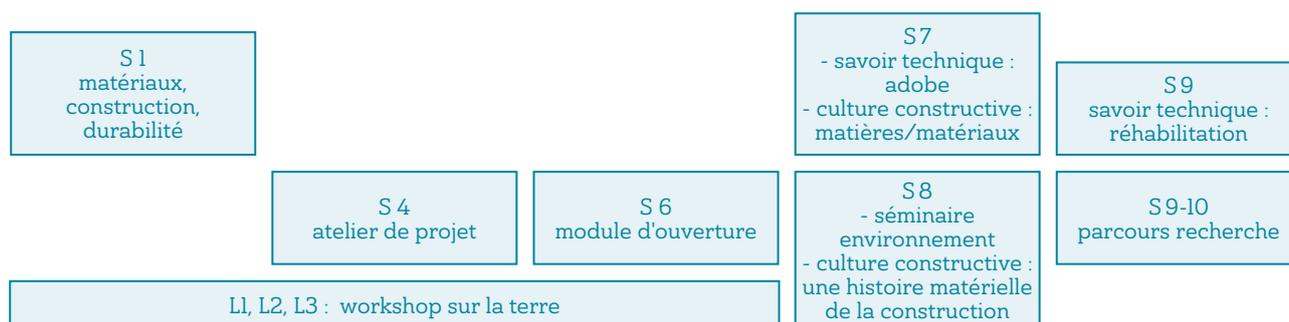


Fig.1 : semestres dédiés à l'enseignement de la terre

sa mise en œuvre entre autres.

Pour toutes les raisons invoquées précédemment, il est apparu très opportun de développer les connaissances du matériau terre crue au même titre que le bois, le béton ou l'acier. Pour qu'il y ait une dynamique forte, il faut que tous les acteurs de la construction concernés, soient impliqués, dont les architectes. Car si les architectes ne conçoivent pas de projets en terre, ils ne se réaliseront pas. Et ils ne pourront en concevoir que s'ils ont la connaissance de ce matériau et ont donc été formés.

3.2 L'ENSEIGNEMENT DE LA LICENCE JUSQU'AU DOCTORAT

3.2.1 LE CYCLE LICENCE

Le nouveau programme habilité pour la rentrée 2016 a intégré de facto dans le cursus initial des cours théoriques sur les matériaux et plus particulièrement les matériaux durables : les éco-matériaux. Ces cours sont en lien direct avec les cours de la construction. Ils incluent de la mise en œuvre lors de travaux pratiques ce qui permet de comprendre les comportements et capacités des éco-matériaux. La connaissance du matériau terre dès la première année, alors que précédemment il n'était enseigné qu'en 4^e année lors d'un unique cours, permet de familiariser les étudiants dès le début de leur cursus en vue d'en approfondir les connaissances lors des ateliers de projet, des ateliers de construction et de divers modules enseignés à l'école. La figure 1 présente les semestres lors du cursus de la formation initiale où le matériau terre est enseigné au travers de pédagogies diverses.

Tous les enseignements dédiés au matériau terre ne sont pas dispensés à l'ensemble des étudiants à l'exception du cours en semestre 1 (S1). Les étudiants ont la possibilité de choisir leur parcours et d'approfondir leurs connaissances sur le matériau terre ou de développer des compétences approfondies tout au long de leur formation. Ces enseignements proposés à différents stades de leur formation permettent d'atteindre un plus grand nombre d'étudiants.

Le cycle licence a pour objectif la découverte de la construction, des matériaux, de la conception afin d'asseoir les bases de la formation. La construction en terre est enseignée dès la première année, au même titre que la construction en béton, en bois, en brique de terre cuite. Il s'agit d'une approche théorique pour sensibiliser aux enjeux de la matérialité. Ces cours en première année sont composés de trois parties : la matière première (avec une notion de cycle de vie), la description des différents systèmes constructifs (en lien avec les cours de structure)

et l'analyse des formes architecturales actuelles (insertion dans le site, liens morphologies / matérialités, dispositif pour diminuer l'érosion, etc.).

Ils permettent de poser les bases de la matérialité, indispensable à la conception architecturale tant par ses caractéristiques intrinsèques que patrimoniales.

Un atelier de conception de projet est actuellement dispensé en S4 et animé par D.Palacios, architecte construisant dans différents pays et notamment avec des Blocs de Terre Comprimée (BTC) comme au Mali, et un module d'ouverture, initialement prévu en S10, sera proposé en S6 à la rentrée prochaine sur la mise en œuvre de la terre crue dans des projets actuels en partenariat avec le collectif Atouterre de Midi-Pyrénées.

Parmi les différentes actions menées au sein de l'école permettant de développer le côté expérimental, de toucher la matière, une semaine expérimentale a été proposée à l'ensemble des étudiants de licence en présence de professionnels. Les journées se découpent en matinales, avec des apports théoriques, suivies l'après-midi de manipulations, visites, fabrication et mise en œuvre (Fig.2), expérimentations et tables rondes.

3.2.2 LE CYCLE MASTER

Le Master est un cycle d'approfondissement, d'expérimentation et d'ouverture à de nouvelles compétences. De plus, les enseignements sont organisés de manière à permettre des parcours adaptés à chaque étudiant.

Des enseignements au choix sont proposés dont un cours de théorie et culture constructive en S7 intitulé « matières, matériaux » qui porte sur les enjeux des choix des matériaux pour un projet. L'objectif pour chaque famille de matériaux est d'approfondir la compréhension des phénomènes physiques de la matière, pour interpréter les choix des systèmes constructifs, selon les dimensions techniques, écologiques et sensibles. Ces cours intègrent les connaissances portées par des travaux de recherche tels que Tercruso (cadre technique et méthodologique qui permettent l'utilisation de la terre crue dans la construction de bâtiments contemporains). Un autre cours de théorie et culture constructive en S8 intitulé « Une histoire matérielle de la construction » permet de développer une histoire propre à chaque matériau dont celui de la terre crue dans le monde et plus spécifiquement en Midi-Pyrénées au travers de son évolution au cours des siècles, de sa mise en œuvre, de sa fabrication engendrant une typologie constructive et une architecture singulière. Un module en savoirs techniques est également proposé en S7 sous forme

Fig.2 : Mise en œuvre d'arc en BTC



de TD et avec une modalité pédagogique nouvelle pour les étudiants arrivant de licence. Cet enseignement se fait sous forme d'intensif prenant pour support des études menées actuellement sur la terre crue en Région Midi-Pyrénées. Il permet de développer de nouvelles connaissances, bien spécifiques, en complément des enseignements théoriques reçus. L'objectif est de faire découvrir le matériau terre et, à travers d'exemples, de comprendre son utilisation dans la construction et dans l'architecture. De nouvelles notions telle que le confort et le matériau terre sont abordées, en corrélation avec l'une des thématiques de recherche sur laquelle je travaille.

Les enseignements dans le cycle master sont adossés aux axes de recherche. Un module d'ouverture en S9 intitulé « Diagnostic du bâti ancien et efficacité énergétique dans la réhabilitation » est proposé en relation avec les travaux de recherche que je mène depuis une dizaine d'années avec une collègue architecte, spécialiste du patrimoine. L'objectif de cet enseignement est d'apporter des connaissances pour être capable d'établir un diagnostic inscrit dans la gestion patrimoniale, apporter une réponse architecturale à un bâtiment en devenir, s'initier au comportement hygrothermique des parois vernaculaires et de proposer des solutions compatibles en accord avec leurs qualités de régulation thermique. Les projets d'étude sont des bâtiments en brique foraine et en terre crue, une combinaison très typique du patrimoine bâti en Midi-Pyrénées.

3.2.3 LA FORMATION DOCTORALE

Au travers du parcours recherche mis en place à l'ENSAT et du module de recherche à l'INSA en première année de master, la thématique sur la terre crue se développe depuis

deux ans au LRA et est initiatrice de thèses qui débiteront en 2019. Elles sont proposées par l'école doctorale MEGeP⁴ qui est rattachée à l'ENSAT et au LRA de Toulouse.

3.3 EXEMPLES DE TRAVAUX ET D'ACTIONS MENÉS À L'ENSAT

- Mise en œuvre, fabrication

Un atelier de fabrication et d'application d'enduit a été proposé aux étudiants : confection de tableaux avec application d'enduit aux différents motifs comme support d'expression (Fig.3). Il se pose la question de ce que l'on fait et dit avec la matière. Ces tableaux confectionnés par les étudiants seront exposés à l'école en septembre 2018 lors d'une exposition.
- Étude sur la conception et construction en terre

Une étude approfondie sur la stabilité des murs en damiers construits dans le Magnoac (figure 4) a été réalisée conjointement avec les étudiants de l'INSA et de l'ENSA de Toulouse. Il s'agissait de comprendre la mise en œuvre particulière de ce mur et sa stabilité dans son ensemble. Cette étude fait l'objet d'un article en cours de parution.
- Café-débat

Des échanges entre étudiants et professionnels (fig.5) sont essentiels pour mieux appréhender les difficultés rencontrées au quotidien par ces derniers pour exercer au mieux leur métier et les actions à mener pour réhabiliter le matériau terre et répondre à de nouvelles préoccupations.



Fig.3 : Enduit de terre comme moyen d'expression

Fig.4 : Étude murs en adobe dans le Magnoac

Fig.5 : Échange étudiants et professionnels

4. LES AUTRES ACTIONS EN FAVEUR DE LA TERRE

4.1 LA RECHERCHE

Une des thématiques abordées à l'école est la réhabilitation du bâti vernaculaire, d'un point de vue énergétique, économique et patrimonial. La région Midi-Pyrénées ayant un fort potentiel de bâtiments vernaculaires construits en brique de terre crue et de terre cuite, nous nous y sommes tout naturellement intéressés. Les premières recherches, en collaboration avec d'autres institutions, ont porté sur la caractérisation des différents matériaux trouvés in situ, de leur comportement dans le cadre d'une réhabilitation énergétique. Cela a fait l'objet de cahiers Hygroba (MEDDE 2013) pour le compte du Ministère de

l'Écologie du Développement Durable et de l'Énergie en 2013. Cela a également fait l'objet d'une présentation de travaux complémentaires lors du Congrès Matérialités Contemporaines en 2012 à Lyon (Vervisch 2012). De même Tercuso est un projet de recherche dédié à la caractérisation des produits de construction en terre crue du Sud-Ouest de 4 briquetiers en Midi-Pyrénées entre 2010 et 2013, conjointement réalisé par le LMDC et le LRA (Aubert 2013). D'autres études sont en cours traitant d'une part du confort et de l'utilisation du matériau terre et d'autre part de la stabilité d'ensemble des bâtiments en terre crue en déterminant la relation entre typologie constructive et pérennité de l'ouvrage.

4.2 LA MUTUALISATION DES COMPÉTENCES ENTRE ÉCOLES

Le travail se poursuit hors les murs de l'école, en lien avec les autres écoles régionales : comme les compagnons du tour de France, l'INSA de Toulouse, dans des ateliers de fabrication. Depuis deux ans, un travail est mené avec les étudiants de 4^e année à l'INSA. Au travers de l'étude même du matériau (composition, caractérisation), de la technique de construction, de la modénature des parois, il s'agit d'identifier le phénomène de stabilité des constructions en terre. L'école prépare l'accueil de l'exposition itinérante *Architecture en terre aujourd'hui* de D. Gauzin-Müller au sein même de l'école d'architecture de Toulouse (Gauzin 2016). À cette occasion, l'école présentera les derniers travaux des étudiants.

4.3 LES PARTENARIATS LOCAUX

Nous sommes en relation avec différents collectifs comme Atouterre et Asterre afin de créer un lien très fort entre formation et pratique professionnelle.

Atouterre est un collectif regroupant les différents acteurs dans la construction en terre crue en Midi-Pyrénées comme des architectes, des maçons, des enduiseurs, des fabricants d'adobe. Ce comité contribue à l'élaboration du Guide des Bonnes Pratiques pour la conception et l'exécution des ouvrages en maçonnerie de briques de terre crue dans l'espoir de vaincre la réticence des maîtres d'ouvrage. Certains membres du collectif Atouterre ont participé à la mise en œuvre du workshop expérimental qui s'est tenu à l'ENSA de Toulouse en 2017, d'une part en mettant à disposition leurs locaux comme salle de cours et ateliers de fabrication, et d'autre part en faisant intervenir des professionnels. La mise en relation des étudiants avec des professionnels de la construction est un atout majeur leur permettant d'une part de toucher la matière et d'autre part de découvrir les règles de mise en œuvre du matériau terre. L'école reçoit les partenaires lors de réunions sur la réglementation, permettant d'organiser des rencontres entre formateurs et professionnels. La société Inventerre par exemple, par l'intermédiaire d'Alain Marcom, maçon spécialisé dans la terre crue, est intervenue dans le cadre de divers enseignements afin d'apporter ses compétences techniques et sociales dans ce domaine.

5. PROSPECTIVE DE DÉVELOPPEMENTS

Dès l'an prochain, nous allons renforcer les liens avec d'autres écoles travaillant sur des thématiques environ-

nementales, énergétiques, impliquant le développement de divers matériaux dont la terre crue. Des contacts ont d'ores et déjà été pris avec les écoles et centres de formation suivants et d'autres sont en cours. Nous souhaiterions développer des études sur la réhabilitation énergétique du bâti en terre crue avec le groupe de recherche énergétique environnement de l'école des Mines d'Albi et avec les IUT de Toulouse (31). Un partenariat et un travail en commun s'initient avec l'AFPA de Toulouse (centre de formation professionnelle pour adultes) pour dans un premier temps accueillir des ateliers et workshops sur la thématique de la terre et ensuite réfléchir à des actions en faveur de la formation.

Nous allons poursuivre nos actions et recherches avec le LMDC et l'INSA de Toulouse. Cela permettra de mener une réflexion déjà initiée avec les étudiants sur la conception en terre crue en Midi-Pyrénées et la rénovation du patrimoine existant.

De même, il est nécessaire que tous les acteurs soient mobilisés, de la formation à l'exécution et nous souhaitons renforcer les liens avec les acteurs locaux en participant à des actions collectives.

Deux écoles d'architecture sont présentes en Occitanie: l'école de Toulouse et celle de Montpellier. Des travaux sur la terre crue sont menés dans les deux écoles et il serait intéressant d'échanger, de mutualiser nos forces, nos compétences, et nos recherches au sein d'une même région. On pourrait organiser des workshops communs, les savoir-faire d'un «pays» comme celui du Magnoac en Midi-Pyrénées, différents de celui du Languedoc et accueillir dans chaque école des mini-expositions sur le travail des étudiants.

Puis à terme, comme l'école de Grenoble le fait déjà, avec l'exposition itinérante sur la terre, les colloques qu'elle organise, l'école de Toulouse proposera d'échanger entre régions au travers de manifestations, colloques, expositions sur des thématiques autour de la terre, en les accueillant en ses locaux.

L'école de Toulouse vient de passer des accords avec les éditions L'Espérou avec l'objectif de diffuser le travail de chacun en les mutualisant.

Enfin, la formation continue et professionnelle se développe au sein de l'école de Toulouse où déjà des séances sur le patrimoine et la réhabilitation énergétique sont proposées. Une formation sur les pratiques constructives en terre crue pourra aussi être proposée.

6. CONCLUSION

Il apparaît essentiel que tous les acteurs de la terre crue soient représentés dans une synergie, y compris ceux de la formation à l'origine de la prise de conscience, du savoir et savoir-faire de la matérialité au service du projet mais mise en œuvre en prenant en compte ses caractéristiques intrinsèques et patrimoniales.

L'école d'architecture de Toulouse développe dans son nouveau programme un enseignement sur le matériau terre de la première année de licence jusqu'à la recherche. Nous souhaitons que ce parcours de formation mené sur la terre au même titre que d'autres matériaux, développe chez les futurs architectes que seront les étudiants de

l'école de Toulouse, des initiatives et des projets valorisant ce matériau et le patrimoine en Midi-Pyrénées.

Déjà, la formation menée depuis deux ans sur la terre suscite un intérêt chez les étudiants qui effectuent leurs stages, rencontrent des professionnels de la terre et souhaitent poursuivre en thèse à la fin de leur master, dont l'une d'elle devrait démarrer en 2019. Les relations avec d'autres acteurs de la profession, même si initiées, restent à approfondir.

¹ LMDC : Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions

² LRA : Laboratoire de Recherche en Architecture

³ IUT : Institut Universitaire de Technologie

⁴ MEGeP : Mécanique, Énergétique, Génie civil et Procédés

BIBLIOGRAPHIE

Medde, (2013). Projet Hygroba; Étude de la réhabilitation hygrothermique des parois anciennes ; Cahier N°1 : Murs en terre crue. Rapport technique, DGALN / CETE Est / École d'architecture de Toulouse / LMDC de Toulouse/ MPF

Vervisch, I. (2012). Étude hygrothermique des parois anciennes associées à des matériaux contemporains isolants, I. Vervisch-fortuné, H. Valkhoff, L. Floissac, Laboratoire de Recherche en Architecture (LRA)

Asterre, (2013). Rapport Final : Étude sur les obstacles au développement de la construction en terre crue en France et proposition d'un plan d'actions ; janvier 2013

Aubert, J-E. (2013). Rapport final du projet TERCRUSO : Caractérisation des briques de terre crue de Midi-Pyrénées, avril 2013

Gauzin-Müller, D. (2016). Architecture en terre d'aujourd'hui. Éditions Museo, 112 pages

Fernandes, M. et Varum, H. (2011). Adobe construction in Portugal, there is a future for vernacular architecture? ICOMOS 17th General Assembly, novembre 2011, Paris, France, pp.339 -341

Atouterre, (2013). Collectif des professionnels de la construction en terre crue de Midi-Pyrénées. www.atouterre.pro

Thaon, O. (2017). La terre crue : un matériau performant et écologique à ne pas oublier ! Florès Lab

EnsaT, (2016). Programme habilité 2016-2020 ENSA Toulouse ; site de l'ensaT : www.toulouse.archi.fr

CAUE82, (2014). Stage pratique ; La brique de terre crue; Connaître et mettre en œuvre la construction en brique de terre crue, nov 2014

Leylavergne, E. (2012). La filière terre crue en France, enjeux, freins et perspectives, Mémoire de diplôme, Ensa Grenoble, CRAterre, pp. 20-27

DYNAMIQUES ET STRATÉGIES FRANCE-ARMÉNIE : POUR LES HÉRITAGES TERRE !

MONNOT Suzanne, Laboratoire EVS-LAURE « Environnement, Ville et Société - Lyon Architecture Urbanisme Recherche », École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon (ENSAL), UMR 5600, CNRS

HARUTYUNYAN Emma, Département de Master « Héritages, Patrimoines, Histoire et théorie » de l'Université Nationale d'Architecture et Construction d'Arménie (UNACA)

RÉSUMÉ

Dans le cadre d'une thèse d'architecture en cotutelle avec l'UNACA, l'objectif de cette recherche est de sensibiliser les différents acteurs de la société aux héritages en terre en Arménie, aux qualités de ce *matériau premier* et à son potentiel pour le développement durable des territoires. Quelles stratégies permettront de transformer le regard, de reconnaître ces héritages comme patrimoine et ce matériau comme un nouveau possible dans le développement d'architectures écoresponsables ?

Une première méthode de *recherche-action* impliquant les partenaires universitaires arméniens et français (ENSAL, UNACA, CRAterre) a permis d'entamer un inventaire des multiples héritages en terre : vestiges archéologiques et constructions vernaculaires. Les régions riches en habitats en terre ont été cernées grâce aux sources bibliographiques et surtout aux entretiens avec les habitants et responsables en charge du patrimoine.

Mais si l'intention première était, grâce à cet inventaire, de démontrer aux décideurs l'importance de ce « patrimoine » et ses enjeux écologiques, j'ai réalisé que cet objectif prendrait beaucoup de temps, sans garantie d'efficacité ! Cette prise de conscience m'a conduite à décaler ma stratégie en amont afin que les acteurs concernés s'impliquent aussi, s'approprient et valorisent cet inventaire pour reconsidérer ce matériau, qui commence à être reconnu en Europe.

Pour questionner les fondements épistémologiques de cette démarche, j'ai cherché des arguments pour cette stratégie qui associe recherche théorique, transformation sociétale et l'amorce de solutions *alternatives* – sur la base du « principe de responsabilité » appliqué aussi aux scientifiques (Jonas, 2013) ; mais également pour mieux comprendre comment développer, entretenir et diffuser les stratégies engagées pour qu'elles perdurent.

En m'appuyant sur différents courants de pensées – les philosophies pragmatiques, la pensée chinoise *traduite* par F.Jullien et les démarches créatives de T.Ingold, je

proposerai une nouvelle définition de cette modalité de recherche qui engage un « savoir-être » particulier.

INTRODUCTION¹

Architecte, enseignante-chercheuse dans une posture militante, engagée en faveur d'un habiter durable conforme à mes valeurs, j'ai commencé en 2014 une thèse en cotutelle internationale² sur les architectures en terre en Arménie, leur connaissance et reconnaissance. L'objectif étant de faire évoluer le regard porté sur ces héritages et permettre leur développement – en réactivant les savoir-faire traditionnels – pour favoriser des déclinaisons innovantes de ce matériau dans les constructions contemporaines.

L'article précise le contexte de cette recherche – déployée depuis une décennie – dans le cadre de coopérations pédagogiques et scientifiques franco-arméniennes et évoque les actions initiées : partenariats universitaires, coopérations institutionnelles, rapprochements politiques... La partie centrale de l'argumentation questionne comment cette recherche est devenue « recherche-action », comment la « stratégie pragmatique » adoptée peut être considérée comme un *faire* (Ingold, 2017). Nous chercherons aussi à mettre en évidence les fondements épistémologiques de cette démarche « aventureuse » (Jullien, 2012) dont on ne peut rendre compte que *a posteriori* et dont l'efficacité permet d'initier des dynamiques autonomes.

1. CONTEXTE FRANCO-ARMÉNIEN, ENJEUX ET ATTENDUS

1.1. OUVERTURE D'UN NOUVEAU CHAMP D'INVESTIGATION EN ARMÉNIE

Précisons que ma *double culture* arméno-française, à l'interface Orient-Occident, et un intérêt pour les pratiques de la Chine, de sa culture pragmatique plurimillénaire – qui a été en lien avec les Arméniens dès l'antiquité pré-chrétienne (Bedrossian, 1981 ; Yevadian

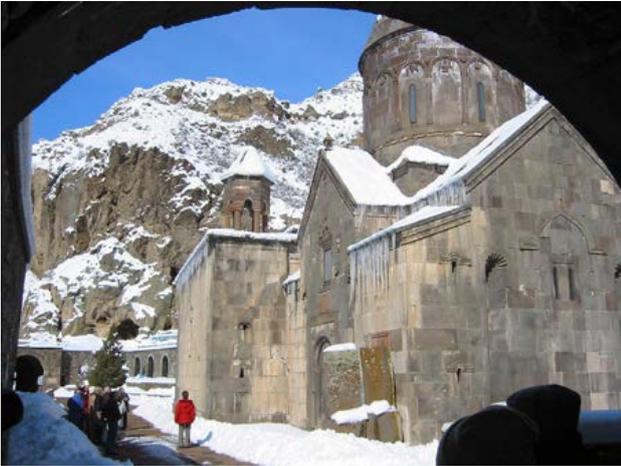


Fig.1 : L'Arménie reconnue pour son ancienne tradition de maîtrise de la stéréotomie : Monastère Ghéghard

2013)³ – ont favorisé ces synergies entre l'Arménie et mon environnement lyonnais / rhônalpin. Une *double formation* en architecture et philosophie contribuera aussi à la prise de recul sur le *faire* de cette recherche-action.

Cette recherche a ouvert un nouveau champ d'investigation sur le territoire arménien : dans le domaine des cultures architecturales et techniques des constructions en terre de ce pays. En effet, « l'Arménie est connue et reconnue depuis longtemps pour sa très ancienne tradition de maîtrise de la stéréotomie et de ses usages dans les architectures en pierre. Elle a préservé jusqu'à aujourd'hui parmi les plus anciennes églises à coupole en pierre et des monastères spécifiques. Divers travaux historiques et archéologiques récents montrent son apport significatif sur ce plan à l'échelle de toute l'Europe et du Moyen-Orient, tant par la circulation des idées que du fait des pérégrinations de maîtres-bâisseurs arméniens sur le continent. » (Monnot, 2018).

Mais cette excellence a probablement été un frein à la prise en compte des constructions en terre, pour différentes raisons : d'abord la pierre est omniprésente, remarquablement travaillée (tufs riches en couleurs, basaltes finement taillés, travertins), dédiée à la reine des arts qu'est l'architecture et plus spécifiquement aux églises, monastères donc à la sphère religieuse, celle du sacré, ce qui dévalorise d'autant plus les autres matériaux traditionnels (Harutyunyan, 2009), notamment la terre. En effet, celle-ci sans protection disparaît assez vite et quand elle est protégée par un enduit, devient invisible, l'entretien du patrimoine culturel en pierre – à restaurer – représente déjà une charge importante et est considérée comme prioritaire par rapport aux héritages en terre. De fait, même dans les pays européens, la reconnaissance patrimoniale de ce matériau est plutôt récente.

1.2. OBJECTIFS : SENSIBILISER ET MOBILISER EN FAVEUR DES ARCHITECTURES EN TERRE

Dans ce contexte, la problématique de thèse a posé cette question : à quelles conditions et comment les architectures en terre pourraient être revalorisées en Arménie ? L'hypothèse de recherche avancée est qu'en conservant et

en mettant en valeur dans un premier temps le *patrimoine archéologique* en terre, il deviendrait ensuite un levier pour modifier le regard sur les héritages vernaculaires en terre – injustement considérés comme fragiles et associés à la pauvreté.

La thèse ambitionne de sensibiliser et par là-même de mobiliser les instances arméniennes sur ce sujet, qu'elles soient politiques, économiques, culturelles ou universitaires – avec des stratégies de diffusion en cours (Monnot, 2018). En attirant ainsi l'attention sur les qualités de ce matériau ancestral, il serait possible d'ouvrir des dynamiques nouvelles dans la perspective d'architectures écoresponsables – en référence aux mouvements d'innovation frugale qui se développent dans certains réseaux internationaux (Bornarel *et al.*, 2017) avec les matériaux dits premiers, biosourcés, écologiques (Anger, Fontaine, 2009).

Nous avons d'abord exploré différentes modalités de formation aux architectures en terre en Arménie et en France dans l'enseignement supérieur (UNACA, ENSAL), mais aussi plus largement, avec d'autres publics (élus, professionnels). L'objectif étant qu'à terme, les connaissances générées diffusent et induisent la réactivation des savoir-faire, également dans les populations locales. Parallèlement, nous avons commencé des enquêtes auprès de ces populations pour collecter des données sur les cultures constructives.

1.3. PREMIÈRE ÉTAPE : VÉRIFICATION DE L'EXISTENCE DE CES HÉRITAGES

Un premier état de l'art des publications, des entretiens menés avec des architectes et responsables du patrimoine ont servi à cibler des communes riches en habitats vernaculaires en terre. Le travail a donc consisté à se rendre sur le terrain, à vérifier l'existence de ces héritages en Arménie. Des échanges avec les habitants ont permis de constater une perte réelle des cultures constructives et savoir-faire locaux. Avec des techniques de repérages, de relevés (plans/coupes) sur place (Fig.2) et des photographies nous avons décrit les caractéristiques de ces héritages et alerté sur l'urgence d'intervenir pour en conserver au moins quelques échantillons représentatifs. (Fig.3)

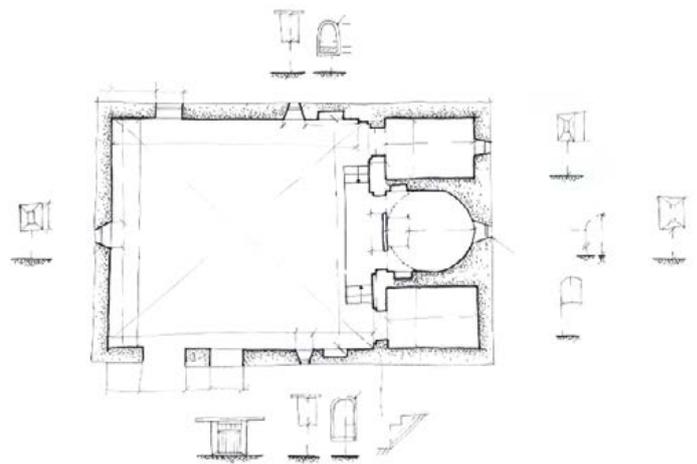


Fig.2 : Église à Norashen 1830 : relevé sous la direction de S.Monnot avec Hugo Daguillon, Anahit Safaryan



Fig.3 Conserver quelques échantillons de la diversité des architectures en terre (Église Ayguévan)

14. QUELLE STRATÉGIE EFFICACE POUR TRANSFORMER LE REGARD SUR CES HÉRITAGES

Durant ces enquêtes, j'ai pris également conscience que ce travail chronophage, même s'il est réalisé dans le cadre d'une thèse en cotutelle risque fort de rester dans un fond de bibliothèque et d'avoir finalement peu d'impacts ! C'est le cas souvent pour les missions archéologiques françaises travaillant en Arménie dont les rapports de fouilles, rédigés en français (Deschamps 2012) sont peu traduits et peu pris en compte⁴.

Ma problématique initiale s'est alors déplacée, questionnant plus en amont : comment l'action d'une seule personne engagée en thèse – au-delà de la production de connaissances, qui reste un des enjeux d'une thèse et qui s'appuie sur la légitimité que confère la démarche scientifique – pourrait-elle avoir un impact à une échelle plus vaste ? Par quels biais engager des actions plus efficaces pour sensibiliser les acteurs, les impliquer dans des processus interactifs ? Comment faire concrètement pour que ces actions en Arménie (mais aussi en France) stimulent ensuite un ensemble de processus de transmissions, recherches, redécouvertes, non seulement aux niveaux universitaires mais aussi plus largement les institutions gestionnaires, les instances décisionnaires et l'opinion publique ? Quelles stratégies adopter pour que des synergies se mettent en place dans diverses sphères de la société afin que d'autres s'investissent dans ces questionnements ; sans quoi le processus risque de retomber.

15. ADOPTION D'UNE RECHERCHE-ACTION ÉLABORÉE EN « FAISANT »

Ces questions, les différentes opportunités suite à plusieurs mois passés sur le terrain et de nombreux contacts m'ont conduite à réaliser que c'est bien une transformation du regard envers ce matériau terre qu'il faut viser, avec des actions à une échelle plus large, pour favoriser des dynamiques originales, créer des synergies. C'est aussi un objectif à envisager sur le long terme, une diffusion sur les différents terrains (français et arménien), avec un impact parfois indirect.

Mes actions se sont ainsi diversifiées : par exemple par le biais de la région AURA, de la Métropole de Lyon et de l'ENSAL, j'ai été amenée à participer aux Assises de la

coopération décentralisée. Peu à peu, un tissu de relations s'est constitué (Ministère des Affaires Étrangères français, Ambassade de France) : nous avons organisé des colloques et expositions avec les étudiants français et arméniens, ce qui a permis en retour de mobiliser des architectes, enseignants-chercheurs de l'UNACA, d'autres Universités, des instances gestionnaires ainsi que des responsables politiques.

Même si les objectifs et résultats attendus sont restés ciblés, la démarche s'est réorientée vers plus d'écoute : exploiter le « potentiel des situations », privilégier l'utilisation des circonstances en « tissant » avec elles. Il ne s'agissait plus d'une stratégie planifiée, puis appliquée avec un objectif défini par avance, mais plutôt d'une démarche que l'on pourrait qualifier « d'aventureuse » (Gaillard, Ratte, 2015). C'est une méthodologie qui a transformé le mode d'action de la recherche initiale, en une « recherche-action » d'un autre ordre.

Par conséquent, la partie centrale de cet article interroge la nature de ce mode d'action : comment la penser ? Elle argumente en s'appuyant sur les savoirs constitués dans d'autres disciplines : philosophie pragmatique, anthropologie. Enfin elle cherche à éclairer les fondements épistémologiques de cette nouvelle démarche, sa cohérence méthodologique et sa pertinence dans les échanges interculturels.

2. QUELLE POSTURE ÉPISTÉMOLOGIQUE ?

2.1. INTÉRÊT D'UN QUESTIONNEMENT ÉPISTÉMOLOGIQUE

L'intérêt universitaire de cette recherche est de partir de ma situation spécifique interculturelle et de mener une réflexion d'ordre épistémologique dans le champ architectural, l'épistémologie étant définie comme « la manière dont les connaissances scientifiques sont acquises et validées » (Hoang, 2018). L'objectif sera donc à deux niveaux :

- sur le plan individuel, ce travail me permettrait de gagner en *compréhension* et donc en clarification par rapport à ma posture de chercheur, car la recherche est indissociable d'une posture épistémologique. De fait, c'est aussi une manière de présenter la coopération internationale dans une école nationale supérieure d'architecture (ENSA) française, mais pratiquée par une enseignante-chercheur née en Arménie.
- à un niveau plus général, ce travail cherche à enrichir les discussions scientifiques portant sur les appuis épistémologiques des recherches-actions dans les ENSA, ces dernières étant encore dans une dynamique de fondation disciplinaire en raison de leur relative jeunesse, en France du moins : ce qui vaut notamment pour le doctorat en architecture, avec des enjeux épistémologiques majeurs.

2.2. ENRACINEMENT PHILOSOPHIQUE DU « FAIRE » DE CETTE RECHERCHE

Comme précisé plus haut, les méthodes mobilisées dans notre recherche, n'ont jamais été définies au préalable, planifiées ou fait l'objet d'une théorie en amont : elles se sont révélées « dans et par l'action ». De fait, le recul épistémologique est difficile dans une recherche de type

action : comment réfléchir, repenser ce que l'on a souvent fait « dans le feu de l'action ». Comment identifier et penser les stratégies « opérantes » dans cette démarche de nature exploratoire ?

On ne peut donc la penser que *a posteriori* (après le travail accompli) comme l'évoque Hegel pour la philosophie : la chouette « prend son envol au crépuscule » (Hegel, 1989). Allégorie de la philosophie, la chouette représente le « retard » pris par la conscience sur l'action. C'est toute l'ambivalence de cette réflexion sur la démarche « recherche-action » (qui devrait s'appeler « action-recherche ») – puisque dans mon cas, l'action a été antérieure à la recherche théorique), j'emprunterai donc des arguments à la philosophie pour expliciter ma posture et son évolution.

On ne peut évoquer ces démarches sans citer les philosophies pragmatiques de Pierce, James et Dewey principalement pour le rôle de l'« expérience » (Dewey, 2005) : c'est dans sa suite et à partir des années 1970 que les « savoirs expérimentiels » (Lochard 2007) se sont imposés dans le discours social français. Son succès est indirectement lié au concours des milieux associatifs qui souhaitent valoriser l'expérience des plus démunis, l'expérience « vécue », « de l'action »⁵, etc...

Plus proche de nous, l'anthropologue Tim Ingold, dans son dernier ouvrage, défend la valeur pédagogique, épistémologique et créative de la pratique située. « Faire » est envisagé comme « un processus de croissance qui place dès le départ celui qui fait comme quelqu'un qui agit dans un monde de matières actives ». Le processus de fabrication consiste alors à « y unir ses forces » (Ingold, 2017). Son image du cerf-volant permet de comprendre l'interaction entre la personne qui court et le cerf-volant qui vole : l'activité de la personne est à l'écoute et elle agit « en correspondance » avec l'air, l'environnement, pour « une danse à trois » (Ingold, 2017).

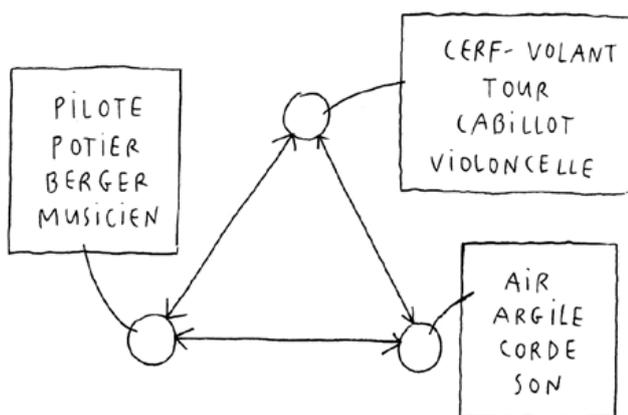


Fig.4 La danse de l'agentivité, une danse à trois

Notre recherche a réellement cheminé dans cette interaction « où activité et passivité sont entrelacées » (Ingold, 2017) des objectifs sont apparus, les actions / stratégies se sont déployées au fur et à mesure des rencontres avec les acteurs, les opportunités contextuelles et leur agentivité (Fig.4)... Mais peut-on concevoir une modalité de recherche-action aussi empirique sans se poser la question de son efficacité ?



illustration : <https://cursus.edu/media/upload/jullienbd3.png>

Fig.5 L'efficacité, une notion culturelle

2.3 L'EFFICACITÉ : UNE NOTION CULTURELLE ET UN ENJEU POUR LA RECHERCHE-ACTION

C'est dans l'approche philosophique du sinologue François Jullien (2005) que cette recherche trouve des arguments. Il s'agit d'interroger la nature de l'effectivité : « ou comment l'intervention humaine réussit à se brancher sur la propension des choses et s'y laisse intégrer ? » – cette posture n'est pas sans rappeler la stratégie de l'« à-propos » de Montaigne, penseur du moment, de l'« occurrence » (Jullien, 2018).

La Chine traditionnelle a développé un rapport à l'efficacité différent de ce qu'a transmis la tradition grecque (principalement par la modélisation et la finalité). « La pensée chinoise de l'efficacité, indirecte et discrète, s'appuie sur le potentiel de situation et induit des transformations silencieuses ». Elle cherche toujours



Fig 6 Contributions scientifiques de la délégation arménienne (E.Harutyunyan, M.Ghazaryan) à Terra 2016



Fig 7 Participation aux Assises de coopération décentralisée franco-arménienne, Erévan décembre 2016

à favoriser et à s'associer à l'évolution naturelle des choses; l'action humaine la « seconde », elle accompagne cette transformation comme un jardinier accompagne la pousse des plantes et favorise les conditions de son développement naturel (Jullien, 2005).

Nous faisons référence ici à la métaphore du jardinier de Mencius qui raconte que pour accélérer la croissance de ses plantes, un jardinier tire dessus : évidemment elles se fanent et meurent. Le jardinier averti favorise donc l'enracinement de ses plantes et leur développement en travaillant leur environnement avec patience et discrétion, en laissant agir le temps. C'est en cela qu'il est efficace, suggère Mencius.

Dans *La pratique de la Chine*, André Chieng (2006) : « à partir du point de vue stratégique qui est le sien, parce qu'elle n'a pas creusé de clivage entre le monde et la conscience, (...) tout pour elle étant affaire de processus (...) la pensée chinoise n'a pas hésité à penser la manipulation dans l'amont du procès » et il précise : « Autrement dit, la Chine n'attend pas simplement la chance, elle la provoque, ou tout au moins, elle essaie de travailler le plus en amont possible pour que le processus amène le résultat souhaité, non pas par une action directe selon une conception géométrique (la ligne droite est le plus court chemin entre deux points), mais par une action « cachée », qui parce qu'elle est cachée est d'autant plus efficace ».

Pour notre recherche, nous avons donc essayé de pratiquer plutôt l'écoute du potentiel de situation en travaillant en amont pour amorcer des processus. Notamment en 2016, j'ai passé plus de six mois sur le terrain arménien⁶, participé aux 3^e assises de la coopération décentralisée à Erévan

avec l'implication de l'UNACA, des mairies et agences d'urbanisme de Lyon et Erévan – nous avons proposé des contributions pour le Congrès Terra 2016 à Lyon (Fig.6), etc. Il nous est apparu assez rapidement, au vu du temps qu'à mis la reconnaissance du matériau terre en France – à l'instar de CRAterre œuvrant activement depuis 1979 – qu'il s'agissait pour nous d'une mission de long terme à travailler avec patience. Le champ d'investigation étant ouvert, nous avons essayé d'élargir les domaines d'influences en nous impliquant mais aussi en entraînant les partenaires arméniens – de divers niveaux – dans des événements scientifiques, politiques, commémoratifs, etc.

2.4 DÉCALAGE : L'ÉCART POUR FAIRE DIALOGUER LES RELATIONS / TENSIONS CULTURELLES

Avec la référence du jardinier de Mencius on peut concevoir comment la pensée chinoise comprend le développement de la plante, quel regard elle porte sur son « vivre » et le processus vivant ? La plante est appréhendée comme un processus en transformation dans un entre-deux : le ciel et la terre (deux modalités *étrangères*). Cette vision des choses consiste à mettre en vis-à-vis deux notions contradictoires, distantes. Ainsi la relation/tension qui en résulte évoque « la chose » dans son processus de transformation (et de régulation interne) avec son environnement.

André Chieng (2006) dans le chapitre *Vertu de la contradiction* aborde cet aspect : « la Chine donne à l'opposition-corrélation des signes une tout autre utilité : celle de représenter le fonctionnement du monde ».

C'est dans cet « écart » qu'apparaît un « entre » – que les chinois appellent aussi *centre* – où le *vivre* peut naturellement se déployer (Jullien, 2012). Même s'il n'est pas évident pour la mentalité occidentale de comprendre ce qu'est *l'entre*, – ce vide agissant – l'attitude chinoise consiste à rechercher les situations de *mise en vis-à-vis* pour que les décalages *travaillent* (Feyertag, 2015) et deviennent générateurs de transformations.

F.Jullien applique ce « fonctionnement » : par la mise en jeu de *décalages* – entre deux cultures par exemple – qui activent la génération et la régulation de processus spontanés⁷ (Jullien, 1996, p.34). Donc les dynamiques lancées en Arménie et en France devraient croître et se développer à condition que nous poursuivions notre travail *d'entre-tenir*.

3. QUEL TYPE DE RECHERCHE-ACTION ?

3.1 REDÉFINITION DE LA « RECHERCHE-ACTION » AVEC CES NOTIONS

Concrètement, ces différentes notions, – accompagner la propension des choses, faire travailler les décalages, les écarts et rester disponible, à l'écoute – permettent de mieux comprendre les modes opératoires mobilisés dans cette recherche.

Très souvent les actions ont consisté à *mettre en vis-à-vis* les forces en présence : les différents acteurs, culturels, universitaires, institutionnels. Différents types de manifestations, colloques, échanges thématiques, workshops étudiants, ont exploité les doubles appartenances et les ont confrontées – mises en tension – à partir de problématiques situées (le quartier Kond,

enseignements sur le matériau terre, le développement durable des territoires, l'écotourisme) pour engager différentes dynamiques. Par exemple, faire rencontrer des étudiants/enseignants français (ENSAL) en Arménie avec ceux de l'UNACA, les personnels de l'agence d'urbanisme de Lyon avec ceux d'Erevan Project ou les maires ruraux de France et d'Arménie, la mairie de Lyon avec celle d'Erevan... C'est bien l'ensemble de ces différentes situations conjointes, leur décalage, leur oppositions parfois – donc leur interaction et tensions – qui ont rendu possible les synergies, le déploiement dans différentes institutions et milieux. Le résultat est la constitution d'un réseau et/ou son activation.

Ces rencontres sont toujours formatrices, déclenchent des processus de part et d'autre, des dynamiques qui s'alimentent ensuite souvent d'elle-même, « naturellement », mais qu'il faut aussi accompagner.

3.2 DE LA RECHERCHE-ACTION VERS LA RECHERCHE-TRANSFORMATION

Ce mode de compréhension – valable pour tous les domaines en Chine –, par le fait qu'il reconnaît aux phénomènes observés une aptitude naturelle à se déployer de façon autonome, dès l'instant où ils résultent d'un écart/tension, donne à l'intervention humaine un autre rôle – celui de « second qui favorise » – et contribue ainsi à envisager l'efficacité autrement. On reconnaît ici ce qui symbolise la pensée chinoise, le *Wuwei* – non-agir.

Mais si l'on n'agit pas, que fait-on ? Le maître mot de la pensée chinoise est « transformation » (*hua*). Non pas agir mais transformer (...). La pensée chinoise nous conduit ainsi à concevoir ce qu'est la transformation face à l'action (Jullien, 2014). L'auteur oppose systématiquement les deux : l'action parce qu'elle est momentanée (même si ce moment peut durer longtemps), locale et renvoyant à un Moi-sujet (qui peut être collectif) elle se démarque toujours du cours des choses. Donc elle se remarque. Or la transformation, pensée sur un mode inverse, est globale, s'étend dans la durée, progressive et continue : « elle renvoie moins à un sujet désigné qu'elle ne procède discrètement par influence sur un mode ambiant prégnant et perversif. Donc la transformation ne se voit pas. On ne voit que les résultats » (Jullien, 2014).

Finalement, le mot clé de cette méthodologie de recherche est bien *transformation* : grâce à ces précisions épistémologiques, nous pouvons donc caractériser cette démarche non pas comme une *recherche-action* mais comme une *recherche-transformation*.

3.3 DE L'INTÉRÊT DE PENSER EN TERMES DE RECHERCHE-TRANSFORMATION ?

S'agit-il ici d'une nouvelle manière de voir les choses, d'un changement de paradigme ? Penser ce type de démarche – avec un recul théorique – nous semble important pour différentes raisons.

Dans cette période que l'on qualifie d'anthropocène – dans un contexte souvent perçu comme de crise écologique, s'ajoutant aux possibles de l'ère numérique (réseaux sociaux, coworking, forums, participation, etc.) – l'accès au savoir et le faire de la recherche sont profondément modifiés. En effet, de plus en plus de scientifiques ne cherchent pas seulement à produire des savoirs mais sont

également engagés dans des postures militantes pour orienter la recherche et accompagner la société vers des modes « alternatifs » de penser, agir, utiliser les ressources de la planète. Parmi les aménageurs et les architectes, des laboratoires tels que CRAterre (Gandreau, 2017), Amàco (Anger, 2011), ainsi que ceux cités en début de notre article (architectures frugales...) ont de fait engagé des démarches qui nous semblent plus proches de la « recherche-transformation » que de la recherche-action.

Pour ces modes « d'exploration scientifique » récents, leur performance étant liée à l'utilisation de l'intelligence collective, penser ces processus de recherche/transformation c'est aussi penser des ressources pour la créativité et promouvoir des solutions plus écoresponsables. Cependant, la pensée occidentale est peu outillée pour penser les transformations. S'appuyer sur d'autres cultures – la Chine par exemple – permet des remises en question et de révéler nos *impensés* ; l'articulation entre les deux cultures étant également à construire...

Enfin, rendre compte des transformations est difficile : comment représenter des *transformations silencieuses* (Jullien, 2010). Cette problématique de la représentation sera à travailler également.

CONCLUSION

En revenant avec Tim Ingold, nous soulignerons trois différences entre les deux types de recherches :

- dans la « recherche transformation », après avoir appris ce que j'avais à apprendre, « je trace mon propre chemin en allant de l'avant tout en réfléchissant sur cette première expérience ». Au contraire dans le cadre de la recherche action « je ne cesse jamais de jeter un regard en arrière sur le matériau collecté, afin de mettre au jour des tendances et des modèles »,
- dans la recherche transformation, « il s'agit d'étudier avec et à apprendre de. Elle ouvre un processus de vie qui engage une transformation du processus lui-même ». Alors que la recherche action : « est une étude de et un apprentissage sur, dont les résultats obtenus sur le long terme sont le fruit d'un compte rendu sélectif répondant à une finalité documentaire » (Ingold, 2017).

« Le mouvement qui oriente le premier projet est d'abord *transformationnel*, alors que les impératifs du second projet sont essentiellement *documentaires* ».

¹ Cet article a bénéficié de la relecture attentive de V.Veschambre.

² Une cotutelle tripartite puisque inscrite à l'ENSAL sous la direction de V.Veschambre, H.Guillaud (ENSAG) et cotutelle G.Galstyan, (Université Nationale d'Architecture et Construction d'Arménie).

³ La découverte du tapis de Pazyryk (sud des monts Altaï), oblige à constater une relation, au moins économique, voire culturelle, entre le plateau arménien et le massif de l'Oural aux V^e-IV^e siècle av. J.-C. (Yevadian, 2007)

⁴ Par exemple, pour le site archéologique ourartéen d'Erébouni, malgré les résultats de fouilles récentes, le conservateur du site continue à s'inscrire dans la suite des travaux de l'archéologue précédent. Intégrant peu les

évolutions du site fouillé, il souhaite restituer un temple de type « ziggourat » au niveau du temple de Haldi ; ce qui est un non-sens et correspond, en plus, à la dernière période de ce temple (période de la grande salle) qui n'a plus rien à voir avec la période ourartéenne...

⁵ En officialisant la formation expérientielle dans un dispositif de qualification, la VAE constitue l'aboutissement de ce parcours de reconnaissance.

⁶ Grâce au soutien financier de la Région Auvergne-Rhône-Alpes (programme CMIRA Explora doc).

⁷ On peut analogiquement penser au fonctionnement d'une pile électrique et avec toute la prudence requise, comparer l'entre à une différence de potentiel.

BIBLIOGRAPHIE

Anger, R. (2011). Thèse à l'INSA de LYON *Approche granulaire et colloïdale du matériau terre pour la construction*, sous la direction d'Hugo Houben et Christian Olagnon. <http://theses.insa-lyon.fr/publication/2011ISAL0154>

Anger, R. et Fontaine, L. (2009) *Bâtir en terre : du grain de sable à l'architecture*, Belin.

Bedrossian, R. (1981). La Chine et les Chinois selon les sources arméniennes classiques des 5-13^e siècles. Dans *Armenian Review*, Vol. 34 n° 1-133, p. 17- 24.

Bornarel A., Gauzin-Müller D., Madec P. (2018). *Pour une architecture frugale*, <https://reporterre.net/TRIB-Manifeste-pour-une-frugalite-heureuse-en-architecture-La-frugalite> (consulté le 15-05-2018)

Chieng, A. (2006). *La pratique de la Chine, en compagnie de François Jullien*, Éditions Grasset & Fasquelle, p. 127, 223.

Deschamps S. et al., (2006-2012). *Rapports de fouilles, Benjamin - 2006/2007, Erébouni - 2010/2012*, Institut d'Archéologie et d'Ethnographie de l'Académie des Sciences de la République d'Arménie.

Dewey, J. (2005). La réalité comme expérience, *Tracés. Revue de Sciences humaines* [En ligne], mis en ligne le 11 février 2008, consulté le 3 juin 2018. <http://journals.openedition.org/traces/204> ; DOI : 10.4000/traces.204

Feyertag, K. (2015). Making Ambiguity Fertile is the Present Mission of Thought. Dans *Conversation with François Jullien*, Paris.

Gaillard, F., Ratte, P. (2015). *Des possibles de la pensée. L'itinéraire philosophique de François Jullien*, Hermann, p.5.

Galetic, S. (2009) John Dewey et la pédagogie par l'expérience. Dans Philocité www.philocite.eu

Gandreau D. (2017). Thèse en Architecture, Patrimoines archéologiques en terre et développement local : enjeux interdisciplinaires et perspectives de formation. <https://www.theses.fr/2017GREAHO24>

Harutyunyan, E. (2009). *Հայ ճարտարապետությունը մնայուն ձեռագիրը* (*Le style pérenne de l'architecture arménienne* (en arménien), Moughni, Erevan.

Hegel, G.W.F. (1989). *Principes de la philosophie du droit*, Gallimard.

Hoang, A-N. (2018). Éclairage herméneutique de la posture épistémologique d'un chercheur en SIC face à l'entre-deux langagier et culturel vietnamo-français. Dans *Revue française des sciences de l'information et de la communication* [Online], consulté le 12 juin 2018. <http://journals.openedition.org/rfsic/3501> ; DOI : 10.4000/rfsic.3501

Ingold, T. (2017). *Faire. Anthropologie, archéologie, art et architecture*. Éditions Dehors, p. 24, 25, 26, 60, 208, 209, 211.

Jonas, H. (2013). *Le principe responsabilité*, Flammarion.

Jullien, F. (2014). *Conférence sur l'efficacité*, PUF, p. 47, 55, 56, 64.

Jullien, F. (2018). *Du « temps »*. *Éléments d'une philosophie du vivre*, Le Livre de Poche, p. 176.

Jullien, F. (2012). *L'écart et l'entre. Leçon inaugurale de la Chaire sur l'altérité*, Galilée, p. 35, 51.

Jullien, F. (2010). *Les Transformations silencieuses*, Le Livre de Poche.

Lochard, Y. (2007). L'avènement des « savoirs expérientiels ». Dans *La Revue de l'Ires 3* (n° 55). Éditeur I.R.E.S.

Monnot, S. (2018). *Patrimoines en terre, matériau pour le développement durable des territoires*. Presses Universitaires de Saint-Étienne.

Yévadian, M. (2007). *Dentelles de pierre, d'étoffe, de parchemin et de métal : Les arts des chrétiens d'Arménie du Moyen Âge. La grammaire ornementale arménienne*, Sources d'Arménie, Lyon.

Yévadian, M. (2013). Le catholicos arménien Sahak III Dzoroporetsi et l'Église de Chine. Dans *L'apôtre Thomas et le christianisme en Asie. Recherches historiques et actualité*. Éditions de l'AED.

L'ARCHITECTURE DE TERRE DU PRÉ-RIF MAROCAIN, OUTIL D'ENSEIGNEMENT DE LA DURABILITÉ

LAHBABI Abderrafi, Architecte DPLG, Dr es sciences urbaines, Directeur pédagogique de l'École d'Architecture de Casablanca

RESUMÉ

Cet article présente l'expérience d'enseignement de la durabilité en construction à l'École d'Architecture de Casablanca (E.A.C). Il montre comment lors des dix dernières années cet objectif est devenu une préoccupation majeure qui traverse le programme d'enseignement et de recherche à l'EAC.

Cette expérience sera présentée à travers trois rubriques :

- le programme d'enseignement académique ;
- les projets d'étudiants en ateliers d'architecture ;
- les travaux de recherche menés à l'école.

Cette présentation finira par mentionner les ambitions, à court terme, de l'EAC pour conforter et améliorer cette expérience.

INTRODUCTION

Comme un médecin qui ne prescrit que les médicaments qu'il connaît, un architecte ne prescrit et n'utilise que les matériaux qu'il connaît. Autrement dit, c'est au niveau de la formation que la construction en terre doit être enseignée aux concepteurs et aux prescripteurs.

L'École d'Architecture de Casablanca (EAC) entend assurer la sensibilisation de ses étudiants à l'importance de l'architecture durable. À ce titre, elle organise des cours, des ateliers, des séminaires, et des voyages d'étude... Les résultats sont encourageants dans la mesure où plusieurs étudiants ont réalisé des Projets de Fin d'Études (PFE) dédiés aux cultures constructives locales ou gagné des concours attentifs à la durabilité.

L'enseignement de la durabilité à l'EAC a deux objectifs :

- objectif interne : formation académique au métier d'architecte ;
- objectif externe : sensibilisation et actions didactiques destinées aux usagers.

L'EAC vise à faire du « développement durable » une problématique centrale dans son programme pédagogique et dans la culture de ses élèves parce que la formation à la conception du projet et aux responsabilités de l'exercice de leur métier d'architecte est un levier majeur pour le développement durable de nos sociétés. L'enseignement à l'EAC souhaite doter les étudiants d'une conscience et d'outils de bonnes pratiques pour la maîtrise des nouvelles constructions comme pour la réhabilitation des bâtiments existants.

Cette vision est déclinée en trois axes :

- la formation : transmettre les savoirs professionnels en associant industriels, artisans et organismes de formation professionnelle ;
- la recherche : développer la connaissance sur les sujets de l'éco-construction en repérant et en encourageant des sujets de recherche pertinents ;
- la diffusion : partager et relayer les expériences par des publications et l'organisation de conférences, séminaires ou workshops sur ces sujets.

1. LA CULTURE CONSTRUCTIVE DURABLE

Le rapport Brundtland de l'ONU sur l'environnement définit le développement durable comme « un développement qui tient compte des besoins actuels sans compromettre les besoins des générations futures ». Le développement durable est aussi la conciliation entre le développement social, la croissance économique et la protection des ressources naturelles.

Comment, à partir de cette définition, assurer une formation à des étudiants architectes en adoptant une démarche de développement durable dans son exercice professionnel ?

Il est temps de remettre en cause nos pratiques et de considérer le développement durable comme une préoccupation majeure. Si aujourd'hui les autorisations de construire sont instruites selon des critères de conformité aux règles d'urbanisme, de sécurité incendie et des normes

parasismiques ; il est temps de considérer le respect du développement durable comme un critère d'autorisation administrative. On ne devrait plus accepter des projets de grands bâtiments publics non accompagnés d'un bilan énergétique nul sinon positif.

Pourtant quelques pratiques de bon sens peuvent amener nos étudiants à une culture constructive durable.

L'insertion du bâtiment dans le site, l'optimisation des orientations, la maîtrise de la lumière et de l'ensoleillement sont les dispositions fondamentales pour une architecture intelligente où il fait bon vivre sans usage abusif d'énergie externe. La façade ne peut plus être considérée comme une simple élévation, elle doit être conçue comme une enveloppe permettant l'échange avec l'extérieur. Une bonne façade extérieure crée une poésie intérieure et fait du bâtiment une cellule vivante régulée par les apports énergétiques solaires pour le meilleur confort en hiver comme en été.

En cela, les architectes, par leur approche globale et leur capacité à intégrer de multiples paramètres, sont aguerris pour faire coexister ces données dans le champ du bâti.

2. ENSEIGNEMENT DE LA DURABILITÉ À L'EAC

L'enjeu du cadre bâti aujourd'hui réside dans la nécessité d'intégrer le facteur environnemental comme préoccupation majeure dans la conception du projet. Cette adaptation nécessite de profondes mutations dans la conception des bâtiments, des procédés constructifs, de la morphologie urbaine et de l'équilibre territorial.

En zones méditerranéennes et au Maroc en particulier, cette adéquation implique la conception adaptée des espaces à vivre, la maîtrise du confort et de l'ensoleillement, l'économie d'énergie, la gestion de la ressource en eau, la gestion des déchets, etc.

Étant donné que l'exigence de « penser durable et d'agir durable » est implicitement contenue dans la pratique professionnelle, l'École d'Architecture de Casablanca place la question du développement durable au centre de son programme pédagogique pour devenir une préoccupation majeure dans la formation de ses étudiants. Concrètement, sur le plan pédagogique, cet enseignement est intégré dans le programme de l'école et dispensé en trois niveaux :

1/ Des ateliers

- Studio 2 : Éco-construction
- Studio 4 : Studio Villes, territoires et paysages

2/ Des cours

- STC9 : Thermique/Acoustique
- STC10 : Éclairage / Ensoleillement
- STC11 : Enveloppe de bâtiment
- STC12 : Construction et développement durable

3/ Des Workshops

- workshops thématiques de formation intensive de 2 ou 3 jours.

Ces enseignements donnent lieu à de nombreux projets et études de cas élaborés par les étudiants. Certains font l'objet d'expérimentation et la mise en œuvre technique, voire de publication.



Fig.1 : Projet de l'éco-campus Bernoussi

3. PROJET D'ÉCO-CAMPUS BERNOUSSI

C'est le sujet d'un atelier de l'EAC qui consiste à aménager le quartier autour de l'enceinte de l'école pour en faire un véritable campus universitaire écologique ouvert socialement sur son quartier de Sidi Bernoussi, banlieue Est de Casablanca. (Voir Fig.1)

Des équipements sociaux, éducatifs et sportifs seront mis en place pour compléter le processus de reformulation du quartier universitaire. Ces petits bâtiments seront des supports de démonstration d'idées concrètes sur la durabilité et la construction écologique.

Dans un premier temps, il est proposé de rénover les bâtiments de l'EAC afin de rendre cette école exemplaire en matière d'autonomie énergétique, de consommation d'eau et de rejet des déchets.

À terme, ce projet vise à devenir une démonstration pédagogique pour les étudiants mais aussi pour les visiteurs et riverains du quartier.

Ci-dessous une des propositions de plan de masse de cet éco-campus élaborées par les étudiants du cycle master.

Le projet prévoit une large piétonisation du quartier et une végétalisation de la bande longeant la voie express A3. Le projet prévoit également un complément d'équipements socio-éducatifs et socio-culturels pour compléter les infrastructures du campus :

- piscine écologique ;
- hammam à haute performance thermique ;
- gymnase à ventilation naturelle ;
- bibliothèque municipale ;
- maison de jeunes.

4. AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE DES LOCAUX DE L'EAC

L'autre volet de cette étude vise l'amélioration de la consommation d'énergie des bâtiments existants de l'EAC. Le projet consiste en une série d'interventions pour assurer le confort d'usage et l'économie d'énergie de l'école. (Voir Fig.2). Il s'agit notamment des mesures suivantes :

- transformation des patios existants en serres pour la production d'air chaud en hiver ;
- installation d'une double peau pour assurer l'isolation de



Fig 2 : Plan d'autonomie énergétique de l'EAC

la façade Nord ;

- réalisation d'un mur trombe sur la façade Sud visible de la voie express A3 ;
- végétalisation du campus avec des essences appropriées ;
- installation de panneaux solaires et photovoltaïques.

À terme, le projet vise à débrancher l'EAC du service de la Lydec (société de services concédés en charge de la distribution de l'eau et de l'électricité). Cet objectif doit donner un modèle de bâtiment assumant son :

- autonomie en consommation de l'eau ;
- autonomie en consommation de l'électricité ;
- traitement des rejets de déchets de l'école.

5. L'ARCHITECTURE RÉGIONALE RIFAINE

Par ailleurs, l'EAC a développé une longue réflexion sur les architectures régionales marocaines, spécialement les architectures des montagnes du Rif. Dans ce sens, elle a soutenu la publication du livre : Architectures régionales rifaines, Lahbabi A. et Benelkhadir M. (2012). Éditions de l'EAC, Casablanca.

Cette recherche a été présentée aux responsables locaux des villages du Pré-Rif. Les rencontres avaient pour objectifs la valorisation du savoir-faire constructif local et la mise en confiance des usagers quant à leur patrimoine en déperdition au profit de la construction en béton dénaturant le paysage rifain.

Une question identitaire avait déclenché cette réflexion. Pourquoi cette architecture n'est-elle pas mémorisée dans la conscience que nous avons du patrimoine architectural marocain ? Pourquoi ne s'impose-t-elle pas dans notre système culturel national, à l'instar d'autres architectures, qui sont beaucoup plus connues, comme celles des médinas des villes impériales, des vallées présahariennes ou celles du Haut Atlas ?

Depuis deux ou trois générations, nous assistons à des changements profonds dans le cadre bâti des différentes régions du Maroc. Au niveau local, l'architecture se présente aujourd'hui comme une superposition éclectique de formes, de matériaux et de techniques diverses, supplantant des architectures originelles en voie de disparition.

Il faut aussi souligner que l'idéologie dominante au Rif, comme dans d'autres régions du Maroc, entend faire du modèle arabo-andalou le système devant prévaloir partout dans le pays, avec son vocabulaire architectural d'arcs, de coupoles, de tuiles vertes, de zelliges, etc. Rien de tel ne se rencontre dans la tradition constructive du Rif où l'on construit des habitations avec des formes et des matériaux adaptés aux conditions géographiques du terroir.

Dans la première étape de cette étude, nous avons défini l'architecture régionale comme l'ensemble des constructions du paysage bâti de la région ayant des formes, des enveloppes, des matériaux et des techniques singuliers, rencontrés de manière répétitive, donnant à la région un caractère homogène sur le plan visuel et susceptible d'être mémorisé. À partir de cet ensemble, nous avons voulu mettre en valeur la partie originelle et patrimoniale de ces architectures régionales. Autrement dit, isoler et qualifier les architectures singulières intimement liées à leur territoire.

La maison originelle du Pré-Rif se distingue par une morphologie imbriquant des petits volumes construits avec des murs porteurs en adobe et couverts d'une charpente en bois à double pente (Fig.3). Ce système de toitures est déterminant dans les formes architecturales rencontrées qu'on ne saurait apprécier en dehors des variations des conditions géographiques et climatiques de la région.

Trois types de couvertures personnalisent fortement le paysage bâti de cette sous-région du Maroc :

- couverture à base de terre en pays Hayayna (Fig.4) ;
- couverture à base de pierre en pays Tsoul (Fig.5) ;
- couverture à base de tôle de zinc dans la vallée d'Ourgha (Fig.6).

Aussi, distinguerons-nous l'architecture vernaculaire, liée à la tradition et au savoir-faire traditionnel local, de l'architecture régionale, qui représente, elle, toute la réalité locale actuelle, avec ses ambiguïtés et ses contradictions.

Généralement les architectures vernaculaires sont construites par les usagers eux-mêmes. Ce modèle est souvent déconsidéré et non reconnu, pas seulement par la culture citadine dominante mais aussi par les utilisateurs eux-mêmes.

Par rapport à la culture et au mode de construction dominants, l'architecture vernaculaire suppose l'existence d'une culture locale autonome plus ou moins résiduelle. Dans ce sens, le vernaculaire couvre non seulement l'architecture mais également la culture de manière générale : la langue, l'habillement, la cuisine, la musique...

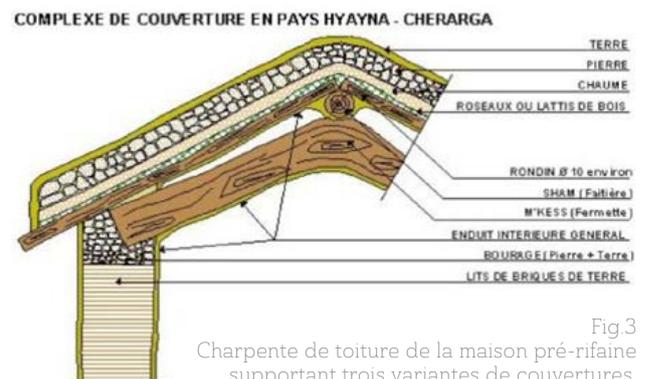


Fig.3
Charpente de toiture de la maison pré-rifaine supportant trois variantes de couvertures.



Fig4 : Couverture en zinc



Fig.5 : Couverture en pierre

Contrairement à l'architecture savante des architectes utilisant le plan et la connaissance constructive, l'architecture vernaculaire est essentiellement véhiculée par les traditions locales. Elle s'appuie plutôt sur une connaissance empirique acquise lentement au cours des siècles.

Le terme vernaculaire ne doit pas être confondu non plus avec ce qu'on appelle par ailleurs l'architecture traditionnelle qui est celle bâtie avec des ouvriers du bâtiment qui ne sont pas les utilisateurs des bâtiments. Au Maroc, l'architecture traditionnelle peut aussi bien inclure par exemple des mosquées, des medersas, des ryads, voire des palais, ce qui n'est pas habituellement catalogué dans la rubrique vernaculaire.

Ceci ne veut pas dire que certains architectes n'utilisent pas des éléments de l'architecture vernaculaire dans leurs conceptions au niveau des formes spatiales, au niveau des matériaux, voir même au niveau de la signification.

CONCLUSION

Au niveau de la diffusion, l'EAC entend participer à la restauration de l'image de la construction en terre du Pré-Rif marocain, réduite à ce qu'elle a de folklorique et de nostalgique tout en étant exclue du patrimoine architectural officiel cantonné aux itinéraires des tours opérateurs des villes impériales.

Puisque que l'exigence de « penser durable et d'agir durable » est une préoccupation majeure de la formation de ses étudiants, l'École d'Architecture de Casablanca place la question du développement durable au centre de son programme pédagogique et de son activité de recherche.

À cet effet, elle a initié une cellule de recherche Éco-construction dont l'objectif, dans une première étape, est d'explorer les connaissances existantes dans le domaine de la construction durable au Maroc et de proposer des projets et des solutions techniques à forte préoccupation écologique. À ce titre, il est proposé de dresser :

- une monographie des savoir-faire durables matérialisés par l'art de construire traditionnel, des matériaux durables des bâtiments anciens ;
- une monographie des organismes, institutions, chercheurs et personnes ressources préoccupées par le développement durable.

Le studio associé à cet axe de recherche produit régulièrement des travaux et des idées qui forment une base de données en matière d'éco-construction.

Cette vision d'enseignement de la durabilité en architecture a été confortée récemment par la Fondation Holcim-Lafarge pour la Construction Durable qui a choisi l'EAC comme partenaire pour les « Holcim-Lafarge Awards Competition » pour la région Afrique Moyen-Orient.

Des équipes d'étudiants de l'EAC ont remporté des distinctions de cette compétition lors des éditions de 2012, 2014 et 2016.

Au niveau de la construction en terre l'ambition de l'EAC à court terme vise à :

- monter un labo-terre pour l'expérimentation technique et scientifique de la terre ;
- élaborer un inventaire des architectures contemporaines réalisées en terre au Maroc les vingt dernières années ;
- dresser un répertoire des corps de métier participant à la production ou à la rénovation des constructions en terre.

Signalons enfin un grand nombre de Projets de Fin d'Études (PFE) consacrés à la recherche sur l'architecture durable. Ces travaux évoluent dans le cadre de la cellule de recherche de l'EAC qui propose des thèmes et encadre ces travaux d'étudiants.

Il est intéressant de remarquer que lors d'une enquête effectuée par l'EAC sur l'insertion de ses lauréats dans le monde du travail, il a été relevé que bon nombre de ces diplômés déclarent que l'initiation à la durabilité reçue à l'école les a aidés au début de leur carrière.



Fig.6 : Couverture en pierre

BIBLIOGRAPHIE

Ci-après les références de cinq projets de fin d'études (PFE) d'étudiants de l'EAC dédiés aux architectures régionales rifaines marocaines :

Layachi, O. (2015). L'architecture Pré-Rifaine : outil de développement régional, EAC, Casablanca, 151 p.

Zeroual, Z. (2015). Projet d'aménagement et d'architecture dans un site identitaire : le village de Taghzout (le Rif central), EAC, Casablanca, 259 p.

Hlial, S. (2016). Réconcilier le Rif avec son architecture : architecture régionale de la vallée de L'Ourgha, EAC, Casablanca, 211 p.

Saadi, N. (2016). Architecture régionale du Rif oriental (méditerranée marocaine), EAC, Casablanca, 213 p.

Hajji, J. (2016). Figuig alter-moderne, EAC, Casablanca, 213 p.



Prototype d'habitat autonome en énergie
conçu et construit par le Dr. Ayatollahi, Professeur,
sur le campus universitaire de la ville de Yazd en Iran
© CRAterre, T. Joffroy

THÈME 3
PROGRAMMES FORMELS & CERTIFICATION
FORMAL PROGRAMMES & CERTIFICATION

EDUCATION, AWARENESS AND DISSEMINATION. ACTIVITIES ON EARTHEN ARCHITECTURE AT UPV (SPAIN)

MILETO Camilla, Instituto de Restauración del Patrimonio, Universitat Politècnica de València (Spain)

VEGAS Fernando, Instituto de Restauración del Patrimonio, Universitat Politècnica de València (Spain)

GARCÍA SORIANO Lidia, Instituto de Restauración del Patrimonio, Universitat Politècnica de València (Spain)

CRISTINI Valentina, Instituto de Restauración del Patrimonio, Universitat Politècnica de València (Spain)

ABSTRACT

In recent years, architects and lecturers have focused on research and education in earthen architecture within the framework of the UNESCO Chair of "Earthen architecture, constructive cultures and sustainable development" network at Universitat Politècnica de València (UPV). This article presents the results of several educational, awareness and dissemination activities aimed at reaching a wide-ranging audience. These included activities for children and young people, training workshops for professionals, training workshops for architecture students and graduates, seminars, public lectures and scientific and educational publications. Through different publications, measures have been taken to raise awareness and promote earthen architecture and its conservation criteria. The recent publication of the Coremans Project by the Spanish Ministry for Education, Culture and Sports is especially worthy of note. More recent work through cooperation projects is directly linked to training in earthen architecture. A case in Burkina Faso with practical training activities on the construction of tile vaults using compressed earth blocks is discussed. The aim of this paper is to encourage global understanding of the activities and their results and future application.

1. INTRODUCTION

This paper aims to provide an overview of the education and dissemination activities carried out in recent years at Universitat Politècnica de València within the framework of the UNESCO Chair of "Earthen architecture, constructive cultures and sustainable development". The main aim of this study is to offer activities adapted to all types of audiences to reach all sectors of the population (children, adults, laypeople and specialists), promoting the concept of "Education For All" (EFA) as a guiding thread throughout their lives (Faure, 1972). Using this aim as a starting point, other training and dissemination activities carried out

in recent years can be classified into four major groups: children's activities, specialist academic activities, general dissemination activities, and projects for development cooperation. All these figure among the Sustainable Development Goals (SDGs) promoted by UNESCO as ultimate targets for education professionals using joint actions in the fields of education, communication, science and culture, as stipulated in the 2030 Agenda for Sustainable Development.



Fig.1: Preparatory children's workshops

2. CHILDREN'S ACTIVITIES

The activities organized for children of different age ranges – pre-school and school – have developed cognitive, productive and relational skills through the design of preparatory group actions linked to sustainable development. The initial educational offers in different institutions aim to raise awareness for the respect and understanding of the environment through recreational practices with traditional techniques. Knowing how to awaken the curiosity of these children on these topics has been key to teaching them the importance of valuing the potential of constructive cultures.

If ESD (Education for Sustainable Development) starts at an early age it opens up a wide range of options to reach better results (AA.VV. 2012). ESD helps these future adults to acquire the knowledge, skills and values necessary for respecting cultural diversity and biodiversity. Involving the younger generations in sustainable development encourages them to be responsible, respect cultural diversity and value the environment they live in.

2.1 PREPARATORY CHILDREN'S WORKSHOPS

Learners from different children's schools took part in several preparatory workshops aimed at learning about the organoleptic, physical, chemical and constructive facets of earth. The younger children worked on an activity based on the use of clay and natural pigments to paint and draw a mural on cotton canvas, using their hands, feet and/or other body parts, simultaneously working on imagination and creative skills while encouraging the expression of children who worked individually, in groups, and in cooperative games.

Older children worked on more complex activities following the process of "building with earth", putting into practice some of its possible variants and allowing them to improve and develop fine motor skills. These activities encourage them to build using the super-adobe technique; based on the superimposition of earth-filled bags to form structures with false domes, which are highly resistant to stress. The malleability of clay makes it possible to fashion earth-filled plastic bags which the children place overlapping and superimpose in zig-zag patterns, building a mini space delimiting exterior/interior areas, entrances, stairs and other characteristic elements of an architectural mini-artefact. This activity introduces children to the concept of shelter by referencing different animal "homes" such as beehives or birds' nests (Fig.1).

2.2 THEMED CHILDREN'S WORKSHOPS

Over the years more specific workshops have been designed for school-age children, and implemented in different schools of the province of Valencia. They have also been held at the Universitat Politècnica de València Summer School, where over 650 children participated in July 2016.

Activities were structured into three blocks. The first was aimed at working on the malleability of earth, a second was structured around the understanding of the architecture built with this material and a third was based on the basic "ABC" for learning constructive techniques linked to clay. The youngest worked with earth to learn about its plastic

Fig.2: Themed children's workshops



properties with small "scientific" experiments while the older ones also moulded the earth, investigating the properties of clay and its constructive possibilities.

Each age range worked on a different construction technique, including adobe, cob, rammed earth, half-timber, renderings and finishes, etc. (Fig.2). Scale models and a small dwelling were built as tangible proof of constructive know-how, based on handling and executing the material with different tools and techniques. This experience was recorded in a small practical guide with forms (Mileto *et al.*, 2017) explaining the development of the teaching activities.

3. ACADEMIC ACTIVITIES

This set of activities was aimed at a more specialised audience, including architecture students, professionals and specialists in the field, with an interest in earthen architecture. Given the wide-ranging interests of this group, each of the activities has been geared towards a specific audience, with some aimed more at architecture students while others are more suited to specialists.

3.1 SERIES OF ACADEMIC CONFERENCES

One of the major academic activities of the Chair is the cycle of conferences presented every academic year at the UPV School of Architecture, with the participation of undergraduate and postgraduate students, professionals and academics.

The individual conference programmes aim to offer a variety of topics in order to bring architecture students



Fig.3: Artisan showroom held as part of the SOSierra2017 Conference

closer to the different situations of earthen architecture and other traditional techniques. These talks are recorded and later uploaded to a designated YouTube channel for consultation at any stage.

These monthly activities are usually held on Fridays to facilitate attendance from participants in the cycle. It should also be stressed that these are not “passive” master classes aimed at an “absorbent” public (Moore *et al.*, 2012), but include moments for debate, reflection and questions which are key aspects for in-depth comprehension of a subject. Participation, often of professionals in the field, experts from outside the academia or simply people with a general interest, makes it possible to organise highly enriching roundtables.

3.2 ACADEMIC THEORETICAL-PRACTICAL WORKSHOPS

One of the key premises of the academic activities proposed by the UNESCO UNITWIN/UPV Chair is a methodology based on active learning. “Learning by doing” is especially encouraged within this framework (Dewey 1958; Gibbs 1988; Tenenbaum 2011).

Particularly in the teaching of the different disciplines in the field of architecture, it is crucial to encourage real experience and execute small practical exercises in construction, providing a chance to work with a specific construction material (earth).

In this context, workshops do not aim to move away from building construction theory, but practical activities

are always complemented with themed theory classes, bibliographical references and notes. This is not really a matter of separating theory and practice, but rather of creating the necessary connections so that two different learning moments feed each other. Doing, making mistakes, correcting and redoing in order to master the basic guidelines of earthen constructive techniques are just some of the educational models proposed for the workshops (Vigotsky 2004).

These educational workshops, held on the UPV campus, put real constructive techniques into practice, supplying raw materials and tools to faithfully reflect constructive practice so that the students’ experience is as close as possible to professional situations.

Workshop modules usually consist of 20 teaching hours spread over 2-3 class days. These do not generally follow a rigid pattern, but focus on four learning blocks which can vary in importance within every themed workshop:

- master classes/conferences;
- visits/data collection;
- proposals/projects;
- laboratory practice/constructive experiences.

Some of these workshops have also been held in collaboration with architecture schools from other countries. In summer 2017, a training workshop was held for students from the SAL school in Ahmedabad (India) and another workshop was held in February 2018 with students from Oxford Brookes University (United Kingdom).

These workshops have proven to be very popular among the university community and the different professionals in the field. These activities (meetings, discussions and learning experiences), with over 50 participants in each of them, were successful and can continue to expand in the following academic years.

3.3 EXHIBITIONS AND SHOWROOMS AT INTERNATIONAL CONGRESSES

Other academic activities included an exhibition featuring the main activities carried out and a showroom displaying the work of different building artisans (graffiti, drywall, building with ashlar and gypsum paving), held as part of the SOSierra2017 International Conference (Fig.3). This activity allowed UPV students and specialists attending the congress to get a closer look at the different trades in traditional construction.

4. COLLABORATION WITH INSTITUTIONS

One of the objectives initially proposed for these activities at Universitat Politècnica de València is the collaboration between local and national institutions operating in the field of traditional architecture, earthen architecture and architectural heritage. In order to successfully reach the proposed education and dissemination goals, it is necessary to work alongside the institutions who establish work guidelines, criteria, priorities, axes of development, etc. Institutions such as the Department of Culture of Generalitat Valenciana, the Valencian Institute of Building (IVE) and the Spanish Cultural Heritage Institute (IPCE) of the Ministry for Education, Culture and Sport have taken part and provided funding on several

occasions. Collaboration with the IPCE has been a part of the National Plan for Traditional Architecture. Some of the authors of this paper are part of the committees in charge of the drawing up and monitoring of this plan and have attempted to ensure the inclusion of earthen architecture in all their objectives and actions.

The Coremans Project, a major contribution from the IPCE, was developed in close collaboration with professionals and institutions dedicated to the research and conservation of cultural heritage in Spain. Its objective is to draw up and promote reference documents on the conservation and restoration of cultural assets, based on the unique material and composition characteristics. A monograph on earthen architecture, coordinated by C. Mileto and F. Vegas, was commissioned within this framework. "Criteria for intervention in earthen architecture" (Fig.4) is the fourth publication in this series, providing a new perspective on the specific aspects of earthen architecture as heritage, with its richness and variety of elements. This publication can be downloaded for free from the Ministry's website.

5. DEVELOPMENT COOPERATION PROJECTS

The group linked to the UNESCO Chair of "Earthen architecture, constructive cultures and sustainable development" at the Universitat Politècnica de València has also carried out training activities geared towards development cooperation projects. The ConBurkina project, funded by the Centre for Development Cooperation at the

Universitat Politècnica de València, is currently underway. This project has two main aims: to provide scientific and technical support to the Algemesi Solidari association for the construction of a secondary school in Baasneeré (Burkina Faso) and to provide the local population with specific technical training courses on the construction of tile vaults with compressed earth blocks (CEBs) as a technical improvement to be applied in the project for this school and in the future (Fig.5).

The ConBurkina project aims to promote empowerment of the population through training courses aimed at young people, builders, and construction artisans from Baasneeré, as well as national developers.

This specific high-quality training based on theoretical and practical courses taught young people and artisans techniques in using local materials for technological improvement. It also presented the characteristic advantages of earthen architecture (temperature and ventilation difference, concept of local vs. industrial production, etc.). These materials will continue to be used in homes and other buildings in nearby towns or other areas in the country after the construction of the school. In addition, the children involved in this process have come into contact with a possible career path, as set out in the basic principles for education for development (Monclús, 2001) which call for specific training aimed at emancipating, transforming and improving the socio-cultural context of the person receiving it.

6. FUNDING RECEIVED FOR THE DEVELOPMENT OF ACTIVITIES

Different forms of funding and economic support have been sought for the different activities based on aims and target audiences.

The children's workshops were organized together with the children's schools, which supplied the materials needed for the workshops. The university provided the facilities for specialist workshops, while funding came from student fees, which are kept as low as possible. Several companies also offered building materials free of charge, depending on the content of the different workshops, and thus reducing the costs of many of the workshops. Numerous organizations, authorities and sponsors now recognize the benefits of small investments aimed specifically at development and awareness raising among different communities on topics such as these.

Grants were also received from the UPV Centre for Development Cooperation, which funded awareness-raising activities for children and cooperation projects.

7. COMPETITIVE RESEARCH PROJECTS

Another important aspect of the work of the group of the UNESCO Chair of "Earthen architecture, constructive cultures and sustainable development" at the Universitat Politècnica de València is the scientific research work through competitive research projects (including RES-Tapia and SOS-Tierra, funded by the Spanish Ministry for Economy and Competitiveness). This also includes the



Fig.4. Cover of the Coremans Project earth book

supervision of doctoral theses and masters' dissertations; the publication of scientific articles, books and congress proceedings ("Rammed Earth Conservation" in 2012, "Earthen Architecture. Past, Present and Future" in 2015, "Vernacular and Earthen Architecture", 2017); the organization of scientific congresses (including RES-Tapia 2012; VerSus 2014; SOStierra2017). Seminars and experts' meetings help to further the knowledge on constructive techniques, promoting their use in contemporary society, thus defending the conservation of built heritage and creating a growing international network of researchers and experts.

8. CONCLUSIONS AND FUTURE LINES OF WORK

This article has presented the different educational areas and training proposals recently implemented through the UNESCO UNITWIN/UPV Chair, several years after its foundation. Although aimed at a diverse audience, these educational proposals share the common goal of promoting a committed and conscious training of the students (Morin 1999) in earthen architecture, its origins, features and contribution to construction in the 21st century. The Chair aims to encourage environmental, cultural and social skills geared towards sustainable development through the different activities proposed for both children and adults in the different learning phases.

The different activities were structured to use education as a vital catalyst for sustainable development, involving collections and actions which, though different, encourage educational awareness and commitment.

Given the above, future lines of research will continue to investigate, educate and disseminate earthen architecture and the tangible and intangible material linked to this building culture. Several proposals have been submitted to request new research and cooperation projects in this field, while the possibility of a future postgraduate programme focused on traditional constructive techniques is proposed. With these new lines of work, the team will continue to contribute to the objectives of the UNESCO Chair.



Fig.5: Workshops for the construction of tile vaults with CEBs (Burkina Faso 2018)

REFERENCES

AA.VV. (2012). *Education for sustainable development* (Sourcebook), Unesco Ed. <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216383e.pdf> (accessed on the 5th of March 2018).

AA.VV. (2017). Proyecto COREMANS. Criterios de intervención en la arquitectura de tierra / The COREMANS Project. Intervention Criteria for Earthen Architecture. https://sede.educacion.gob.es/publivena/descarga.action?f_codigo_agc=15957C (accessed on the 5th of March 2018).

Canal de youtube: Cátedra UNESCO_Arquitectura de tierra, culturas constructivas y desarrollo sostenible. <https://www.youtube.com/channel/UCqTt2-AphwquS9th7Z7SgQ> (accessed on the 21st of march 2018).

Dewey, J. (1958). *Experiencia y Educación*, Biblioteca Nueva Ed., Madrid, 11^aed.

Faure, E. (1972). *Learning to be the world of education today and tomorrow*. Paris: UNESCO, 1972. <http://unesdoc.unesco.org/images/0000/000018/001801e.pdf> (accessed on the 5th of March 2018).

Gibbs, G. (1988). *Learning by doing: A guide to teaching and learning methods*. London: FEU.

Mileto C., Vegas F., Cristini V., García L., Blanco E. (2017). *TAP TAP. Guía didáctica de actividades infantiles de sensibilización hacia la arquitectura de tierra*. Argumentum. Lisboa.

Monclús, Estella A. (2001). *Educación para el desarrollo y cooperación internacional*, Complutense Ed., Madrid.

Moore, S., Walsh, G. & Rísquez, A. (2012). *Estrategias eficaces para enseñar en la Universidad*. Guía para docentes comprometidos. Ed. Narcea, Madrid.

Morin, E. (1999). *Los siete saberes que necesita la educación del futuro*. UNESCO Ed., Paris.

Tenenbaum, S. (2011). *William Heard Kilpatrick: Trail Blazer in Education*. Literary Licensing Ed, NY.

Vigotsky, L. (2004). *Teoría de las emociones, estudio histórico-psicológico*. Akal universitaria. Serie interdisciplinar.

TRANSMISSION DES CONNAISSANCES SUR L'ARCHITECTURE DE TERRE À TRAVERS DE MULTIPLES SPHÈRES À L'UNIVERSITÉ ITESO DE GUADALAJARA

PENAGOS ARENAS Antonio, DPEA-Terre. Universidad I.T.E.S.O.

RÉSUMÉ

L'enseignement et la diffusion de l'architecture de terre à l'université ITESO de Guadalajara repose sur différentes sphères de transmission des connaissances. Au niveau de l'université : Sphère A, dans le cours Technologies Alternatives et Écodesign (TAE) ; Sphère B, dans le projet d'application professionnelle (PAP) au niveau du master ; Sphère C en tant que diplôme d'obtention du grade (TOG). La Sphère D correspond à l'application des connaissances dans les communautés. La transmission des connaissances dans les 4 sphères se fait de manière qualitative ou quantitative selon le niveau de la sphère concernée. L'appropriation des savoirs est renforcée par des ateliers, des visites de sites, le développement de projets et même leur réalisation concrète dans certains cas. Pour chaque sphère de transmission, des concepts de base de l'architecture de terre sont proposés, qui intègrent de la recherche, du développement, de l'innovation, voire même l'élaboration de projets qui résolvent des besoins spécifiques suivant différents scénarios sociaux.

Dans le cadre du Master en Projets et Construction Durables de l'université ITESO, une recherche a été développée pour améliorer la technique constructive des bouteilles en PET remplies de terre, dans le but de l'utiliser pour ériger les murs d'une salle communautaire dans un quartier marginalisé et d'obtenir la conformité avec la norme mexicaine NMX-C-036-ONNCCE-2013. Le résultat de cette recherche a généré des liens et des voies de diffusion et d'application aussi bien dans l'université que dans la communauté. L'amélioration de la technique a également été appliquée dans diverses PAP et adaptée à différents scénarios.

INTRODUCTION

L'acceptation de l'architecture de terre comme alternative viable et durable à Guadalajara a été un combat de 25 années qui a dû surmonter les normes de construction établies sur le marché.

En 1994, deux diplômés du CEAA-Terre : Élena Ochoa et Antonio Penagos, associés à trois collègues architectes : Álvaro Morales, Francisco Álvarez et Jorge López, ont entrepris la tâche d'enseigner la construction en terre et la soutenabilité aux étudiants de l'école d'architecture de l'université ITESO. Ils ont pour cela créé l'Atelier d'Architecture Alternative, qui a développé une pédagogie d'expérimentation, de sensibilisation et de créativité, à travers un programme académique axé sur le développement durable. Le travail de l'étudiant consistait initialement à concevoir puis construire des propositions architecturales répondant aux problèmes des communautés marginalisées, principalement à la campagne. Des années plus tard, après la restructuration de l'université, cette approche s'est transformée en un programme formel en architecture alternative. L'enseignement de l'architecture durable et de la construction en terre sont maintenant inclus au niveau du premier cycle dans le cours Technologies Alternatives et Écodesign.

1. LES SPHÈRES DE TRANSMISSION DE CONNAISSANCES

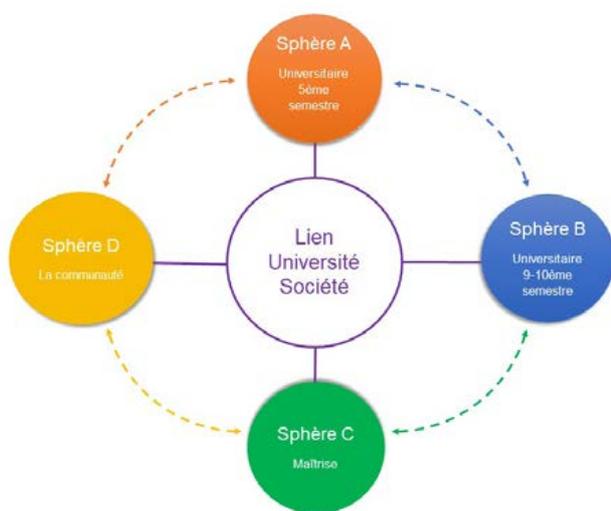
1.1. LA TRANSMISSION DES CONNAISSANCES ET LA SPHÈRE

« Transmettre quelque chose à quelqu'un est le fait que quelqu'un génère ou crée dans son esprit une partie de l'information ou de la connaissance que nous avons créée ou découverte auparavant. » (Huerta, S. J., 2018).

Comme dans une surface sphérique, tous les acteurs pendant le processus de transmission de la connaissance sont situés dans une position équidistante du centre : la connaissance. C'est-à-dire que l'émetteur et le récepteur jouent un rôle capital dans des conditions égales et dépendent l'un de l'autre. La transmission ne peut se faire si l'un d'entre eux est absent. Dans la construction sociale de la connaissance, l'espace délimité par cet ensemble d'acteurs contient les éléments (économiques, politiques, culturels, etc.), les circonstances et le temps qui constituent le scénario : la sphère elle-même.

À l'heure actuelle, les universités doivent répondre au défi de faire sortir dans la rue les connaissances et les compétences acquises en classe et de les confronter aux problèmes de la société pour développer des compétences et des solutions spécifiques et ce, de manière participative. Elles doivent partager les connaissances avec la société pour arriver à la construction sociale de la connaissance. Selon Jordi Alberch, vice-chancelier de la recherche, de l'innovation et du transfert de l'université de Barcelone : « Il y a quelques années a commencé un mouvement réformiste sur le rôle de l'université dans la société actuelle de la connaissance. À son rôle traditionnel de formation et de recherche s'est ajouté un nouveau rôle qui tente de déplacer les réalisations scientifiques vers la société. Le transfert cherche à transformer les résultats de la recherche en bien-être social, économique et culturel. » (Transfert des connaissances, Senesciencia n° 6). Cependant, dans les secteurs marginalisés, les carences sont accentuées par la pauvreté et plutôt que de faire un transfert de connaissances, il est nécessaire de faire une transmission de connaissances à travers plusieurs sphères ou environnements, comme le montre le diagramme ci-dessous (Fig.1).

Fig.1 : Relations entre les sphères de transmission des connaissances. Source : Propre (2018)



1.2. SPHÈRE A (ÉTUDES DE PREMIER CYCLE 5^E SEMESTRE)

La première sphère de transmission de la connaissance est développée dans les formations en architecture et génie civil dans le cours Technologies alternatives et Écodesign. Ce cours est une introduction à l'architecture durable. Conformément au guide d'apprentissage élaboré dans l'unité académique basique : Territoire, gestion de l'eau et de l'énergie, l'objectif du cours est de connaître : « les principes de conception écologique et d'appliquer différents matériaux et systèmes alternatifs pour la transformation de l'habitat, dans la conception, le projet et la construction d'un environnement durable » (ITESO, 2015). Selon ce guide, l'élève doit aborder les sujets suivants :

- les écosystèmes humains, leurs produits et leurs impacts sur l'environnement,

- les principes généraux du confort environnemental,
- les moyens naturels, processus et systèmes écologiques de contrôle de l'environnement,
- les techniques de production, fabrication et construction régionales adaptées à l'environnement,
- les technologies alternatives pour la production écologique et la construction,
- l'expérimentation avec des matériaux et les procédés biodégradables et recyclables.

Le processus d'apprentissage du cours est divisé en deux parties :

Les activités sous la conduite de l'enseignant (ACE) :

- réception et traitement du discours didactique de l'enseignant en séances de cours (incluant les séances de démonstration)
- participation à des séminaires et/ou à des séances de groupe d'analyse et de discussion
- exercices pratiques supervisés pour développer des compétences et aptitudes spécifiques
- conseil, suivi et évaluation du processus et des résultats d'apprentissage
- visite supervisée dans des bureaux, des installations industrielles, des entreprises et des chantiers publics ou privés.

Le travail indépendant de l'étudiant (TIE) :

- préparation de résumés, d'examens ou de rapports de lecture
- préparation de monographies, essais ou synthèses conceptuelles sur des sujets spécifiques
- recherche, traitement et analyse d'informations provenant de sources documentaires
- recherche, traitement et analyse d'informations empiriques (travail de terrain)
- préparation et présentation des rapports de recherche documentaire et/ou empirique
- exercices pratiques pour le développement de compétences et aptitudes spécifiques
- participation à des forums, congrès, symposiums, conférences ou séminaires.

Le thème 4, techniques de production, de fabrication et de construction régionale, appropriées à l'environnement, est dédié à la construction en terre. La première partie de ce thème aborde la théorie et met l'accent sur une brève description des différentes techniques de construction en terre, suivie de l'analyse des pathologies liées à l'eau et des pathologies structurelles. La deuxième partie contient des séances pratiques de fabrication d'adobe et de briques de terre comprimée (BTC). La troisième partie comprend la visite d'une construction durable contemporaine en terre. Cette dernière illustre les potentialités actuelles du matériau.

1.3. SPHÈRE B (9^E ET 10^E SEMESTRES)

Dans le cursus actuel, les étudiants doivent compléter un projet d'application professionnelle (PAP) au cours de leur dernière année d'études s'ils souhaitent obtenir leur diplôme de l'ITESO. Le PAP comprend des activités de service social (service professionnel gratuit aux plus défavorisés), des pratiques professionnelles et le mémoire de fin d'études, traduits en projets multidisciplinaires qui

Fig 2 : Maison pour enfants abandonnés. Image 1. Source : PAP EADDIEA. Villanueva D. (2012)



résolvent à moyen terme des problèmes spécifiques dans les communautés défavorisées.

Les PAP sont définis par l'ITESO comme suit :

- une note caractéristique générale du projet universitaire dans son ensemble, qui répond aux besoins sociaux et travaille avec et pour la société. Toutes les tâches de formation, de recherche, de liaison et de gestion de l'université, par leur nature et leur spécificité, doivent répondre à cette intention générale ;
- une fonction universitaire substantive : « l'ensemble des activités universitaires organisées et orientées pour développer des solutions alternatives aux principaux besoins et problèmes de l'environnement, dans un processus partagé et réciproque avec différents acteurs de la société. » (ITESO, 2018).

Chaque étudiant est responsable des étapes de sa progression et de l'échange transversal d'informations avec des pairs d'autres cursus pour compléter ou modifier son travail. Chaque décision est proposée aux membres de la communauté qui, avec les étudiants et les conseillers, réfléchissent à la faisabilité du projet, à la portée et aux engagements de chacune des parties. Les projets doivent répondre aux exigences académiques suivantes :

- travailler en équipe pour résoudre un problème ou un besoin pour un utilisateur ou destinataire externe, ce qui implique une autonomie de l'étudiant pour la planification, l'exécution, l'évaluation des résultats et/ou produits et la présentation du rapport correspondant ;
- mettre en œuvre des connaissances ou des compétences

professionnelles de l'étudiant ;

- encourager l'étudiant à réfléchir sur la synthèse et l'intégration de l'apprentissage dans ses multiples dimensions (ITESO, 2018).

Les étudiants en architecture et génie civil s'attèlent aux problèmes de manque de logements ou d'équipements dans ces communautés par le biais de la méthode de conception participative soutenue par la recherche qualitative et quantitative. La faisabilité de l'utilisation du matériau terre est analysée et, une fois le projet validé par la communauté, le dossier d'exécution et le budget des travaux sont préparés. À la fin de chaque semestre, l'expérience, l'apprentissage et les progrès réalisés sont consignés dans un rapport PAP, qui sert également d'outil de remise à niveau pour les nouveaux étudiants des semestres ultérieurs.

Les PAP du département de l'habitat et du développement urbain (DHDU) de l'ITESO ayant intégré l'architecture de terre dans leurs propositions sont :

- projet d'écotourisme à Macuche. Leader PAP DPEA-Terre Antonio Penagos. 2008 ;
- équipement et architecture durable pour le développement intégral des enfants abandonnés (EADDIEA) sur la rive du lac Chapala (fig.2). Leader du PAP DPEA-Terre Antonio Penagos. 2011-2012 ;
- Centre Communautaire Iniciativa Morelos (CCIM), sur la Costa Alegre (fig.3). Leader PAP DPEA-Terre Antonio Penagos. 2014-2015.

Fig.3 : Salle CCIM. Arévalo, I (2015). Source : PAP Architecture pour le Développement Durable.



1.4. SPHÈRE C (MAÎTRISE)

Le dernier engagement de l'ITESO pour la durabilité est la création récente du master en Projets et Construction Durables qui génère de nouveaux axes de recherche et d'innovation.

Comme il est mentionné dans le guide d'apprentissage de la classe IDI IV : « l'espace de recherche, de développement et d'innovation (RDI) fait partie d'une structure didactique à 5 niveaux pour guider la production académique de chaque étudiant diplômé. Il constitue le point central du master en Projets et Construction Durables et a pour but de conseiller et d'accompagner l'étudiant dans le processus de définition, de développement, d'écriture et de présentation du Travail d'Obtention de Grade (TOG). » (ITESO, 2015)

Cela se fait sous la direction du tuteur, qui aide l'étudiant à définir l'objet d'étude et à établir la faisabilité du projet. Comme indiqué dans les règlements de tutorat : « les séances de tutorat devraient être un système d'accompagnement, et doivent être comprises comme un système développé principalement par des stratégies collectives, qui cherchent à favoriser la construction de ponts entre les intérêts de la recherche, de l'innovation et du développement des étudiants, et les lignes de génération et d'application des connaissances. » (ITESO, 2014)

En avril 2016, la rencontre internationale de construction en terre et chaux s'est tenue à l'université ITESO, organisée par ITESO, CALIDRA, CIPTEV, CRATERRE, l'UNESCO-UniTwin, l'Université Autonome Métropolitaine et le réseau Meso Ameri-Kaab. Grâce à cet événement, la diffusion des techniques de construction en terre, travaillées en atelier,

et celle de la terre coulée en particulier, a déclenché la curiosité de l'un des étudiants du master en Projets et Construction Durables qui participait à la rencontre et a vu la possibilité de l'intégrer dans ses recherches en cours. « ... c'est là que se pose l'idée d'une combinaison de techniques de construction, entre la terre coulée et la construction avec des bouteilles PET remplies de terre. » (Macías, 2017, p.108).

C'est de cette façon qu'est né le TOG « Terre coulée + PET : une contribution au système constructif des murs de bouteilles PET remplis de terre ; cas du Centre communautaire la Mezquitera. » (Auteur : Humberto Macías Hernández, tuteur : DPEA-Terre Antonio Penagos Arenas, mai 2017).

En ce qui concerne la méthodologie de ce TOG, Macías (2017) commente : « ... le choix à suivre dans cette recherche est mixte, principalement quantitatif, par l'application d'une méthodologie expérimentale et sera complété par des éléments de la méthodologie qualitative. La méthodologie quantitative sera utilisée pour la collecte de données sur le terrain, les dimensions du site, les données de capacité de charge, la planification, la gestion des enquêtes, les calculs mathématiques et l'expérimentation, alors que la méthodologie qualitative servira à l'interprétation des utilisateurs du centre communautaire. Pour connaître leurs problèmes, leurs intérêts, leurs points de vue et les actions liées au sujet de recherche. » (p.43).

Le but de Macías (2017) était d'améliorer une technique constructive établie pour : « intervenir sur le procédé technique de construction en bouteilles PET remplies de terre, en incorporant la terre coulée, pour réduire le temps de mise en œuvre de la technique, qui soit conforme à la

norme NMX036 s'appliquant aux éléments de maçonnerie en compression, et qui soit économique et qui soutienne la durabilité économique et sociale du centre. » (p 42).

La construction avec des bouteilles PET remplies de terre damée a été une ressource polyvalente utilisée dans des projets communautaires dans des secteurs marginalisés de l'Amérique latine. Selon Macías (2017, p.20) : « Au niveau latino-américain, des aqueducs, des réservoirs d'eau, des murs d'enceinte, des colonnes et des toits ont été construits avec cette technique, tant dans des habitations que dans des bâtiments communaux au Honduras, en Bolivie, au Salvador et en Colombie. » (Cité dans El País, 2005).

Cette technique pourrait être l'une des réponses actuelles aux défis d'une construction écologique et économique dans les secteurs les moins favorisés. Comme le souligne Macías (2017, p.23) : « ... Ce défi implique d'entrer dans le domaine de la technique avec des matériaux réutilisés de tradition ancestrale ou nouvelle, qui produisent un faible impact sur l'environnement, des économies d'énergie, de la réduction des déchets et l'optimisation des coûts. Les mêmes auteurs proposent comme alternative à ce défi la solution technologique appelée construction avec des bouteilles, un système d'autoconstruction qui utilise des bouteilles PET non réutilisables (en plastique) comme des briques. » (Cité dans Ruiz, López, Cortes, Froese, 2012).

Cette technique de bouteilles PET remplies de terre compactée comporte des éléments favorables et défavorables à considérer afin de déterminer de sa faisabilité dans chaque cas. Cité par Macías (2017, p.21) : « Le système de construction avec des bouteilles en plastique PET présente plusieurs avantages, selon Ruiz, López, Cortes, Froese, A. 2012. Dans leurs recherches menées en Colombie, ils mentionnent les caractéristiques suivantes :

- La durée : les bouteilles en plastique (PET) ont une période de dégradation dans l'environnement estimée de 200 à 300 ans. Ce qui peut garantir, pour cette période, la stabilité du matériau qui contient la terre.
- La bonne isolation thermique : avoir comme remplissage la terre d'une épaisseur supérieure à 28 cm de long entraîne une bonne isolation thermique, et contribue à la conception bioclimatique.
- L'économie : le système permet d'économiser jusqu'à 50% de matériaux par rapport à la construction traditionnelle.
- L'auto-construction : le processus de construction est réalisé par la communauté elle-même, aucune formation spécifique n'est requise.
- Les bouteilles : aucune restriction de taille, forme ou marque des bouteilles pour leur usage dans le système constructif.
- La plus grande limitation du système est le manque de réglementation et d'études de caractérisation, tant au niveau national qu'international qui permettrait de déterminer le comportement du système. »

Autre inconvénient : le temps de remplissage et de damage de chaque bouteille avec la terre peut être considérablement long, comme le signale Macías (2017) : « d'autre part, dans sa recherche de 2016 sur la caractérisation des bouteilles

PET à utiliser comme éléments constructifs dans les murs porteurs, Francisco Espinosa fait un tableau avec des données différentes sur le remplissage des bouteilles PET, qui se réfère au temps de remplissage qui varie de 10 à 15 minutes pour des bouteilles de 600 ml. » (p.70)

Dans ce contexte, la production totale de bouteilles remplies nécessaires pour une maison et son processus de construction serait plus lent, plus compliqué et dans un schéma d'autoconstruction, certainement très laborieux et décourageant. Le TOG de Macías est pertinent pour ce processus car il a raccourci le temps de remplissage nominal de chaque bouteille de 97%.

Par conséquent, un mur pilote a été construit avec le système de remplissage de Macías dans la salle de jeux du centre communautaire *la Mezquitera*. Par la suite, deux expériences d'autoconstruction avec des bouteilles PET à Guadalajara ont été comparées, l'une dans le quartier *Meza de los Ocotes* avec le système traditionnel de remplissage et de damage et l'autre dans le quartier *la Mezquitera* avec le système de remplissage de Macías. Dans une interview avec l'architecte Carlos Estrada, chargé du projet à *Meza de los Ocotes*, Macías indique (2017) :

« H : par exemple, sur le temps, les gens ont été contrôlés ? Vous avez vérifié l'heure ? Combien de temps ils prenaient ?
C : Oui, quand nous avons essayé d'améliorer et de faire ce processus avec l'entonnoir et tout ça on a mesuré combien de temps ils prenaient et ils arrivaient à 20 minutes pour remplir une bouteille. » (p.69)

En référence à l'expérience de *la Mezquitera*, Macías (2017) poursuit : « Le processus de remplissage des bouteilles pour la construction du mur pilote dans le centre communautaire *la Mezquitera* a été réalisé en deux séances de travail d'environ 4 heures chacune, où 675 bouteilles ont été remplies avec une équipe de 5 personnes, de sorte que leur production peut être estimée à 1,4 bouteille par minute. » (p.102).

Par conséquent, le temps réel de remplissage des bouteilles a été réduit de 92,5% à *la Mezquitera* par rapport au travail effectué à *Meza de los Ocotes*. (Fig.4).

Fig 4. Remplissage de bouteilles PET + terre coulée à la Mezquitera. Penagos, G. A. (2017)



En outre, en comparant ce système avec la construction traditionnelle avec le bloc de parpaing ciment à Guadalajara, il a été conclu qu'il y avait une réduction du coût du système. Macías explique que (2017) : « les analyses de prix indiquent une différence de coût par rapport au système traditionnel de 63,67 pesos, ce qui représente une réduction de 27% du prix, mais il existe aussi une variable telle que la main-d'œuvre, qui représente en moyenne 45% du coût. Si ce coût était atténué, grâce à la participation de la communauté, le coût final de la construction en PET permettrait 72% d'économies par rapport à un système conventionnel. » (p.73)

Pour un système d'autoconstruction, cette économie fait du système de bouteilles PET remplies de terre coulée une option viable.

Cette efficacité dans la technique de remplissage et dans le coût était fondamentale dans le processus de transmission des connaissances et son acceptation par la communauté, car elle génère confiance et certitude dans le système constructif, favorisant l'interaction ultérieure des différents acteurs sociaux avec un objectif commun : la solution d'un problème spatial dans une communauté défavorisée spécifique.

En outre, les trois mélanges de terre coulée avec lesquels Macías a mené ses expériences avaient une résistance à la compression conforme à la norme mexicaine mentionnée précédemment. (Fig.5).

Enfin, la combinaison du concept de réutilisation des bouteilles PET pour la construction et de son mélange avec la technique de la terre coulée, a conduit à la création d'un nouveau terme. « L'une des contributions, outre l'unification des techniques et l'amélioration du processus

de remplissage des bouteilles PET, est l'union de deux concepts isolés, pour générer un nouveau terme appelé Système constructif de bouteilles PET avec terre coulée. » (Macías, 2017, p.108).

1.5. SPHÈRE D (LA COMMUNAUTÉ)

Le point crucial était l'application de ce nouveau système dans une communauté donnée. L'objectif était de valider son application, son acceptation et son appropriation dans un scénario réel et il a semblé pertinent de le faire dans l'une des zones marginalisées où l'ITESO travaille depuis 40 ans, le *Cerro del Cuatro* dans la zone métropolitaine de Guadalajara, plus précisément dans le quartier de *la Mezquitera*.

Macías a choisi la ludothèque du centre Communautaire *la Mezquitera* car c'est un endroit qu'il connaît bien pour y avoir enquêté sur la faisabilité de la construction du mur pilote dans le *Cerro del Cuatro*. À ce propos, Macías (2017) explique : « D'autre part, dans une interview avec Cristina Barragán, coordinatrice du réseau des centres, elle mentionne que cette méthode constructive peut être un outil de soutien pour le tissu social, à condition que les personnes qui participent au centre communautaire soient impliquées.

H : Pensez-vous que les activités, en considérant le PET comme une amélioration, contribueraient à renforcer le tissu social ?

C : Écoutez, je crois que toute activité, disons positive, constructive, et parlant au sens physique de la construction, socialement constructive, que vous organisez là, peut donner du sens aux gens, il y a des façons d'améliorer cela, il existe des alternatives qui sont accessibles, qui sont réelles. Alors quand vous me montrez des photos de *la Mesa de los Ocotes*, où les gens construisent avec le PET

Fig.5 : Tests de compression de bouteilles PET + terre coulée Macías, H. (2017). Source TOG

	Nombre Parametros unidad	Max. Compresión Calc. at Entire Areas kgf	Max. Desplazamiento Calc. at Entire Areas mm	Area en cm ²	Resistencia kg/cm ²	$f_p = \frac{\bar{f}_p}{1+2.5c}$
MEZCLA 1 arena amarilla cal	Pieza 1	6,563.47	31.03	103.99	63.12	31.44
	Pieza 2	6,236.84	34.84		59.98	
	Pieza 3	5,591.87	30.29		53.77	
	Media	6,130.73	32.06		58.95	
MEZCLA 2 material del lugar cal	Pieza 1	5,384.42	38.50	103.99	51.78	28.75
	Pieza 2	6,308.86	39.47		60.67	
	Pieza 3	5,122.16	37.22		49.26	
	Media	5,605.15	38.40		53.90	
MEZCLA 3 arena amarilla material del lugar cal	Pieza 1	5,768.09	35.27	103.99	55.47	41.02
	Pieza 2	11,682.80	39.00		112.35	
	Pieza 3	6,541.48	37.49		62.90	
	Media	7,997.46	37.25		76.91	

et si vous montrez ces photos aux gens, ils diront oui c'est vrai, ce n'est pas un rêve ce que Humberto nous dit...»(p.74).

À ce stade, le lien entre Macías, étudiant de master en Projets et Construction Durables, et le PAP *Haciendo Barrio*, dirigé par l'architecte Gerardo Cano, était une stratégie pour transmettre ce qui a été découvert dans le laboratoire aux étudiants de ce PAP. José Alberto Lomeli et Alejandro Penagos ont été chargés d'enseigner aux jeunes et aux enfants du quartier de la Mezquitera le remplissage de bouteilles PET avec de la terre coulée. Macías explique (2017) : « Les enfants et les jeunes de la communauté qui participent aux activités de la ludothèque et du PAP *Haciendo barrio* de l'ITESO, ont participé activement au remplissage des bouteilles, à travers un appel fait précédemment. En leur expliquant les dosages appropriés avec la supervision d'un adulte ou d'un collaborateur de PAP, le remplissage s'est avéré être une activité assez innovante et productive. En 3 heures, ils ont obtenu une production de 120 bouteilles ce qui donne un rendement de 1,5 bouteilles par minute, semblable au 1,4 mentionnés à la page 96. » (p.105) (Fig.6)

Concernant le retour d'expérience dans la ludothèque et l'appropriation du système, Macías (2017) commente :

« dans une interview avec Alejandro Penagos, le participant du PAP *Haciendo Barrio* de la Mezquitera qui a collaboré avec les jeunes dans le remplissage des bouteilles, mentionne que ce processus constructif peut générer une appropriation de l'espace.

H : Comment voyez-vous cela ? Comme une technique d'autoconstruction ? Du point de vue du système constructif, croyez-vous que cette méthode soit facile à reproduire ? La voyez-vous complexe ? Croyez-vous que

cela demande beaucoup de préparation ?

A : eh bien, oui, je le trouve très facile à faire, je pense que pratiquement, une fois que vous amenez un groupe de personnes et que vous leur dites comment faire et que vous les mettez immédiatement à la pratique, pas tellement dans la théorie, mais dans la pratique, avec ce temps c'est très facile pour elles de l'apprendre et peut-être il faudra une deuxième fois de supervision quand elles seront en train de le faire. En deux fois, pas plus, vous avez très bien appris le système et vous pouvez le reproduire. Ce n'est pas lourd, c'est-à-dire charger des bouteilles, un kilo de bouteilles peut être chargé par un enfant. » (p. 109-110)

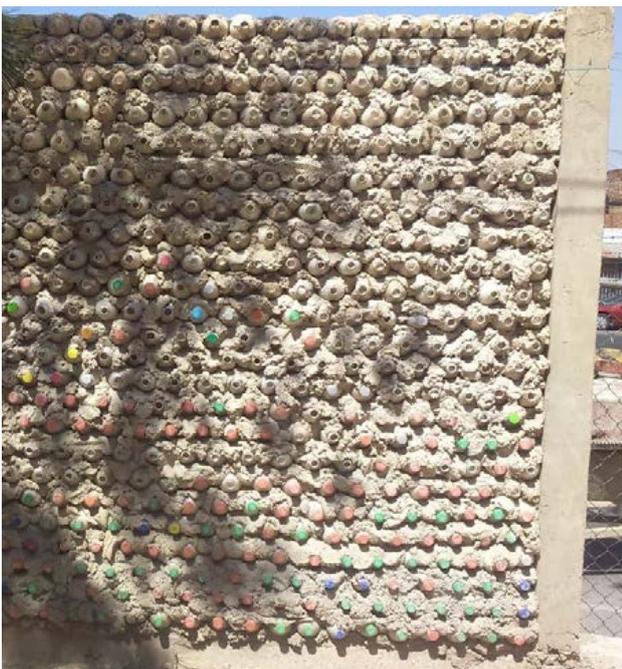
2. ANALYSE DES DYNAMIQUES ET STADES DE TRANSMISSION

La complexité du nombre d'acteurs (individus ou organisations) et la variété des cadres (universitaire ou communautaire) font la différence et indiquent le chemin à suivre.

La sphère A, qui se dispense à la moitié des études d'architecture, est au départ la plus simple. L'environnement est contrôlé et les résultats de l'enseignement peuvent être appréciés à court terme. Ils sont le produit de l'application des thèmes appris dans les cours dans la conception d'un projet durable. Il n'y a pas de réelles innovations pédagogiques, si ce n'est l'impact académique de l'introduction à l'architecture de terre, qui devient un stimulant pour la créativité des étudiants qui, jusqu'alors, ne connaissaient que l'adobe comme une technique de construction ancienne (pour ceux qui avaient la chance de la connaître). Dans ce cas, les étudiants sont sensibilisés et cherchent par la suite à approfondir le sujet dans leurs projets. Cependant, comme l'enseignement de l'architecture en terre fait partie d'un cours complet sur l'architecture durable, le temps consacré à ce sujet n'est pas suffisant et, dans de nombreux cas, il y a un risque de perdre l'information au fil du temps, surtout si elle n'est pas renforcée ultérieurement. Le nouveau plan d'études d'architecture à l'ITESO propose l'extension de ce cours à deux semestres. Les générations futures pourront étudier l'architecture de terre de manière plus approfondie, mais il faudra encore s'appuyer sur la plateforme Internet avec des cours en ligne et des tutoriels vidéo qui rendent l'information accessible à tout moment.

La sphère B est certainement l'occasion de revenir sur les motivations de l'architecture de terre pour les étudiants qui l'ont étudiée dans le cadre du cours Technologies alternatives et écodesign. Seulement, cette fois-ci, elle s'e déroule dans un scénario du PAP plus complexe : des projets d'intervention dans des communautés marginalisées. Ici, le contrôle scolaire disparaît pour laisser place à un échange d'informations plus ou moins organisé, suivi d'actions visant à solutionner un véritable problème architectural en interaction avec différents acteurs (la communauté organisée, les ONGs, le gouvernement, etc.) avec une équipe pluridisciplinaire (architectes, ingénieurs, psychologues, financiers, etc.). Tout cela rend le projet très organique et en mouvement constant. Comme les

Fig 6 : Mur pilote en bouteilles PET + terre coulée à la Mezquitera. Penagos, G. A. (2017)



rythmes de travail de l'étudiant, de la communauté et du gouvernement sont très différents, le grand défi ici est de les faire s'intégrer dans un espace d'action commun, ce qui exige flexibilité et créativité de la part de tous les acteurs. Ainsi, la programmation et les décisions sont réévaluées chaque semaine ou chaque mois. En tout état de cause, cela n'empêche pas que des événements imprévus puissent survenir au cours du processus et qu'il faille y faire face. Les travaux entrepris par les étudiants dépendent de l'étape à laquelle se trouve le processus ; il peut s'agir de conception architecturale de projets durables comprenant des éléments en terre ou de la réalisation du chantier. Il en résulte l'acquisition de compétences pour résoudre des problèmes réels, en temps et en forme, et la capacité à travailler en équipe avec des personnes issues d'autres formations universitaires pour aboutir à la réalisation d'un compromis formel. Tout cela entraîne des retombées au sens de la connaissance de la réalité de personnes moins favorisées et de la possibilité de les aider à transformer le contexte dans lequel elles vivent.

La sphère C permet d'approfondir les connaissances en matière d'architecture de terre. Ce master, focalisé sur les projets et constructions durables, offre le temps nécessaire à la recherche. Il en résulte des travaux très aboutis, allant de l'étude de cas au projet d'innovation. Les impacts positifs dans ce dernier cas ont été utilisés pour améliorer la technique de construction avec des bouteilles PET remplies de terre ; le résultat est devenu un outil scientifique pour la résistance à la compression du système. Il a également rendu la réalisation des murs plus accessible aux gens du centre communautaire *la Mezquitera*. Mais l'impact n'en est pas resté là. Quelques mois plus tard, les étudiants d'un nouveau PAP ont réalisé un banc en bouteilles PET en équipe avec les adolescents de l'école secondaire *Netzahualcoyotl* près de *la Mezquitera*, en utilisant le TOG de Macías comme guide.

La sphère D, représentant la communauté, est la dernière sphère de transmission et l'espace où tous les acteurs peuvent jouer leur rôle. Les résultats pour la communauté sont des outils pour la gestion de projets (plans, budgets, etc.) pour financer ou construire la solution architecturale donnée. Les retombées sociales contribuent à l'amélioration de la qualité de vie de la communauté et sont inscrites dans un planning progressif de la gestion du territoire. Il s'agit tout simplement de réponses concrètes à des problèmes spécifiques. Quoi qu'il en soit, les retombées dépendent du niveau d'investissement de chaque acteur. Si l'un d'eux fait défaut, les retombées en sont affectées. Les membres de la communauté doivent donc bien s'organiser et assumer leurs responsabilités. Il est parfois nécessaire d'organiser des réseaux de travail au-delà du binôme communauté-université et de tirer parti des nouvelles technologies pour obtenir des résultats plus efficaces. Comme le propose l'UNESCO (2005) : « Il importe de rappeler que les nouvelles technologies sont des technologies de réseaux. Au sein de ces derniers, le savoir est un état de fait, puisque les membres d'un même réseau sont interdépendants. Dans un tel contexte, l'interdépendance oblige à partager les connaissances pour peu que l'on veuille être efficace.

Dès lors, y a-t-il encore lieu d'opposer l'éthique et la performance, la solidarité et l'efficacité ? L'un des atouts essentiels du partage du savoir est d'abord de diminuer les coûts, en faisant des économies d'échelle et en évitant les redondances inutiles ? » (p.195)

CONCLUSIONS

La dynamique de la transmission des connaissances de l'université à la communauté passe par des processus très complexes, avec des méthodologies et des stratégies différentes et, en général, avec des délais qui ne permettent d'obtenir des résultats qu'à moyen terme. Dans le cas de l'enseignement de l'architecture en terre à Guadalajara, son acceptation et son appropriation ont été encore plus lentes, bien que de plus en plus d'architectes et d'ingénieurs diplômés de l'ITESO cherchent des applications dans le domaine professionnel.

Le système de liaison entre la communauté et l'université ITESO est une bonne forme d'interaction entre les quatre sphères de la transmission des connaissances. Cependant, de nouvelles frontières doivent être franchies à mesure que les technologies de l'information se développent et que les distances se raccourcissent.

Dans la sphère A, au niveau universitaire, il serait utile pour la transmission des connaissances de l'architecture de terre à l'ITESO de promouvoir des échanges académiques d'étudiants avec des universités offrant des cours sur ce sujet. En outre, ces échanges pourraient être renforcés par des cours en ligne dans lesquels l'étudiant, qui n'aurait pas la possibilité de se rendre dans une autre université, pourrait suivre un thème spécifique (les murs en pisé, par exemple) ou un cours semestriel dispensé par un expert en la matière. De cette façon, l'architecture de terre pourrait atteindre un public encore plus vaste.

D'autre part, au niveau des études de maîtrise (sphère C), les liens entre universités devraient être davantage renforcés. Il est par exemple connu qu'à CRATERRE-ENSAG, les études en architecture de terre se font au niveau post-master. Toutefois, ces études ne sont pas reconnues par le Ministère de l'éducation publique au Mexique car aucune université mexicaine ne propose le même type de formation. Cela pose un problème aux diplômés sur le marché du travail lorsqu'ils rentrent dans leur pays. Il serait donc souhaitable d'envisager un partenariat entre l'ITESO et CRATERRE-ENSAG qui permettrait aux étudiants de suivre la moitié du programme de post-master dans chaque université. Ainsi, les étudiants qui ne pourraient pas se déplacer en France, pourraient suivre la partie théorique du DSA en ligne et la partie pratique se ferait sur le campus de l'ITESO avec des enseignants de CRATERRE-ENSAG qui travaillent déjà avec l'ITESO ou qui viendraient de France. De cette façon, le nombre d'élèves par session pourrait augmenter et ils seraient diplômés des deux universités.

Garantir la transmission et l'acceptation de l'architecture en terre tout en respectant les normes officielles du pays devrait être un engagement pris par les universités, notamment celles qui proposent un master en architecture durable. Cela pourrait être le moyen le plus efficace de maintenir une tradition constructive en voie de disparition.

RÉFÉRENCES

MACÍAS, H. y PENAGOS, A. (2017). *Tierra Vertida + PET, una aportación al sistema constructivo de muros de botellas de PET rellenas de tierra; Caso Centro Comunitario la Mezquitera*. Jalisco, México.

PENAGOS, A. (2015). *Guía de aprendizaje de Tecnologías Alternativas y Ecodiseño*. Jalisco, México.

ITESO (2014). *Reglamento de Tutorías. DHDU*. Jalisco, México.

ITESO (2018). *Síntesis relativa a los constitutivos básicos de los proyectos de aplicación profesional (PAP) Jalisco, México. Contenidos en documentos ITESO y en ordenamientos legales públicos*.

UNESCO (2005) Bindé J. (Dir), *Vers les sociétés du savoir. Rapport Mondial*. Editions UNESCO.

WEBGRAPHIE

Transferencia del conocimiento, (s.f.) Descargado de: <http://www.ub.edu/senesciencia/noticia/transferencia-del-conocimiento/>

HUERTA, S.J. (2018). 3. El método para transmitir los conocimientos 279. Madrid, España: Jesús Huerta de Soto. Recuperado de: <http://www.jesushuertadesoto.com/articulos/articulos-en-espanol/proyecto-docente/3-el-metodo-para-transmitir-los-conocimientos-279/>

CONTINUITÉ DU PROGRAMME D'ARCHITECTURE DE TERRE DE L'UNIVERSITÉ NATIONALE DE COLOMBIE : UN DÉFI POUR LE TROISIÈME CYCLE

VARGAS Jenny, Universidad Nacional de Colombia

RÉSUMÉ

L'une des premières institutions à intégrer la Chaire UNESCO Architecture de terre, cultures constructives et développement durable en Amérique latine, et la première en Colombie, a été l'Université nationale de Colombie à Bogotá, au sein de la Faculté des Arts et de l'École d'Architecture et d'Urbanisme. Depuis un peu plus de vingt ans, les travaux menés par la professeure-architecte Clara Eugenia Sánchez ont conduit à la création d'un Programme d'architecture de terre et au développement d'activités de formation et de recherche. Le laboratoire a également été en charge de la conservation des bâtiments qui étaient le produit de la recherche, de la production de la presse CINVA-RAM, des prototypes de machines et du matériel documentaire recueillant les résultats des travaux effectués dans les années 1950.

Ces dernières années, malgré cet important héritage, qui comprend des étudiants et des professionnels sensibilisés et formés à l'architecture de terre, l'école a traversé une période de transition au cours de laquelle la pérennité du programme a été mise en péril. Les activités de formation et de recherche ont désormais plus de chance de se poursuivre au niveau des études supérieures, grâce au Master en construction et en conservation du patrimoine culturel, où l'arrivée de nouveaux outils, tels que la mallette pédagogique et l'Atelier Grains de bâtisseurs, ont permis de raviver l'intérêt pour l'étude de la construction en terre et le patrimoine.

Cet article présente un aperçu du développement de l'enseignement de l'architecture en terre à l'Université nationale, ainsi qu'une évaluation des difficultés rencontrées au niveau administratif de l'université, pour assurer le recrutement d'enseignants qualifiés dans ce domaine, ainsi que pour l'attribution d'espaces pour les activités pratiques et pour la conservation des équipements du laboratoire. Il se conclut par la présentation de quelques perspectives pour la récupération de cet espace académique.

INTRODUCTION

Le patrimoine bâti en terre en Colombie représente environ 80% des biens classés au niveau national ; les techniques de construction présentes comprennent l'adobe, le pisé, le *bahareque* (torchis) et plus récemment, le bloc de terre comprimée, qui contribuent à la diversité des paysages, des climats et de la culture du pays. Dans la majeure partie du pays, les techniques traditionnelles de construction ont été remplacées par l'utilisation de la brique cuite et du béton, mais une grande partie de la population vit encore dans des maisons en terre. On observe toutefois un manque d'appropriation sociale de ce patrimoine, raison pour laquelle il commence souvent à se détériorer.

Cette situation, qui n'est pas unique à la Colombie, a permis la création, depuis 1993, du Programme d'architecture de terre de l'Université nationale de Colombie, avec le développement d'activités de recherche, de formation et de promotion, ainsi que la participation à différents événements académiques nationaux et internationaux. Actif depuis près de vingt ans, il traverse actuellement une période de stagnation et peut être réactivé par l'articulation des activités de recherche au niveau de la formation de troisième cycle de la Faculté des Arts.

1. PROBLÉMATIQUE DE L'ARCHITECTURE DE TERRE EN COLOMBIE

Les problèmes auxquels est confrontée l'architecture de terre en Colombie invitent à réfléchir à la nécessité de maintenir actif le programme de formation à l'Université nationale. Certains d'entre eux, qui seront brièvement expliqués ci-après, ont été classés en fonction de leur cause initiale, tels que les problèmes liés au manque de formation sur la terre ou au manque de recherche fondamentale et appliquée, et ceux liés à des politiques de protection juridique et de conservation du patrimoine (Vargas 2010).

1.1 PROBLÈMES LIÉS AU MANQUE DE FORMATION

Une fois qu'une communauté a perdu sa tradition de construire avec la terre, en raison de l'arrivée de nouveaux matériaux ou de nouvelles techniques, le rôle de la formation est fondamental pour préserver ce qui en reste et éviter la disparition totale de ces cultures constructives.

- Perte de transmission du savoir-faire. Dans la majeure partie de la Colombie, la demande pour construire avec la terre est très faible, de sorte que la transmission de la connaissance technique existe seulement dans des coins spécifiques du pays, comme dans le département de Santander avec le pisé qui reste actuel, ou dans quelques communautés indigènes. Il y a des maçons et des petits producteurs de briques cuites, qui se souviennent d'avoir fait de l'adobe dans le passé, grâce à ce qu'ils ont appris de leurs parents, mais après l'industrialisation du ciment et de la brique, ils n'ont eu d'autre choix que de changer d'activité, perdant progressivement leurs connaissances et la possibilité de transmettre leur savoir.
- Dégradation des bâtiments due à l'abandon ou au manque d'entretien (Fig.1). En raison de la même perte de connaissances, les propriétaires ne savent plus comment entretenir leur maison et ont du mal à trouver la main-d'œuvre qualifiée pour effectuer des travaux préventifs. En conséquence, tout ce patrimoine est laissé à l'abandon ou atteint un point de dégradation tel qu'il faut l'intervention d'une équipe professionnelle, ce qui entraîne des coûts d'intervention plus élevés que de nombreux propriétaires ne peuvent pas se payer.
- Interventions inadéquates. Le manque de formation spécialisée et la pression qui existe au niveau normatif dans le pays pour garantir un comportement sismique optimal des bâtiments se traduit par une série d'interventions visant à améliorer la résistance des murs en terre. Le béton et l'acier sont les matériaux les plus couramment utilisés pour ce renforcement, avec des interventions invasives qui détruisent le comportement naturel de la structure d'un mur en terre.

1.2 PROBLÈMES DU MANQUE DE RECHERCHE FONDAMENTALE ET APPLIQUÉE LIÉE AU MANQUE DE FORMATION

Nous ne pouvons pas protéger ce que nous ne connaissons pas et nous ne pouvons pas défendre une théorie si nous n'avons pas étudié les arguments qui lui sont propres. Pour d'autres matériaux tels que le béton ou l'acier, les industries soutiennent la recherche pour améliorer le matériel et de

Fig.1 : Maison abandonnée, Guayabal de Siquima (2009)



sécuriser le marché, tandis que pour la terre il y a très peu de recherche – qui est effectuée dans certaines universités du pays – mais cette recherche ne trouve pas d'application directe aussi facilement.

- Absence d'inventaire du patrimoine bâti en terre. Même si les autorités locales et le Ministère de la Culture font un effort pour dresser un inventaire du patrimoine culturel, aucun enregistrement plus précis n'a été fait qui permette de connaître les cultures constructives et il n'y a pas de véritable reconnaissance du patrimoine vernaculaire et des savoirs traditionnels.
- Industrialisation et émergence de nouveaux matériaux. L'absence de recherches visant à démontrer les avantages de l'utilisation de la terre pour la construction et des bâtiments déjà construits en terre par rapport à d'autres matériaux empêche l'intégration de la terre comme matériau de construction sur le marché de la construction. Comme mentionné ci-dessus, il n'existe pas d'industries capables de promouvoir la recherche appliquée sur le matériau terre et il y a très peu de personnes qui peuvent diffuser leurs connaissances. En partenariat avec l'industrie du ciment, certaines recherches ont permis de générer la norme technique pour la production de BTC.
- Manque de reconnaissance de la terre comme matériau de construction par le code de construction parasismique. Le principal problème de la construction et de la conservation du patrimoine en Colombie est le niveau élevé de sismicité qui existe, car les zones les plus à risque sont celles où se trouvent les trois chaînes de montagnes, qui sont en même temps les régions du pays les plus dotées d'un patrimoine bâti en terre. Au cours des deux dernières décennies, ces recherches sur le comportement sismique des bâtiments en terre ont été l'un des principaux domaines d'investigation réalisés avec la participation des institutions gouvernementales et des universités, afin de produire des résultats pouvant avoir un impact au niveau normatif.

2. PROGRAMME D'ARCHITECTURE EN TERRE À L'UNIVERSITÉ NATIONALE DE COLOMBIE

À l'initiative de l'architecte Clara Eugenia Sánchez, qui avait étudié à CRAterre et rejoint la Faculté des Arts et l'École d'Architecture et d'Urbanisme en tant que professeure, le premier Programme d'architecture de terre de l'Université nationale et de Colombie a été créé en 1993. Ce programme a permis de valoriser la recherche qui avait été développée depuis les années 1950, au *Centro Interamericano de Vivienda para América Latina* - CINVA, qui avait son siège dans la même université et avec lequel une nouvelle culture constructive s'est développée, autour du BTC, après la conception de la presse CINVA-RAM par l'ingénieur chilien Raúl Ramírez.

L'objectif de ce programme était d'approfondir les connaissances scientifiques et technologiques de l'architecture de terre, dans le but de poursuivre la formation et la diffusion sur ce sujet. Le programme était basé sur la connaissance et l'appréciation de l'architecture traditionnelle comme stratégie de diffusion et de promotion de ce patrimoine (Sánchez 2005).

L'Université nationale de Colombie est le principal établissement d'enseignement universitaire du pays, son champ d'action s'étend donc à l'ensemble du territoire et l'université est considérée comme le principal organe consultatif de l'État. Le Programme d'architecture de terre est basé à Bogota, la capitale du pays, et la plupart des activités sont concentrées dans le centre du pays. Dans cette région, l'architecture de terre est très présente dans les bâtiments patrimoniaux, il s'agit donc d'un champ d'action fondamental, même si ces dernières années, un effort considérable a été réalisé pour soutenir et développer la construction de nouveaux projets d'architecture, notamment en ce qui concerne l'utilisation du bloc de terre comprimé.

2.1 LE LABORATOIRE D'ARCHITECTURE DE TERRE

Au cours de la phase initiale de la mise en place du programme, afin de préserver et développer l'héritage du CINVA, certaines parties des anciennes installations du centre ont été récupérées et adaptées, parmi lesquelles la maison expérimentale en BTC pour l'habitat paysan sur le Haut Plateau Cundiboyacense (Fig.2). Cette maison était depuis lors le siège et le symbole du laboratoire, étant l'espace où étaient entreposés le matériel et la documentation, où était dispensée la formation et où se déroulait une partie de l'expérimentation. La *Casa Campesina*, comme on l'appelait, se trouve toujours dans la cour de l'ancien CINVA (Sánchez 2007) ; cependant, elle est actuellement dans un état de délabrement important et fait l'objet d'une demande de démolition de la part de la direction de la Faculté car, avec le déclin du programme, la maison a cessé d'être utilisée et n'a donc plus d'usage particulier.

En plus de la maison, le laboratoire a récupéré et conservé cinq prototypes expérimentaux réalisés avec la presse Cinvaram, ainsi que la voûte caténaire expérimentale construite avec des blocs Cinvaram de taille réduite. Dans la cour, utilisée pour les activités pratiques de la Faculté des Arts, un banc d'essai en béton armé a été conçu et construit sur lequel ont été expérimentés la construction de voûtes encastrées en blocs de terre en deux et trois couches, la construction de voûtes avec des surfaces planes pour la circulation, l'utilisation de coffrages modulaires en bois avec des éléments métalliques coulissants pour faciliter la mise en oeuvre du pisé et la réalisation d'un prototype de tamis mécanisé (Web HabitatTierra).



Le Laboratoire a également fourni des conseils et une formation sur la construction en terre aux institutions gouvernementales et aux communautés, en particulier sur l'application de la technique des blocs de terre ; entre 1996 et 2001, un accord a été conclu avec le Ministère de la Culture pour réaliser des interventions de conservation sur des bâtiments en pisé, adobe et torchis. Divers projets de recherches, visant à la reconnaissance des différentes cultures constructives dans le pays, ont également été développés et diffusés lors d'événements académiques nationaux et internationaux.

2.2 LE SÉMINAIRE D'ARCHITECTURE DE TERRE

Depuis 1993 et pendant près de deux décennies, cette formation de base était ouverte aux étudiants en architecture, en génie civil et à toutes les autres professions présentes à l'université. La durée de ce cours était d'un semestre à raison de 2 heures par semaine et accueillait entre quinze et vingt étudiants par session.

Le contenu du cours était divisé en trois modules :

- l'architecture traditionnelle du territoire et approche historique: Europe, Afrique, Amérique ;
- l'architecture traditionnelle en Colombie, les systèmes de production et leur application ;
- le patrimoine culturel architectural.

Malgré la courte durée du cours, les étudiants apprenaient à connaître le matériau, à comprendre l'importance de l'architecture de terre et à avoir une vision globale du patrimoine et des modes d'intervention. La plupart d'entre eux étaient motivés pour en apprendre davantage. Les travaux des étudiants s'inscrivaient dans le cadre de certaines recherches du laboratoire, plusieurs travaux d'architecture ont été réalisés, et des conférences et événements ont été organisés.

La méthodologie du cours a toujours comporté deux composantes : une théorique et une pratique, cette dernière étant axée sur la connaissance du matériau et des différentes techniques de construction. Par la suite, la pratique a été complétée par de nouvelles activités, comme le test Carazas¹, résultat de mon retour en Colombie pour soutenir le programme, après avoir suivi la formation DSA au CRAterre (Fig.3). J'ai également voulu mettre en place un projet d'action participative intitulé « *La tapia: un patrimonio de todos* », ayant pour objectif de travailler dans une petite ville pour développer des actions de conservation simples, impliquant ainsi les étudiants du séminaire dans la réalisation des travaux pratiques (Fig.6) destinés à valoriser et conserver le patrimoine et l'architecture rurale.

Ce cours, associé au laboratoire et à l'existence même du programme, a été la raison pour laquelle l'Université nationale de Colombie a été intégrée à la Chaire UNESCO Architecture de Terre, Cultures Constructives et Développement Durable. Après le départ à la retraite de la professeure Sánchez, le séminaire n'a plus été organisé, étant donné qu'il n'y avait plus d'enseignants possédant les connaissances requises ; les actions de formation et de recherche se sont poursuivies depuis lors dans d'autres niveaux de formation, comme on le verra par la suite.

Fig 2 : Maison expérimentale en BTC (2008)



Fig.3 : Expérimentation et pratiques (2010)

3. AUTRES SCÉNARIOS DE FORMATION ET DE RECHERCHE

Heureusement, plusieurs années de fonctionnement du Programme d'architecture de terre ont contribué à retenir l'intérêt de plusieurs étudiants et professeurs, de sorte qu'il a été possible de poursuivre la formation et la recherche à d'autres niveaux, tels que l'enseignement de l'architecture au niveau du premier cycle et du master, et des cours de vulgarisation. Cependant, ces actions n'ont pas permis de générer une occupation adéquate des espaces du laboratoire, ce qui a entraîné la perte d'espaces de travail importants.

3.1 L'APPROFONDISSEMENT EN PREMIER CYCLE

Après quatre années de formation, les étudiants en architecture peuvent continuer leurs études dans quatre domaines : projet architectural, projet de logement, projet technologique, projet urbain ou patrimonial (Web Facartes). En général, c'est dans les domaines de la technologie et du patrimoine que l'on s'intéresse au développement de projets liés à l'architecture de terre. C'est pourquoi certains travaux sur le sujet ont été développés en lien avec l'orientation du Laboratoire.

Cet approfondissement est presque la seule étape de la formation d'architecte qui permet de prendre connaissance avec l'architecture de terre, mais c'est une matière facultative et elle est suivie par peu de ces futurs architectes. Au niveau de la formation de base, il est possible d'inclure le sujet dans les cours des premières années, en particulier dans les cours ayant trait aux matériaux de construction et aux structures. Tant que le Séminaire d'Architecture de Terre existait, il était possible de sensibiliser et de motiver les étudiants (Fig.4), mais aujourd'hui, très peu de professeurs d'architecture présentent ce sujet.

3.2 PROGRAMMES DE TROISIÈME CYCLE DE LA FACULTÉ DES ARTS

Au niveau des études supérieures, la Faculté compte actuellement quatre spécialisations, vingt maîtrises et un doctorat. C'est dans les maîtrises en conservation du patrimoine culturel, en construction et en architecture

pour le logement et l'habitat qu'ont été développées des activités de formation et de recherche liés à l'architecture de terre. Aucun de ces programmes ne dispose d'une formation spécifique sur notre domaine d'étude, cependant, les deux premiers sont les seuls à développer des activités de formation connexes.

Dans le premier cas, la maîtrise en patrimoine, qui existe depuis plus de dix ans, propose dans son programme un axe de recherche sur l'architecture de terre, bien qu'il n'y ait aucun enseignant spécialisé en la matière et qu'il nécessite donc le soutien de l'ancien Programme ou la participation directe de la professeure Clara Sánchez pour ses activités de formation ; il existe cependant un cours sur les matériaux et les techniques de construction, dans lequel le sujet de la terre est inclus. Dans le programme de construction, des conférences sur le sujet sont organisées dans le cadre des cours liés à l'architecture durable et aux énergies renouvelables.

Sur le plan méthodologique, dans les deux programmes précités, nous avons travaillé de la même manière que le séminaire, avec une partie théorique et une partie pratique. Dans cette seconde partie, j'ai eu l'opportunité de m'impliquer, notamment pour développer l'atelier Grains des bâtisseurs, qui a été proposé chaque année, en utilisant la Malette pédagogique qui est arrivée en Colombie par l'intermédiaire de certains membres de CRAterre, au cours de l'année 2014 (Fig.5). Ce nouvel outil a suscité l'intérêt d'autres enseignants et constitue sans aucun doute un instrument qui permettra la promotion de la formation de premier cycle.

CONCLUSION

La perte de la culture constructive de l'architecture de terre constitue une menace pour la conservation du patrimoine culturel, dans la mesure où, par ignorance, il subit des interventions réalisées avec des matériaux inadaptés. L'étude des techniques traditionnelles et des constructions non monumentales, la participation du milieu académique et l'implication de la population concernée peuvent permettre la récupération des usages locaux et

Fig 4 : Étudiants de premier cycle au 1^{er} Séminaire international d'architecture de terre, Barichara (2003)



Fig.5 : Atelier Grains de bâtisseurs, mallette pédagogique (2015)



leur application directe dans la rénovation des bâtiments et la construction de nouveaux espaces de logement.

Le rôle du milieu académique est fondamental car, à travers la recherche, il est possible d'établir les bases nécessaires à la diffusion des connaissances scientifiques, afin que les habitants d'une région puissent développer une autonomie dans les travaux de restauration du patrimoine local. Proposer des activités pratiques dans le processus de formation permet, d'un point de vue méthodologique, de multiplier les expériences pour les étudiants et les enseignants. La combinaison de la théorie et de la pratique sur le terrain est fondamentale. Ainsi, s'il est possible de réaliser des projets pilotes qui permettent une construction réelle et non seulement un prototypage, l'action aura un impact plus durable et enrichira la recherche.

Il est important d'inclure dans les premières années de formation en architecture au moins un cours et une expérience associés à la connaissance du matériau terre. Si possible, il faut essayer d'encourager la réalisation de projets impliquant des étudiants des trois niveaux de formation ; premier cycle, maîtrise et doctorat, afin que les activités de diffusion et de recherche aient un impact plus important au sein de la communauté académique. Il est également essentiel de relancer les accords de partenariat avec le Ministère de la Culture et d'autres universités ou instituts, car cela permet au milieu académique de contribuer au domaine normatif, ainsi que d'obtenir des ressources pour la recherche et la participation des étudiants à des projets appliqués.

Un autre axe de travail du Programme d'architecture de terre sera de réaliser un état de l'art des projets contemporains d'architecture en terre et de rénovation du patrimoine en Colombie, afin de démontrer l'évidence d'une résurgence de projets contemporains de qualité, reconnus à l'étranger, et d'élargir ainsi la connaissance des possibilités actuelles que la terre peut offrir en tant que matériau de construction. En effet, il existe de nombreux projets et sites de production de BTC et d'adobe autour de Bogotá qui peuvent être visités dans le cadre d'une activité académique. Il s'agit certainement d'une stratégie porteuse pour motiver les étudiants et les enseignants.

Enfin, il est clair que la Faculté des Arts doit encore renforcer le programme d'architecture en terre et, à tout le moins, rétablir le séminaire en tant qu'activité permanente. L'héritage, non seulement du CINVA, mais également du programme qui a été développé, est suffisamment important pour ne pas le laisser disparaître ou le dissocier de la Chaire UNESCO. Certaines actions sont déjà en cours, comme la mise en relation avec de nouveaux professeurs spécialisés et le renforcement des groupes de recherche.

¹ Ce test consiste à approcher les trois états de la matière, minéral, (les grains), gazeux (l'air) et liquide (l'eau) et à les relier aux différentes techniques de construction en terre, torchis, bauge, adobe, pisé et BTC.

BIBLIOGRAPHIE

Vargas, J. (2010) L'étude du patrimoine vernaculaire : *Une opportunité pour l'enseignement de la construction et la conservation de l'architecture de terre en Colombie* (mémoire DSA Architecture de Terre). École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble. France.

Sánchez, C. (2005). *Programa de Arquitectura en Tierra*. Rapport présenté au Ministère de la Culture.

Sánchez, C. (2007). *La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas*. In Revista Apuntes, Vol. 20 Núm. 2, 242-255. Bogotá.

HabitatTierra. 1993-1996 *Montaje del laboratorio*. Página web Clara Eugenia Sánchez arquitecta. Consulté en avril 2018. <http://habitattierra.com/web/spip.php?rubrique8>.

Facartes. *Arquitectura y Urbanismo. Programa curricular de arquitectura*. Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. Consulté en avril 2018. http://www.facartes.unal.edu.co/fa/departamentos/arquitectura/docs/plan_arquitectura.pdf

Fig.6 : Pratique de projet : la tapia un patrimonio de todos (2010)



GROUNDING MATERIALS : RETOUR SUR UNE EXPÉRIENCE PÉDAGOGIQUE ZÜRICH

HERTZOG Alice, Institute for Environmental Decisions, Transdisciplinarity lab (TdLab), ETH Zurich, Switzerland

CISAR Sasha, Institute for Construction and infrastructure management, Chair of Sustainable construction, ETH Zurich, Switzerland

BRUMAUD Coralie, Institute for Construction and infrastructure management, Chair of Sustainable construction, ETH Zurich, Switzerland

MOEVUS Mariette, Amàco, Atelier Matière à Construire, Grenoble, France

KACZMAREK Anouchka, Institute for Construction and infrastructure management, Chair of Sustainable construction, ETH Zurich, Switzerland

HABERT Guillaume, Institute for Construction and infrastructure management, Chair of Sustainable construction, ETH Zurich, Switzerland

RÉSUMÉ

Bientôt, ils seront architectes, ingénieurs ou écologistes, mais pour l'instant, ces étudiants ont tous les yeux bandés d'un tissu bleu-ciel. Maladroits et quelque peu surpris, ils tiennent à l'aveugle des seaux de terre, de cailloux, de grains dans lesquels ils plongent les mains à la recherche de la matière.

L'expérience pédagogique à laquelle ils participent, *Grounded Materials*, est portée par l'ETH Zurich et le projet amàco. Par *Grounded Material*, nous entendons une « matière ancrée » dans un territoire, dans un environnement social et dans une démarche viable. Pour qu'un nouveau matériau fasse sens, il ne suffit pas seulement de répondre à un cahier des charges techniques. Ce matériau doit être approprié en fonction des ressources disponibles. Mais il ne fera sens que si les futurs utilisateurs peuvent aussi se l'approprier. Comment enseigner cette double appréciation ? Notre démarche pédagogique est à la fois transmatériaux et transdisciplinaire.

Qu'entendons-nous par trans-matériau ? Au lieu d'enseigner le bois, l'acier et le béton, nous enseignons la matière constitutive de tous les matériaux tels que les fibres, les grains et les liants. De nouveaux matériaux peuvent ainsi être reconstitués à travers un ensemble localement spécifique et disponible de la matière.

Qu'entendons-nous par transdisciplinaire ? Au lieu d'inventer un matériau dans l'université et le laboratoire, nous travaillons avec les parties-prenantes pour développer des solutions ensemble. Nous incitons les étudiants à dialoguer avec les acteurs du secteur de la construction : du producteur de matériaux à l'utilisateur final en passant par l'architecte et le maçon. Ainsi ils identifient les contraintes sociales et économiques et les barrières à franchir pour utiliser des matériaux plus écologiques.

Nous émettons l'hypothèse que cet enseignement transmatériaux et transdisciplinaire permet d'associer au cours des premières phases du développement d'un matériau les relations entre les hommes et la matière.

INTRODUCTION

En plein été zurichois, un petit groupe d'étudiants est assis en cercle par terre. Bientôt, ils seront architectes ou ingénieurs, mais pour l'instant tous ont les yeux bandés d'un tissu bleu-ciel. Maladroits et quelque peu surpris, ils tiennent à l'aveugle des seaux de terre, de cailloux, de grains dans lesquels ils plongent les mains à la recherche de la matière.

Zurich est une ville à forte abondance de pédagogies alternatives. L'exemple le plus parlant est le *Wald-Kindergarten* : des crèches en pleine nature où les enfants jouent dans les bois à longueur de journée et construisent des cabanes avec de la boue et des feuilles. Mais sur les bancs de l'École Polytechnique de Zurich (ETH) les occasions pour se salir les mains et apprendre en faisant se font plus rares.

Ici nous faisons un retour sur une expérience pédagogique que nous menons depuis quatre ans à Zurich. Il s'agit d'une école d'été intitulée *Grounded Materials* proposée aux étudiants de l'ETH. Nous laissons ces professionnels de l'apprentissage théorique, des formules mathématiques complexes et des examens, retisser des liens avec des matériaux afin de développer aux cours de deux semaines un matériau *grounded*, c'est à dire « ancré ».

1. NOTRE APPROCHE

1.1. UNE APPROCHE ANCRÉE

La notion de *grounded* est à la fois le cadre théorique dans lequel nous travaillons, l'idéal vers lequel nous tendons et l'équilibre que nous cherchons à maintenir tout au long de cette école d'été. En effet, les différents sens attribués au mot *grounded* nous servent de trame et de boussole.

Tout d'abord, n'oublions pas que *grounded*, vient de *ground*, la terre.

Dans cette découverte de la matière, nous nous reportons également au cadre de la théorie ancrée – *grounded theory* (Paillé, 2010) qui établit une voie entre la théorie inductive

et la théorie déductive. Une manière de développer des matériaux dans un aller-retour entre le laboratoire et le chantier. En effet, la théorie ancrée cherche à construire des théories à partir des observations de terrain et des expériences des participants. Pour les participants c'est un retour au bac à sable qui doit ainsi permettre de comprendre autrement et même peut être de revoir les règles apprises sur les bancs de la faculté.

On utilise aussi cet adjectif *grounded* pour qualifier une personne instruite dans un certain champ ou spécialisée dans un domaine et ayant des principes et des convictions. Une personne qui s'appuie sur des faits et des observations rigoureuses, et dont la validité peut être facilement démontrée. Ainsi le mot combine la notion de compétences spécialisées et d'engagement moral, le savoir et le croire.

Être *grounded*, c'est avoir les pieds sur terre et savoir garder la tête sur les épaules dans un contexte qui récompense des solutions complexes.

12. UNE APPROCHE TRANSMATÉRIAUX ET TRANSDISCIPLINAIRE

L'école d'été *Grounded Materials* cherche à développer des solutions qui répondent à des besoins précis dans un lieu spécifique car les participants doivent comprendre que même la meilleure solution technique se dégrade vite si elle ne fait pas sens pour ceux qui l'utilisent.

Grounded Materials est une initiative de la Chaire Construction Durable de l'ETH qui cherche à amener la question de la soutenabilité dans les différentes disciplines impliquées dans l'acte de construire. Dans le cadre de ce projet, la Chaire s'est associée avec le TdLab, laboratoire transdisciplinaire de l'ETH qui développe de nouvelles techniques d'enseignement et de recherche pour résoudre les problèmes complexes qui se posent à l'interface entre la science et la société. Enfin, notre partenaire invité, amàco (Bisiaux *et al.*, 2015), apporte une nouvelle façon d'enseigner la science des matériaux. La méthode d'enseignement comprend des ateliers pratiques où les participants touchent la matière et construisent. De plus, l'émotion et une approche esthétique des expériences stimulent la curiosité et la participation des étudiants.

Les participants, de niveau master, travaillent par groupes transdisciplinaires. Ils sont issus des départements de génie civil, d'architecture, de science des matériaux et des sciences des systèmes environnementaux. L'ETH est une école d'envergure internationale et nombreux sont les participants étrangers. Dans ce contexte globalisé, nous avons accompagné des étudiants et étudiantes chinois, australiens, colombiens, allemands, français, norvégiens dans le développement des solutions et des matériaux qui font sens dans un contexte helvétique. Quel beau résultat si quelques-uns des participants développent plus tard dans leur future vie professionnelle le réflexe de s'imprégner du contexte local avant de proposer des solutions techniques ou réglementaires standardisées.

Alors que les villes grandissent et les ressources deviennent rares, les futurs ingénieurs et architectes doivent penser et mettre en œuvre des solutions durables dans un contexte de plus en plus complexe. Pour développer ces compétences, nous introduisons deux approches « trans- » : le transmatériaux et le transdisciplinaire.

Pour le transmatériaux, au lieu d'enseigner le bois, l'acier et



Fig 1 & 2

le béton, nous enseignons la matière constitutive de tous ces matériaux tels que les fibres, les grains et les liants. De nouveaux matériaux peuvent ainsi être reconstitués à travers un ensemble localement spécifique et disponible de la matière (Fig.1). Cet enseignement se fait par des ateliers pratiques et des conférences expérimentales où les participants touchent et comprennent le comportement de la matière à travers des expériences souvent contre-intuitives et esthétiques.

Transdisciplinaire signifie collaborer avec des non-scientifiques en dehors de l'université pour créer ensemble de nouveaux savoirs et savoir-faire (Pohl *et al.*, 2007 ; Stauffacher *et al.*, 2008). Les participants découvrent alors qu'au lieu d'inventer un matériau dans un laboratoire universitaire, il est important de collaborer avec les parties-prenantes pour co-développer des solutions. Nous incitons ainsi les étudiants à dialoguer avec des acteurs du secteur de la construction : du producteur de matériaux à l'utilisateur final en passant par l'architecte et le maçon afin d'identifier les contraintes sociales et économiques et les barrières à franchir pour utiliser tel ou tel matériau (Fig.2). Les participants conduisent des entretiens, participent à des observations de terrain et complètent une série d'exercices afin de compléter leur compréhension de différentes positions, besoins, contraintes et enjeux.

À la fin de cette première semaine d'exploration, les participants vont élaborer une prise de position d'une des parties prenantes du secteur de la construction. Il s'agit de choisir un acteur et d'identifier son besoin en fonction d'un enjeu spécifique. Cette méthodologie s'appuie sur l'esprit

du *design thinking* développé par la D-School à Stanford aux États-Unis. Une fois cette position établie, les groupes ont une semaine pour générer des idées, tester leurs prototypes et élaborer une solution dont certaines sont présentées ci-dessous.

Rappelons que cette expérience se déroule à Zurich, considérée comme l'une des villes les plus chères du monde (avec Tokyo et Oslo). Le coût de la construction y est également parmi les plus élevés au monde et adhère à des normes de qualité très élevées. Dans ce contexte, *Grounded Materials* n'est pas toujours synonyme de *low-cost*. Le coût élevé de la construction provient d'une main-d'œuvre très chère et chaque action manuelle doit pouvoir être justifiée par une très forte valeur ajoutée. C'est l'exemple des montres suisses, produits artisanaux très ancrés dans le territoire, qui sont montées à la main et vendues dans le reste du monde à des prix exorbitants. Ce n'est peut-être pas sans raison que le développement récent de la construction en terre en Suisse s'est fait par une mécanisation et une préfabrication des éléments constructifs afin de gagner du temps sur le chantier, comme dans l'exemple du bâtiment Ricola de Martin Rauch. Autre stratégie : l'apport d'une forte valeur ajoutée en termes de qualité de l'air intérieur comme lors de la rénovation de l'hôpital de Zurich (Triemli) où les plafonds ont été faits avec un enduit terre afin de mieux réguler l'hygrométrie interne.

2. RÉSULTATS

Au cours de deux premières années, huit groupes de quatre à cinq participants ont suivi cette école d'été. Nous avons été surpris par la diversité des solutions proposées pour l'utilisation de matériaux ancrés et par leur pertinence. En voici quelques exemples.

2.1. PREMIÈRE ANNÉE

La première année, les quatre groupes se sont intéressés à différents acteurs impliqués au cours d'un projet de construction. Parmi ceux-ci l'un a pris le point de vue d'une entreprise de construction, et un autre celui d'un particulier.

« En tant qu'entreprise de construction qui cherche à répondre à une demande sociétale croissante en termes de soutenabilité, nous avons besoin d'un matériau et d'un procédé de mise en œuvre qui soit compétitif parce qu'in fine, c'est le coût qui compte le plus. »

Pour répondre à cette problématique, les participants se sont intéressés à la construction en terre préfabriquée qui présente des avantages compétitifs indéniables en termes de vitesse d'exécution sur le chantier. Ils ont remarqué que les raccords entre les blocs de pisé étaient toujours faits à la main afin de donner un aspect monolithique à cette construction et en cacher le caractère préfabriqué. En s'inspirant des tableaux de Mondrian, ils ont proposé, au contraire, de mettre en valeur les joints et d'assumer pleinement l'élément préfabriqué. En mettant des joints apparents, ces derniers peuvent alors être faits avec un enduit chaux et être effectués bien plus rapidement, diminuant ainsi drastiquement les coûts de construction.

« En tant que particulier qui voudrait construire ou faire

construire sa maison à Zurich, nous avons besoin d'avoir un accès direct à de l'information afin de pouvoir comparer et choisir entre différents matériaux. »

L'accès à l'information est toujours un des problèmes principaux pour la pénétration sur le marché de matériaux écologiques. Lors de nos deux écoles d'été, la visite d'un magasin de matériaux écologiques a été un élément déclencheur pour les participants qui ont pris connaissance d'une filière organisée et industrialisée de matériaux, dont ils n'avaient pour la plupart jamais entendu parler. Afin d'améliorer l'accès à l'information, les participants ont développé un site web qui répertorie les maisons écologiques et sert de plateforme. Leur deuxième stratégie était d'impulser, un jour par an, une journée portes ouvertes de ces maisons, organisée par les habitants afin d'exposer la mise en place de matériaux et de systèmes de construction alternatifs. Ce rapport individuel, hors expertise et basé sur la proximité géographique et l'expérience sensible, pourrait contribuer à une plus grande diffusion de ces matériaux.

2.2. DEUXIÈME ANNÉE

Au cours de la deuxième année, nous avons demandé aux participants de réfléchir plus particulièrement au développement d'un matériau ancré pour un foyer des étudiants dont la construction est prévue sur le campus de l'ETH d'ici 2020. Ce choix permettait de travailler sur un projet concret tout en étant suffisamment en amont dans la phase de construction pour ne pas brider l'imagination. Le foyer est un espace pour développer des projets hors-programme, avec un espace de création (*makespace*), de discussion (*thinkspace*) et d'exposition (*showspace*). Voici deux propositions très différentes, en lien avec le choix d'un point de vue spécifique sur le projet.

« En tant que membre du conseil du foyers des étudiants, nous avons besoin de trouver un moyen de renforcer l'attachement des étudiants à ce bâtiment parce que le sentiment d'appartenance induit souvent une meilleure utilisation des lieux. »

Comment maintenir un sentiment d'appartenance au foyer des étudiants ? L'envie des ingénieurs et des architectes est d'emblée d'impliquer les étudiants dans le processus de création depuis le planning jusqu'à l'exécution. Cependant, la durée de vie d'un bâtiment étant bien supérieure à la durée moyenne des études, les générations passent et s'en vont, et le bâtiment peut vite perdre cette spécificité. Afin d'éviter ce scénario, il semble qu'un élément du bâtiment ayant besoin d'un entretien continu permettra de faire perdurer l'implication des étudiants. Dans la lignée du festival de Djenné au Mali, où toute la ville vient refaire les enduits terre de la mosquée, les participants ont proposé un mur végétal. Ceci a plusieurs avantages : il est détaché du bâtiment et permet en ce sens une utilisation continue du bâtiment pendant son entretien. Il peut avoir une fonction thermique pour le bâtiment en procurant de l'ombre en été du fait des feuillages et en maximisant les apports solaires en hiver en absence de feuilles. Il peut également impliquer des étudiants en dehors du génie civil ou de l'architecture comme la biologie, les sciences de l'environnement, l'agriculture... Tous ces étudiants peuvent, en effet, utiliser cette façade végétale pour développer leur projet. Enfin, la période des récoltes des fruits et légumes

ayant poussés sur ce mur peut être un évènement fédérateur pour la communauté étudiante.

Un autre groupe a choisi un acteur bien différent dans ce projet.

« En tant que membre de la direction de l'ETH, nous cherchons à promouvoir la recherche faite au sein de notre école de façon attractive et inspirante, mais souvent lorsqu'il s'agit de construction durable, ces éléments sont invisibles ou visuellement peu remarquables. »

L'ETH est en effet à la pointe dans les domaines de la robotique, de l'informatique et des matériaux high-tech. Alors comment promouvoir un simple mur en terre ? Comment rendre l'invisible visible ? Les participants ont proposé d'utiliser les possibilités offertes par les développements de la réalité augmentée pour faire découvrir toute la magie et la complexité cachées dans un mur en terre (Fig.3). Comment cela tient-il ? Quelles forces sont en jeu ? Ce groupe a développé une application qui permet de scanner un élément du bâtiment avec son smartphone afin d'accéder à la réalité augmentée. L'étendue des possibilités offertes par cette réalité augmentée et l'identification de ce qu'elle peut apporter pour développer un matériau ancré restent largement inexplorées. Peut-on représenter l'énergie grise des bâtiments que l'on voit ? Ou la nature des isolants derrière l'enduit de façade ? Cet outil permet ainsi de plonger virtuellement dans la matière et d'en explorer ses plus intimes secrets tout en étant physiquement dans un bâtiment ayant, en apparence, une fonction et une utilisation tout à fait classiques.

3. PERSPECTIVES PÉDAGOGIQUES

Après ces premières années d'expérience, nous cherchons maintenant à introduire cette démarche dans le programme universitaire de l'ETH. À partir des projets des

étudiants, très variés, nous sommes convaincus que cet enseignement permet d'associer, au cours des premières phases du développement d'un matériau, les relations entre les hommes et la matière.

Pour qu'un nouveau matériau fasse sens, il ne suffit pas seulement de répondre à un cahier des charges technique. Nous devons équiper les futurs ingénieurs et constructeurs afin qu'ils puissent développer une sensibilité envers les matériaux, mais aussi envers les multiples parties prenantes du bâtiment. Dans ce sens *Grounded Materials* peut être une contribution précieuse à un enseignement plus heuristique des matériaux.

BIBLIOGRAPHIE

Bisiaux M., Fontaine L., Anger R., Houben H. (2015). *Enseigner la matière pour construire durable - Le projet pédagogique Atelier Matières à Construire*, Actes du VIII^e colloque QPES

Paillé, P. (2010). *Une «enquête de théorisation ancrée» : les racines et les innovations de l'approche méthodologique de Glaser et Strauss*. In : Glaser, B. G. et Strauss, A. L. *La découverte de la théorie ancrée*, Armand Colin, Paris, p. 23-77

Pohl, C., & Hirsch Hadorn, G. (2007). *Principles for Designing Transdisciplinary Research*, The Swiss Academies of Arts and Sciences, München.

Stauffacher, M., Flüeler, T., Kruetli, P., & Scholz, R. W. (2008). *Analytic and dynamic approach to collaboration: A transdisciplinary case study on sustainable landscape development in a Swiss prealpine region*. *Systemic, Practice and Action Research*, 21(6), p. 409-422.



Fig. 3

THE CHALLENGES OF HIGHER EDUCATION ON EARTH BUILDING WE FACE TODAY

WOLFF Britta, Dipl.-Ing., Wismar University of Applied Sciences, Technology, Business and Design, Wismar, Germany
JÖRCHEL Stephan, Dipl.-Ing., Ing. Büro S. Jörchel, Dachverband Lehm e.V., Weimar, Germany

SUMMARY

Earth building needs expertise: expertise in building practices, product development, marketing and last but not least in planning!

This contribution discusses experiences and possible strategies by the authors within their teaching practice, the Dachverband Lehm e.V. and other organisations – for introducing earth as a building material into higher education. The focus here is on initiatives within the German educational system but the principles are transferable to other countries and systems.

Nowadays, earth can be worked in numerous different ways and used for a wide range of different applications. The introduction of new DIN norms for factory-produced earth building products in Germany lends further impetus to the need to incorporate earth in the education of architects and civil engineers.

The article focuses on the challenges in the of earth building sector in higher education and is illustrated by examples.

The elective modules offered at several universities are already a step in the right direction. To be more consistent, however, earth building needs to be incorporated into the curricula of universities. The study regulations of most universities already outline learning targets and outcomes for improving awareness of sustainable and holistic approaches to construction and design.

Due to the draft-oriented curricula of many higher educational programs at universities the architecture students get more and more specialised in digital design programs while the understanding of the material is still missing. To close this gap, it is necessary to develop laboratory conditions as near as possible to the setting of a building site with the option for trial and error activities and constant reflection.

Our method is the combination of teaching theory and practice, going along with the training of so called soft skills, which are vitally important for students' future professional success.

INTRODUCTION

Today, young architects, construction engineers and interior designers face increasing need for a global perspective on and appreciation of building cultures. Good design and planning skills are just one aspect; organisational talent and the ability to work in an international team and in the context of foreign cultures with foreign clients are another. Designers need to know about materials, their properties and working structure in order to assess their appropriateness, but they also need to be able to find a common language when working with and liaising between clients and contractors, experts and laypeople.

In addition to communicating professional skills and knowledge, higher education should also address professional development.

Earth as a very error-tolerant and cheap material offers an ideal frame for students to anticipate different possible functions of their later job without causing damage.

Furthermore, earth became in Germany an established building material, secured by the *Lehmbauregeln* and since 2013 officially approved by German norms (DIN)¹, which rank selected factory-produced earth building products at the same level as for example cement based materials.

1. OBJECTIVES

When talking about earth building in higher education, we have to reference the German distinction between the *Universität* (University) and the (*Fach*)-*Hochschule* (University of Applied Sciences).

Our personal experience is based more or less on the teaching at (*Fach*) *Hochschulen*, which have a stronger practical orientation and focus more on professional fields than traditional universities, which are more academic and research oriented. This practical focus should be reflected in the teaching curricula. Unfortunately, in many cases, it does not correspond with reality.

Teaching staff of different institutes have realised that

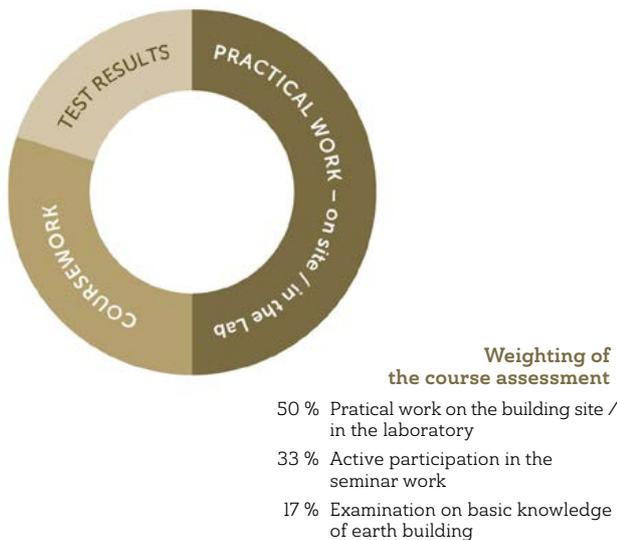


Fig.1: Relative proportional weighting of the assessment criteria for the seminar

master students in architecture and civil engineering are often unable to recognise building defects or properly understand the sequence of construction tasks or their respective purpose and importance. Most of the students have never had to talk to craftsmen and are ergonomically challenged to use a ladder safely.

If we consider this in a broader social context, the problems described point to a general lack of experience, of empathy towards the work of others and the aspects of life and work that they cover, and ultimately to an inadequately developed appreciation of values in society.

With Confucius' famous saying in mind – "Tell me, and I will forget. Show me, and I may remember. Involve me, and I will understand", efforts have been made to introduce practical modules into the education of architects and engineers at our institutes, and to establish a suitable organisational framework within which this can take place. These started with optional electives that will eventually become mandatory part of studies.

Our motivation here is not to do something new, but to introduce what Pestalozzi and Montessori² for example have elaborated in detail in another context, with all its diverse aspects and implications, and to transfer this holistic approach to our context of academic teaching.

One might argue that it is not the role of universities or colleges to act as a corrective for social deficits that are the responsibility of the family or community. And while it is undoubtedly not the role of universities or colleges alone, it is the authors' opinion, that universities, and especially universities of applied sciences (or polytechnics) with their stronger practical orientation, should communicate the practical relevance of the material that they teach.

Fig.2: Working on a German building site: fitting wattles into the timber structure

Fig.3: Working together with and learning from locals: Weaving a reed mat for the renewal of a ceiling in the Tamnougalt Casbah in Morocco

If, given the increasing academisation of society, we wish to reverse the trend towards a two-tier society, it is important that to start implementing changes in both teaching and learning. If this is not possible in every situation then at the very least in studies with a strong practical orientation!

2. METHOD

The teaching concept we present here for higher education involves a reversible, error-tolerant, recyclable material – earth – and displays a holistic approach to studies that includes an obligatory period of practical building site experience, where possible, abroad.

The regular seminars offered at German Hochschulen involve a period of practical work on a building site in Germany (see Fig.2) which is assessed as part of the seminar grade (Fig.1). They act as a method for preparation and testing of the interested students.

In the past few years, we have been able to join and initiate official cooperative projects in Nepal, Tanzania (Fig.4 and 5), Morocco³ (Fig.3) and Ghana⁴ and the first student workshops have taken place on location. They are based on jointly developed building or renovation concepts elaborated over the course of the seminar and involve working together and exchanging knowledge with experts and students in the respective country.

The intention is not only to anchor suitable didactic methods in the curriculum and to communicate practical teaching and learning and the corresponding competencies, but





Fig.4&5: International participants of the Singida Earth House Workshop in Tanzania 2016, checking variations of masonry layers before final erection of walls (above) and checking draft and built walls

also to apply and strengthen these through international exchanges abroad. The theoretical construction or renovation projects developed in the seminar should be realised in practice, not just on building sites in Germany but also in locations where earth, as an ideal and forgiving building material for trial and error, is available cheaply and locally, such as in Africa.

Together with partners and partner institutions⁵, an exchange between German students and those from all over the world aims to strengthen their respective theoretical and practical competencies and at the same time promote the learning of soft skills.

3. RESULTS AND CONSEQUENCES

The required effort to establish an atmosphere on site to improve practical and soft skills is usually underestimated. Soft skills refer to the social competencies of students and the schooling of behaviour and interaction. According to Hüttmann, most students fail to realise their full potential (in studies and in later life) not as a result of the limits of their intellect but as a product of ineffective interactions and communications, i.e. a lack of soft skills⁶.

In order to bridge the gap between theoretical knowledge and missing soft skills, our teaching concept aims to strengthen the following key competences: communication

and management skills, capacity to work in a team but also independently, tolerance and conflict management, sense of responsibility and capacity for (self-)reflection.

This will require teaching staff and personnel to acquire new, or at least other skills in order to assist students in their personal and personality development as reflected by the founding of institutions such as the ZHE⁷. This centre for tertiary didactics and adult education aims to help university staff master the changing nature and challenges of their job as it shifts from that of a traditional lecturer to that of a supportive advisor.

Working on projects, which students have initiated by themselves or contributed to, is a good opportunity to develop and strengthen both personal and social competencies. Here, the focus is less on the final product than the process that leads to it and the possibilities this offers to practice working methods, organisational and interpersonal skills⁸. As such, practical training modules should be chosen in which the quality of the end result is not of paramount importance or in which a certain stage of the building construction needs to be attained. On-site practice should ideally allow for learning by trial and error, with the possibility to repeat certain construction steps without impacting adversely on the project budget or schedule. Here again, earth is an incomparable adequate material!

Students should be prepared for professional work on the building site through guided but ideally independent learning in the setting of a real building site. In this way, they acquire systematic and internalized knowledge, including reflection and failure analysis, and understand the rules of construction. Regular meetings with the trainees should take place as part of this process.

A further part of this teaching and learning concept is to allow students to experience projects from different perspectives through a kind of role play in which students switch roles to allow each student to understand the different hierarchies and levels of responsibility and authority. For example, one of the students may assume the role of the foreman, who is answerable to the construction manager, also recruited from the pool of students. He or she, as representative of the planning office on site, gives a daily report on the organisation of the building site and project progress (Fig.6).

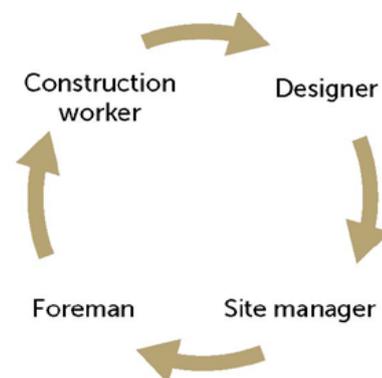


Fig.6: Students switch roles to experience changing responsibilities and obligations

A joint round of reflection, at certain points and at the end of the project, presents an opportunity to take stock of what has been learned over the duration of the on-site practice at different levels, for example about the project itself, about the construction process and skills as well as at a social level. This reflection should contain self-assessment as well as evaluation by the team members. The function of the teacher shifts from that of a lecturer to that of an advisor accompanying the students. Johner describes this paradigm shift as a switch from the “push-principle” of the lecturer to the “pull-principle” of the student.⁹

The shift from a passive, obligation fulfilling student to an active, questioning student inevitably kindles a general thirst for knowledge that has been increasingly missing in recent years.

The students are asked to elaborate a catalogue of criteria by which those undertaking the construction work can assess the quality of the design, and the designers can assess the quality of the construction work. This makes it possible to better understand the legibility of design proposals with regard to their practical relevance and realisation. As such, students are better prepared for later professional practice.

CONCLUSION

Through the above described approach, we hope to assess how successful and how sensible it is to develop realistic hands-on training opportunities for higher education projects such as the presented ones.

The combination of the implementation practice at earth building sites and the chance to train soft skills within the curricula seems to be an innovative pioneering and sustainable effort for the mandatory anchorage of earthbuilding in higher education.

Therefore, the challenge of earth building in higher education today is: improvement of practical experiences in order to establish learning conditions as close as possible to the setting of a building site with the integration of trial and error activities as well as constant reflection, without the risk and demand of a real building project to improve practical and soft skills of the students in interaction with skilled workers.

Moving ahead further steps need to be taken to manage associated challenges – especially for cooperative building projects. These include:

- establishing exchange programs and partnerships that create real benefits for all sides;
- ensuring the sustainability of benefits for the partners abroad;
- improving the interactions between local craftsmen and skilled workers to ensure fewer conflicts and responding better to misunderstandings;
- addressing the intercultural exchange and acceptance;
- integrating the project in a long-term development strategy and process in the local or regional context.

¹ DIN 18945:2013-08 - Earth blocks, DIN 18946:2013-08 - Earth masonry mortar, DIN 18947:2013-08 - Earth plasters

² The underlying principle of Pestalozzi's educational approach is to provide a sufficient foundation of elementary knowledge to enable people to help themselves. This is similar to “Help me to help myself”, the credo of the Montessori approach that would follow later.

³ www.kasbah-des-caids.com

⁴ www.lake-agege-farm.info

⁵ CERKAS (Centre of Conservation and Rehabilitation of Architectural Heritage of Atlas and Subatlasic Zones), Ouarzazate, Morocco; BRRI (Building and Road Research Institute), Kumasi, Ghana; NKA Foundation, Ghana

⁶ Hüttmann, A. (2016). *Erfolgreich studieren mit soft skills*, Wiesbaden

⁷ Zentrum für Hochschuldidaktik und Erwachsenenbildung, Pädagogische Hochschule Zürich

⁸ Johner, R. (2011). *Begleitung von Projekten im Hochschulstudium*, in: *Zwischen Beraten und Dozieren*, Bern

⁹ Johner, R. (2011). *Begleitung von Projekten im Hochschulstudium*, in: *Zwischen Beraten und Dozieren*, Bern, p. 125

LA FORMATION DE CHEF DE CHANTIER POUR CONSOLIDER LE CYCLE DE CONSTRUCTION

GANDUGLIA Mauricio, Caritas Angola

RÉSUMÉ

Cet article présente la structure du programme de formation de 2^e cycle pour les élèves des lycées techniques en fin de parcours de formation ; d'une part, d'un point de vue quantitatif et en termes de nombre d'heures d'enseignement et, d'autre part, d'un point de vue qualitatif, par rapport au contenu de leur formation, en vue de leur futur emploi en tant qu'acteurs clés potentiels du développement de l'architecture en terre et d'autres matériaux locaux.

Caritas Angola (CA) développe des programmes de services sociaux dans différents diocèses d'Angola, notamment le Programme d'Agriculture Durable, qui a été complété en 2014 par le Programme d'Architecture Durable visant à améliorer l'habitat rural.

Suite à l'introduction de nouveaux critères d'évaluation du travail, la production familiale a été améliorée, ce qui a contribué à une certaine stabilité sociale. Cela a donné lieu à une grande réflexion au sein des familles sur la construction ou l'amélioration de l'habitat.

Le programme concentre son action sur les communautés rurales, en s'appuyant sur la formation professionnelle. Afin de pérenniser le programme, l'objectif est de consolider les savoir-faire des acteurs du cycle de la construction, et plus particulièrement pour les chefs de chantier (niveau lycée technique), les architectes et les ingénieurs (niveau supérieur), pour lesquels des activités de formation simultanées et parfois convergentes sont proposées.

Dans un contexte éducatif qui présente de sérieuses difficultés structurelles à tous les niveaux, une formation intégrale a été proposée qui développe à la fois la méthode et le contenu tout en fournissant les informations nécessaires pour améliorer la qualité de vie. La découverte et l'heuristique de l'expérimentation, en tant qu'outils pédagogiques, positionnent l'élève comme acteur principal.

En fonction de leurs connaissances et de leur intuition, l'expérience éducative est consolidée en trois phases :

- présentation de l'architecture de terre et du programme de stage (dans l'établissement d'enseignement) ;

- formation théorique et pratique (au siège de Caritas Angola) ;
- participation à d'autres activités (dans les communautés).

INTRODUCTION

Depuis la signature du protocole d'accord de paix en Angola (2002-2018), malgré le fait que toute une nouvelle génération soit née, les changements structurels initiés n'ont pas encore été pleinement intégrés. Ainsi, dans la plupart des domaines (santé, économie, éducation, etc.) les efforts consentis ont été plus quantitatifs que qualitatifs. De plus, la crise économique avec la prévalence des pratiques informelles, ainsi que la crise sociale et le manque de respect de la loi, n'ont pas conduit au développement de pratiques durables.

Pour inverser cette tendance au niveau de la construction en terre et en matériaux locaux en général, une méthode de formation a été proposée qui répond à tous les critères pédagogiques et techniques tout en tenant compte des aspects de contextualisation :

- le projet situé : les aspects positifs de l'expérience de formation prouvent la pertinence des méthodes et des activités définies pour consolider le Programme d'Architecture Durable qui pourrait être adapté à d'autres domaines ;
- la situation nationale : le nouveau gouvernement a l'intention d'introduire des stratégies pour des concepts tels que l'auto-construction dirigée, le logement rural et l'utilisation de matériaux locaux afin de remédier au déficit de bâtiments scolaires (Gonçalves 2017) ;
- la perspective régionale : l'existence de lois et de réglementations au niveau de la SADC (Afrique australe), ainsi que les expériences menées simultanément en Angola (Caritas Angola) et en République Démocratique du Congo (Caritas Lubumbashi), et ce malgré les différences linguistiques, permettent de consolider des travaux communs et collaborations.

2. CONTEXTE SOCIO-ÉDUCATIF

Le système éducatif angolais est confronté à un grand défi pour dynamiser le secteur de la construction. Pendant la guerre civile, 90 % des infrastructures (écoles, centres de santé, etc.) ont été détruites. La phase de reconstruction a agi sur les structures matérielles sans prendre en compte l'amélioration de la qualité de l'éducation, des méthodes, des ressources humaines et plus particulièrement du modèle éducatif.

L'analyse de la réalité sociale est un moyen de réfléchir à la pertinence des méthodes et des dynamiques pédagogiques les mieux adaptées à cette réalité, et plus particulièrement adaptées à la mise en oeuvre de stratégies durables. Sur la base des informations provenant principalement du gouvernement national, des ministères et de la fonction publique, une chronologie de l'évolution du système éducatif peut être établie à partir des statistiques suivantes :

Année	Population totale	Matricule du Système Éducatif	
2002 (MIN. PLANEAM, 2009)	13 947 000	1 397 139	10,0 %
2014 (INADEC, 2014)	25 789 024	6 250 000	24,2 %

Tab.1 : Part de la population de l'Angola inscrite dans le système éducatif

Au début de l'année 2002, après la fin de la guerre civile, l'éducation s'est retrouvée avec des indicateurs plutôt médiocres. À peine 10 % de la population étaient inscrits dans le système éducatif (Tab. 1). Selon le CENSO 2014, près d'un quart de la population participe au système éducatif. Bien qu'il y ait une perception d'inclusion considérable, les données confirment que près de la moitié de la population est âgée de moins de vingt-quatre ans.

Il convient de noter que la moitié des enfants n'entrent pas à l'école secondaire parce qu'ils ne disposent pas de carte d'identité nationale. Cela crée de grandes difficultés d'intégration dans le marché du travail formel.

En matière de formation professionnelle et d'activités auprès des communautés, l'absence de scolarisation des jeunes entraîne des déséquilibres et un manque d'opportunités.

En effet, en plus de limiter les possibilités de communication et de compréhension orale et écrite, l'inégalité des chances s'accroît, puisqu'on estime que 50 % de la population rurale ne possèdent pas de documents d'identité.

Selon les informations de l'Institut Industriel de Luanda (IMIL), l'institution associée à CA, il y a 4 500 inscriptions d'élèves chaque année, dont 10 % correspondent à des inscriptions dans des cours de construction civile (10^e à 12^e années, équivalent des classes de Seconde à Terminale). Sur les 146 000 étudiants universitaires, 8 % n'ont pas plus de 20 ans (Min. Ensino Superior 2014). On peut donc en conclure que seulement 8 à 10 % des élèves du secondaire se rendent à l'université et que par conséquent 90 % des élèves (50 000) entrent sur le marché de travail (Tab.2).

Système d'éducation de l'Angola		
Inscriptions	2014	
	Population	Pourcentage
1 ^e -6 ^e année (INADEC, 2014)	4 191 713	87,9 %
7 ^e -9 ^e année (INADEC, 2014)	258 881	5,4 %
10 ^e -12 ^e année (INADEC, 2014)	172 125	3,6 %
Universitaire (MIN. ENSINO SUP)	146 001	3,1 %
Total	4 768 720	100 %

Tab.2 : Répartition de la population dans le système d'éducation d'Angola

« L'Angola compte actuellement 17 universités (7 étatiques et 10 privées), 19 instituts supérieurs (7 publics et 12 privés) et 2 lycées autonomes (...) En 2011, 140 016 étudiants y étaient inscrits » (De Carvalho 2012). Les années suivantes, il y a eu entre 140 000 et 160 000 inscriptions. Sur un total de 38 établissements, seulement 12 proposent un cours sur l'architecture, et le total des inscriptions ne dépasse pas 4 000 étudiants, pour un pourcentage de diplômés annuels de 10 à 15 %. Il convient de noter que les curricula en sciences humaines sont surpeuplés et que les cours qui exigent des calculs (mathématiques) sont les moins fréquentés. D'autre part, il n'y a pas de cours supérieurs en arts ou design. Par conséquent, certains étudiants choisissent l'architecture pour sa composante artistique. Sur l'ensemble des étudiants universitaires, 33 % ont plus de trente-cinq ans (Min. Ensino Superior 2014). D'après des enquêtes (informelles), cela peut signifier qu'une grande partie des élèves cherchent à améliorer leur emploi et leur salaire en poursuivant des études universitaires. Des professeurs universitaires signalent que le niveau des étudiants n'est pas assez élevé pour garantir la qualité de la formation.

3. CARITAS ANGOLA ET LE PROGRAMME D'ARCHITECTURE DURABLE

Le programme Architecture durable : améliorer le logement rural (2014-2017) développé par Caritas Angola auprès des communautés rurales travaillant depuis plusieurs années dans le cadre du Programme d'Agriculture Durable présente le diagnostic suivant :

- les communautés rurales ont déjà une dynamique de travail communautaire ;
- elles ont résolu leurs besoins alimentaires de base ;
- elles sont conscientes de la nécessité d'améliorer le logement, ce qui s'est traduit par une demande prioritaire à satisfaire.

Ainsi, le projet de logement rural est mis en oeuvre dans les communautés rurales de 3 provinces d'Angola : Malanje, Kuando Kubango et Huila. Il développe des activités de formation à 3 niveaux ; formation professionnelle, lycée technique et niveau universitaire, pour permettre de définir, organiser et consolider le cycle des acteurs de la construction. Le programme propose de (Fig.1) :

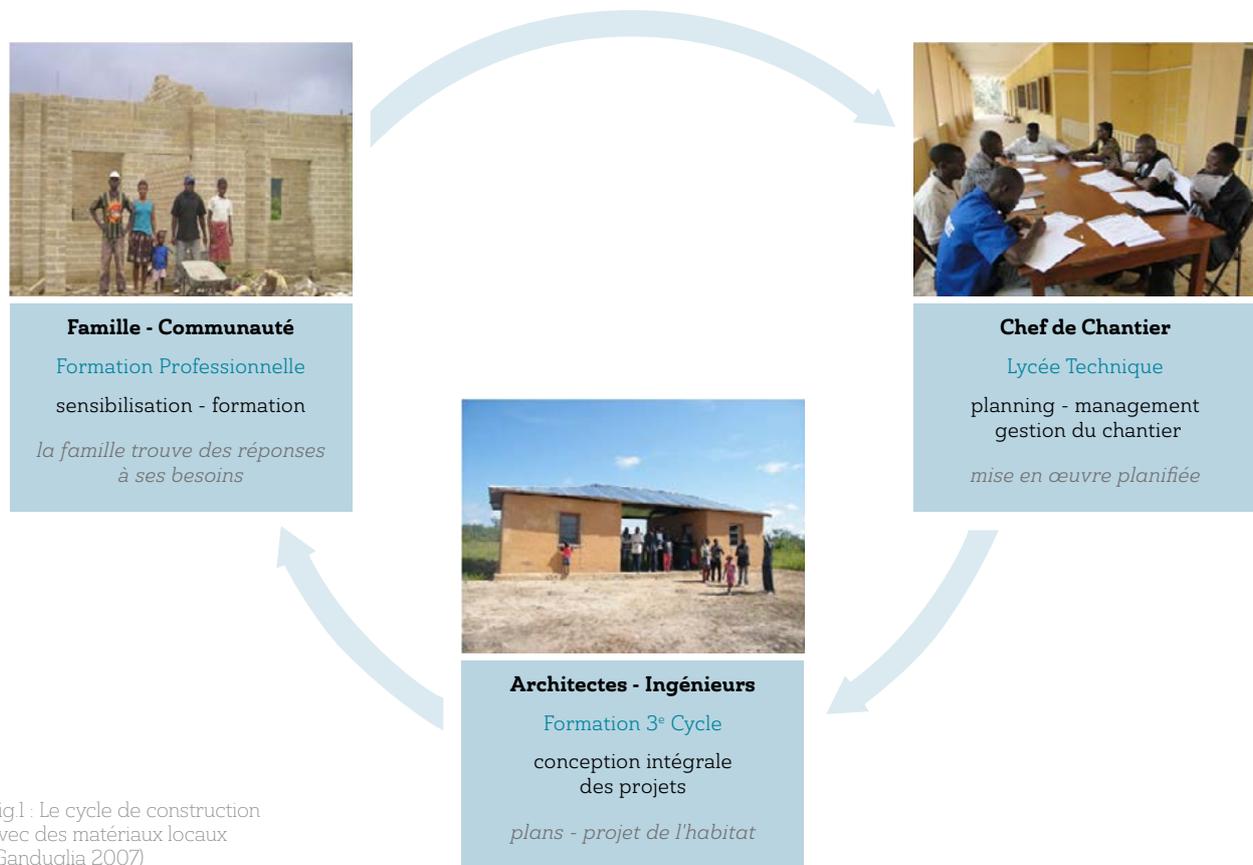


Fig.1 : Le cycle de construction avec des matériaux locaux (Ganduglia 2007)

- résoudre la construction dans les communautés de manière pratique ;
- former des chefs de chantier pour soutenir ces activités ;
- sensibiliser les futurs architectes et ingénieurs pour dynamiser le marché.

Dans le Programme d'Architecture Durable, bien que la dynamique communautaire se soit avérée efficace sensibilisation pour sensibiliser à une approche holistique et intégrale (santé - modus vivendi - maison), les trois communautés des premières provinces concernées ont mis en évidence différents problèmes qui n'ont pas permis une mise en œuvre complète du programme.

4. LE PROGRAMME DE STAGES

En octobre 2014, Caritas Angola a signé un protocole d'accord avec l'Institut Industriel de Luanda (IMIL) afin de former des étudiants en construction civile dans le cadre du programme de stages. Parmi les 450 étudiants en fin de parcours de formation (12^e année / classe de terminale), dont le programme comprend des spécialités telles que la mécanique, l'électronique et la chimie, 160 étudiants sont issus du secteur de la construction civile (chefs de chantier ou dessinateurs de projet).

La première expérience de stage a été développée avec 5 étudiants en fin de formation (chef de chantier), avant la fin du cycle scolaire, avec des sessions de formation réparties sur deux mois et un séjour d'assistance technique

auprès des communautés. Par la suite, les difficultés opérationnelles rencontrées sur le terrain ont stimulé une méthodologie de formation qui a renforcé les capacités des futurs chefs de chantier.

Les travaux permettant la participation des stagiaires n'ayant pas été achevés dans les délais impartis, il s'est avéré nécessaire d'organiser une formation théorique et pratique pour consolider ces contenus. Le plan de formation et de stage s'articule sur quatre activités.

4.1 PRÉSENTATION DU PROGRAMME D'ARCHITECTURE DURABLE

La présentation du cours de construction civile destiné aux étudiants en fin de formation, sur ses deux composantes, soit chef de chantier et dessinateur de projet, se déroule dans l'auditorium de l'école.

L'activité commence avec la présentation des autorités scolaires (directeur, directeur pédagogique, directeur de Caritas), suivie de l'introduction du coordinateur de construction civile (temps estimé : 20 minutes).

Cette activité se déroule sur trois étapes :

4.1.1. PRÉSENTATION ARCHITECTURE DE TERRE

Connaître l'architecture de terre et les matériaux locaux, présentation des travaux et des activités au niveau global et local (temps estimé : 60 minutes).

Présentation de projets réalisés en Angola et dans d'autres régions du monde qui peuvent montrer la richesse et la diversité de l'utilisation des terres tout en considérant

l'architecture vernaculaire et contemporaine :

- les travaux sont présentés en lien avec les contenus théoriques qui font partie du programme de formation (éléments et systèmes constructifs) ; les étudiants se retrouvent ainsi dans un environnement qu'ils connaissent et où ils sont encouragés à s'interroger et à se renseigner sur les innovations permettant de construire avec la terre quand se présentera un temps accordé aux questions / réponses ;
- une exposition photographique, ainsi que d'autres éléments qui prouvent que la terre et ses composants font partie de la vie quotidienne : adobes, crèmes de soins, moules en argile, peintures sur tissus, etc.

4.1.2. EXERCICES CONTRE-INTUITIFS ET SENSORIELS

Effectuer les exercices contre-intuitifs et sensoriels pour approcher la matière terre (temps estimé : 60 minutes).

Pour une organisation efficace, les exercices sont réalisés en groupes de classe ; chaque groupe désigne un responsable de la communication (un représentant ou un délégué), ce qui facilite le travail et permet à chacun de réaliser les exercices :

- les groupes sont guidés par des stagiaires des années précédentes ;
- les exercices constituent une première approche du matériau qui fait partie de notre quotidien : la texture, l'odeur, le goût, le bruit et l'observation des différents états selon la teneur en eau ; il s'agit de montrer que la terre ne répond pas de la même manière que les matériaux de construction industriels ;
- les exercices sont conçus comme une introduction à l'expérience des Grands Ateliers et en application des principes développés par le programme Grains de Bâisseurs, en valorisant en particulier les idées permettant d'explorer la matière, les grains et les changements d'état de la matière (CRATERRE-ENSAG 2006) ;
- l'objectif de ces exercices est de stimuler les sens et de susciter des conclusions sur la perception et l'analyse des données de base, ce qui répond aussi à une demande antérieure de formation et d'information sur le stage (Fig.2).

4.1.3. CONCLUSIONS

Conclusions et invitation à participer au programme Architecture Durable et au programme de stage (durée estimée : 40 minutes) :

- les responsables de communication des différentes

classes présentent leurs résultats et conclusions ; cela génère des échanges entre les groupes, notamment quand les perceptions sur les types de terres présentent des différences (Fig.3) ;

- la présentation du programme de stage commence par la projection de photographies sur les différentes phases du processus, puis, les anciens stagiaires participant à l'activité témoignent de leur expérience ;
- la volonté de participer au programme de stage augmente chaque année. En 2014, sur un total de 160 étudiants, 11 élèves étaient inscrits et 5 d'entre eux avaient participé au stage ; en 2015-2016, il y avait 48 élèves inscrits (30 %) et 18 d'entre eux ont été sélectionnés pour participer au stage ; en 2018, il y a environ 100 inscrits (65 %) ; pour l'année 2017, suite à une modification du programme d'études, il n'y a pas eu d'étudiants pré-finalistes.

4.2. FORMATION THÉORIQUE ET PRATIQUE

La sélection des candidats dépend :

- des évaluations finales de la première année (équivalent à la 11^e année en Angola). Un calcul arithmétique est effectué pour mettre en évidence les élèves qui ont une évaluation positive dans les disciplines de base, à savoir en langue portugaise et en mathématiques, par rapport à ceux qui doivent encore perfectionner leurs connaissances.
- des motivations décrites dans le formulaire d'inscription des candidats.

Une fois le groupe de stagiaires défini, une réunion est organisée avec les directeurs et les parents d'élèves. L'objectif est d'expliquer le programme de formation et de stage avec ses particularités liées à l'expérimentation, surtout en ce qui concerne les activités de terrain et les conditions stipulées dans le « Règlement de stage : méthodologie, dispositions et critères de travail et évaluation ».

La formation théorique-pratique (Fig.4) se répartit de la manière suivante :

4.2.1. TROIS ATELIERS THÉORICO-PRATIQUES

- A1 : visite des projets réalisés en BTC autour de Luanda et analyse de documents afin de comprendre les différents aspects qui entourent la construction avec des terres qui sont en lien avec les contenus théoriques des cours



Fig.2 : Présentation du programme de stage



Fig.3 : Témoignages de stages

respectifs ;

- A2 : identification des sols et de leurs composants ;
- A3 : états hydriques de la terre et tests d'identification des terres.

Organisés par groupes de 3 étudiants, ces ateliers suivent les directives des fiches du manuel de production (CRATERRE-EAG - MISEREOR 2006) et répondent aux guides de questions définies dans chaque activité.

4.2.2. ACTIVITÉ PRATIQUE

Une activité pratique pour laquelle les étudiants sont regroupés en fonction de leur orientation de formation :

- les chefs de chantier pratiquent la production de briques d'adobe en expérimentant différents types de terres pour confirmer ce qu'ils ont montré dans les essais respectifs ;
- les dessinateurs de projets réalisent des maquettes à l'échelle 1:20 avec des mini-adobes. Ils commencent par expérimenter la stabilité qui dépend des diverses formes de murs (T, L, U), pour ensuite réaliser le modèle de logement sur la base du projet de logement communautaire.

Pour conclure, en exploitant les dynamiques actives, les groupes échangent leurs expériences et leurs observations sur leur domaine de travail : projet et production.

En résumé, la charge horaire de la formation (Tab.3) :

Module Théorique-Pratique		
Visite de projets réalisés	4	heures
Formation théorique-pratique	20	heures
Formation pratique	4	heures
Conclusions	4	heures
Total	32	heures
	4	jours

Tab.3 : Charge horaire de la formation

4.3. IMMERSION PROFESSIONNELLE

En principe, le stage est complété par un séjour dans les communautés rurales. Cette disposition offre une expérience complète car, en plus de la pratique constructive, le fait de voyager à travers le pays surprend à chaque instant et la modalité de l'expérience enseigne sur de nouvelles façons de vivre ensemble. Dans chaque communauté, le programme prévoit plusieurs sessions de 4 jours qui sont réservées à la construction de chaque élément constructif, à savoir : les fondations, les murs, la toiture et les finitions. Chaque étudiant participe à l'une des phases de l'exécution de ces travaux et, ultérieurement, un échange entre étudiants permet de comprendre le projet dans son intégralité.

La crise économique nationale et d'autres problèmes administratifs locaux ont entraîné plusieurs modifications dans le programme de formation et de construction dans les communautés. Le nouveau format prévoyait un voyage

Fig 4 : Formation théorique et pratique



de 10 jours qui n'était pas compatible avec le programme scolaire. Cette incompatibilité a rendu difficile la poursuite de la formation et la participation des étudiants.

Il a donc été décidé de réaliser un module d'expérimentation pratique au siège de Caritas Angola. Dans cette expérience, il n'y a pas de différence entre les orientations données à la formation des chefs d'équipe et des dessinateurs de projet pour la réalisation des activités suivantes :

- production d'environ 500 adobes (Fig.5) ;
- production de 600 blocs de terre comprimée (BTC) ;
- construction de 2 murs en forme de L (Fig.6).

En résumé, la charge horaire de la formation est la suivante (Tab.4) :

Module Pratique		
Production des Adobes	20	heures
Production des BTC	20	heures
Pratique constructive : Fondations	16	heures
Pratique constructive : Murs	48	heures
Pratique constructive : Toiture	16	heures
Total	120	heures
	15	jours

Tab.4 : Charge horaire de la formation à Caritas Angola

4.4. ÉVALUATION

Durant chaque activité, les étudiants doivent compléter des fiches résumant la journée afin d'avoir l'information nécessaire et pouvoir ensuite produire un rapport final. Pour le rédiger, ils doivent suivre les directives données par un manuel prévu à cet effet. Les élèves décrivent les différentes étapes de l'expérience. Ces nouvelles connaissances peuvent être appliquées dans le projet final.

Le programme de stage participe activement à la phase finale d'évaluation de l'étudiant. L'évaluation (la note) du stage constitue 50 % de l'évaluation finale qui valide la formation du lycée technique.

CONCLUSIONS

D'après les statistiques présentées, il est possible de conclure qu'un nombre considérable de ressources humaines sont perdues surtout lorsque l'on prend en compte le fait qu'en 2010, les chefs de chantier et les dessinateurs de projet n'ont pas eu accès au marché du travail formel parce que leurs compétences n'étaient plus reconnues par les gouvernements provinciaux.

Sur un groupe de 18 étudiants, la formation théorique-pratique dure 4 jours (soit 32 heures), et la formation pratique 15 jours (25 heures). Le sujet est basé sur les trois éléments constructifs principaux : fondation, mur et toiture. Les techniciens disposent de la théorie pour garantir la bonne logique du travail, et grâce à l'expérience acquise ils seront en mesure d'augmenter la qualité des détails.

Le format du programme de formation est défini avec la direction de l'IMIL (Lycée Technique). Tous les jours prévus au programme sont nécessaires pour atteindre l'objectif d'une formation complète. En intégrant la totalité de ces jours, il est possible de planifier et de prendre en compte les différents moments de la journée, comme les pauses déjeuner. Cela permet de créer une ambiance de travail plus harmonieuse. Outre le contenu technique, les stagiaires apprennent l'importance de l'alimentation, de la valeur nutritionnelle des aliments, de la planification et de l'organisation d'une journée de travail, etc. Si l'objectif est d'obtenir de bons résultats, il est également nécessaire d'améliorer la qualité de vie : améliorer le *modus vivendi*.

À partir de 2019, la réforme de l'enseignement impose une 13^e année (ce qui correspond dans le système scolaire français à une année supplémentaire comprise entre la classe de Terminale et la 1^{re} année dans une université). Cette 13^e année correspond plus spécifiquement à une année de stage qui permettra d'obtenir la certification de la formation technique. Ainsi, l'expérience réalisée durant les stages constitue une référence pour l'IMIL.

En conséquence, le format qui a été réalisé pendant une année scolaire est tout à fait adaptable aux trois années de formation du lycée :

- 11^e année (équivalent à une classe de seconde) : présentation du programme (vers la fin de l'année) ;
- 12^e année (équivalent à une classe de terminale) : sélection des étudiants inscrits et formation théorique et pratique ;
- 13^e année : expérience pratique, présentation de fiches et rapport final.

Ce modèle de formation et de pratiques professionnelles a vocation à être étendu à d'autres établissements d'enseignement. L'objectif étant que les techniciens de la construction civile puissent retrouver leur statut et apporter une nouvelle dynamique à la qualité de la construction civile. Cela implique de prendre en considération le fait qu'il est possible d'améliorer l'intégration sur le marché du travail, puisque 65 % du budget du Programme national pour le logement est consacré à la construction de logements par l'autoconstruction dirigée en utilisant des matériaux locaux.

L'esprit associatif et la relation avec les zones rurales sont les domaines de travail destinés à renforcer la qualité de l'éducation. D'autres expériences ont été développées



Fig 5 : Production d'adobes

Fig 6 : Construction de murs

dans des pays voisins, tels que le programme du Bureau Diocésain de Projet, le Service ECOR de Caritas Lubumbashi en RDC. Des échanges régionaux pourraient dynamiser et consolider les formations dans la région.

« L'éducation est l'arme la plus puissante que vous pouvez utiliser pour changer le monde. » Nelson Mandela

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

De Carvalho. Paulo, (2012) *"Evolução e crescimento do ensino superior in Angola"* - Jornal angolano de sociologia, p. 3-5

INADEC - Instituto nacional de estatística e censo (2014) *Recenseamento da população 2014*, p. 120-123

Ministério do Ensino Superior (2014), *Anuário estadístico*, p. 184

Gonçalves Lourenço, João, (2017) *"Discurso sobre o Estado da Nação – 6^a Legislatura"*, p. 10.

CRATERRE-ENSAG, (2006), *"Festival Grains d'Isère"*

CRATERRE-EAG, MISEREOR (2006) *"Ensino da Construção, Volume I: Produção"*, p. 4.3.1, 4.3.

ACVET CONSTRUIRE EN TERRE, UN RÉFÉRENTIEL DE COMPÉTENCES ET DE CERTIFICATION POUR L'AFRIQUE

DOULINE Alexandre, consultant pour l'organisation Misereor, en tant que membre du laboratoire de recherche CRAterre-ENSAG, Unité de recherche AE&CC

RÉSUMÉ

MISEREOR, organisme de financement allemand de projets de développement, soutient de nombreux centres de formation professionnelle en Afrique, en priorisant la formation informelle, destinée à un jeune public déscolarisé.

Depuis 25 ans, le laboratoire CRAterre collabore avec les partenaires africains de Misereor, engagés dans la formation professionnelle du secteur de la construction.

Au Katanga, province du sud-est du Congo Démocratique, cette collaboration est en phase de générer une dynamique capable d'impacter sur une grande partie du continent. Dans cette région, les constructions sont réalisées en briques cuites. Malheureusement leur production artisanale contribue de façon alarmante à la déforestation. Face à cette situation, le Bureau Diocésain de Développement (BDD) de Lubumbashi, accompagné par le laboratoire CRAterre, active une stratégie de promotion de la construction en terre crue où la formation professionnelle est un axe majeur, porté par les Salésiens de Don Bosco qui forment plus de 100 maçons par an, à travers leurs 3 centres de formation.

Ainsi, le BDD collabore avec le Bureau Pédagogique Salésien du Congo (PBSCO) qui tente de solutionner l'inadéquation entre les programmes de formation professionnelle et les besoins en compétences du secteur du bâtiment. Le PBSCO accompagne 12 centres salésiens pour qu'ils adoptent la nouvelle pédagogie de l'Approche Par Compétence, promue par le gouvernement congolais. Pour les aider dans cette démarche, le laboratoire CRAterre utilise les résultats du projet « ECVET-Constuire en terre » (European Credit for Vocational and Educational Training) qui propose des Référentiels de Compétences et de Validation des Acquis, pour 4 niveaux de responsabilité sur un chantier.

Pour le PBSCO et le BDD, ECVET est un outil remarquable pour devenir, après adaptation complète au contexte du

Katanga, un document ACVET (A pour African), permettant de faciliter :

- la formation des formateurs pour l'enseignement de la construction en terre crue,
- la formation d'examineurs,
- la mobilité des apprenants et des formateurs à travers le Congo et au-delà.

INTRODUCTION : LA CONSTRUCTION EN BRIQUES CUITES, UN MODÈLE DEVENU INADAPTÉ

Au sud-est de la RDC, dans la province du Haut Katanga, les villes connaissent un essor démographique exceptionnel dû à l'intense activité minière. À Lubumbashi, capitale provinciale, il se construit officiellement 2 000 maisons par an, pour un chiffre d'affaires estimé à 150 millions de dollars (enquête réalisée par le BDD en 2014).

La construction de l'habitat est portée essentiellement par les artisans dont une minorité a reçu une formation professionnelle. La grande majorité est formée sur chantier. L'activité est si importante à Lubumbashi que la production des briques cuites emploie 64 000 personnes¹.

Du début du XX^e siècle jusqu'à nos jours, la grande majorité des constructions est réalisée en briques cuites. Pour tous les habitants du Katanga, ce matériau est symbole de durabilité et d'esthétisme. Pour la population, un mur en brique cuite est porteur. Pas besoin de structures verticales en béton armé. Cela fait partie de leur identité culturelle. En témoignent tous les édifices érigés par les missionnaires et l'administration belge puis congolaise².

Mais suite à l'indépendance du pays, les productions industrielles de briques cuites se sont peu à peu éteintes faute du renouvellement des équipements.

Dès 1970, les briquetiers utilisent des petites presses manuelles de type Cinvaram pour produire artisanalement des grosses briques qu'ils cuisent au bois, dans des fours rudimentaires. Les briques de dimensions incompatibles avec les règles élémentaires d'appareillage sont friables

et faibles en résistance. Entre la cuisson, le transport et la construction, le pourcentage de perte est de 35%. Pour compenser la faiblesse des murs, les maçons improvisent des renforcements en béton armé. Les maçonneries sont enduites pour cacher la médiocrité de pose et les protéger des pluies.

En outre, l'artisan qui construit une maison pour un client, ne calcule pas sa rémunération en fonction de ses compétences et de sa responsabilité sur le chantier. Il calcule en fonction de la quantité des matériaux achetés, généralement 30% du coût des matériaux. Cette méthode encourage ni le respect des délais ni la qualité d'exécution, et peut expliquer en partie pourquoi à Lubumbashi, 75% des conflits enregistrés au parquet sont liés au secteur du bâtiment : retards, malfaçons, gaspillages et vols de matériaux.

1. LA STRATÉGIE DE PROMOTION DE LA CONSTRUCTION EN TERRE CRUE AU KATANGA

Depuis 2012, avec l'assistance technique du laboratoire CRAterre, le BDD anime une stratégie de promotion de la construction en terre crue, pour valoriser l'intelligence de la construction traditionnelle en maçonnerie porteuse (brique cuite et adobe) et pour offrir une alternative à l'arrivée massive de la maçonnerie en bloc de ciment, présentée comme la solution écologique face à la production de briques cuites, responsable d'une déforestation alarmante.

À travers la réalisation de plusieurs bâtiments publics (écoles, centre de santé), le BDD a pu former sur chantier plusieurs équipes d'artisans locaux et faire la démonstration des avantages socio-économiques, culturels et environnementaux des constructions réalisées en adobe et en Bloc de Terre Comprimée stabilisé – BTCs. En 2014, les artisans formés créent la Plateforme des Petits Entrepreneurs spécialisés dans la construction en Terre crue, PPETerre.

Le BDD accompagne ces petits entrepreneurs pour les aider à définir la première grille de rémunération en fonction des responsabilités de chacun : le manœuvre, l'aide maçon « celui qui crée la beauté du mur en tirant les joints », l'ouvrier qualifié (maçon ou briquetier), le chef d'équipe (maçonnerie ou briqueterie) et le chef de chantier. D'après leurs vécus, CRAterre réalise une étude de

faisabilité économique qui démontre la pertinence des maçonneries en adobe et en BTCs³ (Tab.1).

Pour le BDD, les avantages ne sont réels que si les artisans respectent la Démarche Qualité tout au long du processus de la conception des plans, de la production des briques et de l'élévation des murs, intégrant soigneusement les éléments constructifs et techniques.

La vulgarisation des constructions en terre crue, dans le respect des règles professionnelles, dépend alors de l'efficacité de la formation professionnelle à trois niveaux de compétences : ouvrier, chef d'équipe, chef de chantier (le petit entrepreneur local), d'où la collaboration du BDD avec les responsables de plusieurs centres de formation professionnelle et collèges techniques de Lubumbashi et de la province, dont ceux tenus par les congrégations religieuses des Salésiens et des Jésuites.

2. LA FORMATION PROFESSIONNELLE SELON L'APPROCHE PAR COMPÉTENCE – APC

2.1. L'ENSEIGNEMENT PROFESSIONNEL DE LA CONSTRUCTION AU KATANGA :

Les Centres de formation professionnelle des Salésiens délivrent des diplômes de niveaux A4 (Ouvrier Qualifié) certifiés par le Ministère des Affaires Sociales. Tandis que le collège technique des Jésuites délivre des diplômes de niveau A2 (technicien), certifiés par le Ministère de l'enseignement primaire, secondaire et professionnel.

Le BPSCO qui gère 12 centres de formation professionnelle dans le pays, fait une analyse amère de la situation dans le pays et au Katanga :

- la Pédagogie par Objectifs, utilisée depuis plus de 50 ans, a fini par supprimer les liens entre les différents savoirs d'un même métier et les articulations entre savoir-faire et situations réelles sur chantier : le maçon utilise des briques dont il ne connaît pas les caractéristiques... L'électricien et le menuisier installent leurs éléments en détruisant partiellement le travail du maçon... Les murs s'élèvent sans que l'échafaudage soit réellement réfléchi... ;
- l'enseignement est trop théorique et la pratique limitée à la pose de la brique ;

Type de murs	Mur porteur sans poteau béton armé				Mur non porteur avec poteaux	
Type de briques	Brique cuite	BTC à 6 % ciment		Adobe	Brique cuite	Bloc Ciment
Dimensions	22 x11 x7	20 x20 x9	29,5 x14 x9	30x20x13	27 x14 x11	40 x15 x20
Prix sur chantier	0,09 \$	0,50 \$	0,50 \$	0,12 \$	0,20 \$	1,20 \$
Epaisseur du mur	22 cm	20 cm	14 cm	20 cm	14 cm	15 cm
Prix du mur / m ²	26 \$	28 \$	19 \$	12 \$	20 \$	27 \$
Chainage B.A.	11 \$ /ml	6 \$ /ml			9 \$ /ml	10 \$ /ml
Prix système /m ²	30 \$ /m ²	30 \$/m ²	21 \$/m ²	14 \$/m ²	26 \$ /m ²	34 \$/m ²
Kg de ciment /m ²	28 kg	25 kg	17 kg	4 kg	27 kg	40 kg

Tab.1

- les contenus théoriques sont fortement orientés « construction en béton armé », alors que le besoin est d'avoir en priorité des maçons capables de réaliser des murs porteurs en briques cuites et en adobe, un matériau très présent dans l'environnement rural ;
- les enseignants s'intéressent davantage à la technologie qu'à la responsabilité des acteurs sur un chantier. Ils ne savent pas expliquer clairement les différences entre un ouvrier d'exécution, un ouvrier qualifié, un chef d'équipe et un chef de chantier ;
- le protocole de validation des acquis est sommaire. Il ne permet pas de vérifier si l'apprenant a le niveau d'autonomie suffisant pour intégrer une fonction sur le chantier ;
- les Salésiens comme les Jésuites forment des techniciens du bâtiment de niveau A2 en électricité et charpente métallique, mais pas de technicien « chef de chantier gros œuvre ».

Le Ministère de l'Enseignement Primaire, Secondaire et Professionnel fait un constat similaire pour le pays entier et pour la majorité des filières professionnelles où les programmes de formation ne répondent plus aux besoins réels du monde du travail.

Pour améliorer la situation, ce Ministère a décidé en 2013 d'abolir la Pédagogie par Objectifs et de proposer l'Approche Par Compétence (APC) qui privilégie la compréhension d'un petit nombre de situations utiles et normales transmettant des acquis d'apprentissage (compétences) propre au « cœur du métier ».

2.2. L'ENSEIGNEMENT DE LA MAÇONNERIE SELON L'APC

Depuis 2016, le BPSCO est chargé de sensibiliser ses formateurs à l'APC pour qu'ils puissent retrouver l'adéquation entre formation et emploi.

Pour le secteur de la construction, les formateurs doivent connaître les besoins en compétence des entreprises locales (le référentiel de compétences) et principalement des micro-entreprises artisanales qui réalisent la majorité des constructions en zones urbaines.

Pour cela, le BPSCO se base sur le programme référentielisé en APC du métier de maçon⁵, élaboré en 2013 par le Ministère de l'Enseignement Primaire, Secondaire et Professionnel, en partenariat avec la Coopération Technique Belge. Le document est influencé par la réalité belge où

le jeune maçon sortant de formation est sensé gérer le personnel, le matériel, les finances et les innovations techniques. Un profil de sortie jugé trop ambitieux par le BPSCO et les formateurs.

3. ECVET UN OUTIL DE RÉFÉRENCE POUR L'APC AU CONGO

Pour introduire l'APC dans l'enseignement professionnel de la construction, le BDD assisté du laboratoire CRATERE, propose en 2016, aux responsables Salésiens et Jésuites de s'inspirer de l'outil « ECVET - Construire en terre ».

Cet outil élaboré par des praticiens, formateurs et chercheurs de 9 pays européens, a permis de définir :

- les Référentiels de Compétences déclinés en savoirs, savoir-faire et savoir-agir en autonomie et responsabilité, nécessaires à la réalisation de murs porteurs en terre crue ;
- le Référentiel de Certification, selon le Cadre Européen pour trois niveaux de responsabilité : ouvrier, chef d'équipe et chef de chantier.

Pour les experts du BPSCO, ce document est inespéré et leur semble facile à adapter au contexte local pour définir :

- les Référentiels de Compétences pour 4 niveaux de responsabilité sur le chantier :
 - Ouvrier d'Exécution (aide-briquetier, aide-maçon)
 - Ouvrier Qualifié (briquetier et maçon)
 - Chef d'équipe de briqueterie et de maçonnerie
 - Chef de chantier (coordinateur de tous les corps d'état d'un chantier de construction) ;
- les Référentiels de Certification permettant de valider les compétences suivant des critères et indicateurs précis et reconnus par les professionnels.

Pour l'instant les formateurs travaillent à partir de 4 Unités ECVET, sur les 9 existantes :

- Unité E : Développer une activité économique ;
- Unité M : Préparer la terre, de l'extraction au mélange ;
- Unité P : Produire des briques de terre crue moulée, comprimée, extrudée ;
- Unité Bm : Bâti des murs porteurs maçonnés en briques de terre crue.

Chef d'équipe maçonnerie

Maçonne et dirige son équipe de 3 maçons et 2 aides-maçons
Communique avec le Chef de Chantier

Ouvrier d'exécution Aide-maçon

Prépare le mortier et approvisionne les maçons
Rejointoie et nettoie les murs



Chef de Chantier

Coordonne les travaux avec les différents chefs d'équipe : maçon, charpentier, électricien...
Actualise les plans
Veille aux stocks
Contrôle la qualité

Ouvrier qualifié maçon

Organise son travail, maçonne et encadre l'aide-maçon

Au départ, les formateurs du niveau « Ouvriers Qualifiés » ont cru que cela allait alourdir leur programme en ajoutant de nouveaux modules de cours spécifiques aux « briques de terre crue ». Il aura fallu plusieurs rencontres pour qu'ils comprennent qu'au final ces 4 Unités ECVET s'appliquent aussi à la construction en brique cuite et permet au contraire d'alléger leur programme par une meilleure organisation de leurs cours, orientés en priorité sur les aspects techniques car les malfaçons dans les secteurs de la production et de la construction sont récurrentes.

L'analyse des critères et indicateurs des 4 Unités ECVET aide les formateurs à déterminer au mieux le profil de sortie de leurs apprenants, c'est-à-dire ce qu'ils doivent savoir bien faire à minima. Ceci facilite la mise en place de programmes de formation basés sur les dénominateurs communs des 3 techniques nécessaires (adobe, brique cuite et BTCs) à l'élévation de murs porteurs beaux et solides. Ainsi ECVET évite de promouvoir des spécialistes cloisonnés dans une seule technique de production et de construction, et permet la formation de briquetiers et de maçons ouverts et capables de répondre aux différents besoins des clients : « ECVET-Construire en terre » favorise l'employabilité.

C'est ainsi, qu'indirectement, ECVET devient un outil efficace dans la stratégie portée par le BDD : convertir peu à peu les milliers de briquetiers « briques cuites » en briquetiers « briques crues ».

4. ACVET CONSTRUIRE EN TERRE

Pour adapter ECVET à un contexte africain et en faire un « ACVET-Construire en terre » (*African Credit for Vocational and Educational Training*), il a fallu harmoniser les niveaux de responsabilité des acteurs sur un chantier. En effet, en Europe avec la complexité des techniques de construction industrielles et le durcissement du cadre législatif, la tendance a été de remonter le pouvoir de décision à des niveaux de plus en plus élevés. Là où, autrefois, un chef maçon dirigeait un gros chantier, nous trouvons un conducteur de travaux de formation universitaire, niveau licence ou master.

À l'inverse au Katanga, l'ouvrier maçon se retrouve rapidement à travailler comme chef d'équipe « gros œuvre » (fondation, murs et toiture), puis, pour les plus ambitieux, comme chef de chantier à concevoir le plan du client et à coordonner le second œuvre et les finitions. Avec cette pratique le pouvoir de décision du maçon le conduit parfois à choisir des solutions au-delà de ses limites de compétence.

Officiellement, il existe une correspondance entre les deux Cadres de Certification (Tab.2).

Le défi pour le BDD et le BPSCO, accompagnés par CRATERre, est de définir des programmes de formation très courts (1 à 2 semaines) permettant de renforcer le profil de compétences des maçons là où il y a faiblesse dans la prise de décision.

Pour cela nous nous inspirons d'un des résultats fondamentaux du référentiel de compétences « ECVET-Construire en terre », élaboré par les professionnels européens : le pouvoir de décider de la convenance d'une terre pour la production des briques est laissé à l'Ouvrier Qualifié. Ceci évite de passer par un laboratoire d'analyse des sols et un bureau d'ingénierie capable d'interpréter les résultats.

Selon ce principe, le Référentiel de Compétences « ACVET-Construire en terre », permet à un maçon (niveau A4) d'acquérir les notions de base de conception de plans et de stabilité des murs (niveau A2), après des formations complémentaires de 30 heures, dont les acquis d'apprentissage sont validés selon des nouveaux critères et indicateurs absents du référentiel européen (Tab. 3).

Lors des examens pratiques de validation des acquis selon les critères et indicateurs ACVET, les examinateurs ont noté que la maçonnerie apparente en BTC permet d'évaluer non seulement les savoir-faire mais aussi le comportement en termes de rigueur et de respect de la qualité. Pour les responsables du BDD et du BPSCO, pouvoir évaluer le comportement des apprenants, qui ont la possibilité de choisir le « bien faire » et d'être fier de leur travail, dans un secteur économique où règnent la médiocrité et le gaspillage, est un des intérêts majeurs d'« ACVET-

Formation	Cadre Congolais de Certification		Fonction sur le chantier	Cadre Européen de Certification	
	Niveau	Diplôme		Niveau	Années
Universitaire	A0	Licence	Ingénieur - Architecte	Master	7
	A1	Graduat		Conducteur de travaux	Bachelor (Licence)
Professionnelle	A2	Diplôme d'État de fin d'études secondaires	Technicien : - Chef de chantier	Diplôme universitaire après 2 ans	5
	A3	Certificat Professionnel Complémentaire	Chef d'équipe - Briqueterie - Maçonnerie	Diplôme d'État de fin d'études secondaires	4
	A4	Certificat d'Aptitude Professionnelle	Ouvrier Qualifié : - Briquetier - Maçon	Certificat d'Aptitude Professionnelle	3

Tab.2

Tab.3

ACVET	CRITÈRES	NOUVEAUX INDICATEURS
Unité E	Conception de plans calepinés	<ul style="list-style-type: none"> ▪ le format de travail est respecté horizontalement et verticalement ▪ les cotations sont exprimées en nombre de briques
	Rémunération des professionnels	<ul style="list-style-type: none"> ▪ les rémunérations sont calculées en fonction des responsabilités et non plus en % du coût des matériaux
Unité Bm	Fondations filantes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ les fouilles sont parfaitement remplies et protégées des infiltrations pendant et après le chantier ▪ le pisé stabilisé est compacté selon les règles ▪ les pierres maçonnées en partie haute de la fondation sont posées à plat
	Elévation des murs	<ul style="list-style-type: none"> ▪ les principes d'élancement et de renforcement des murs sont respectés

Construire en terre». Cela permet aussi d'animer la réflexion sur la rémunération des professionnels, selon leurs compétences.

CONCLUSION

Le BDD de Lubumbashi et le BPSCO vont continuer à se familiariser avec l'outil «ACVET-Construire en terre» afin de proposer plusieurs formations professionnelles adaptées à la demande locale et régionale :

- des formations de durées variables suivant les prérequis des apprenants (formations longues pour les jeunes et cours intensifs pour les professionnels) ;
- une formation par alternance entre centre de formation et entreprises spécialisées terre ;
- un apprentissage informel et non formel par souci d'aider les jeunes déscolarisés⁶ ;
- une mobilité favorisée des apprenants et des formateurs, sur différents lieux de formation au Congo et dans les pays d'Afrique francophones, dans un esprit d'ouverture et de tolérance, tel qu'ECVET le permet aux jeunes apprenants européens.

À long terme, l'idée des responsables salariés de la province du Congo est d'utiliser le réseau salésien «BoscoTech Afrique» pour diffuser l'outil ACVET à travers leurs 65 centres de formation professionnelle répartis sur 33 pays africains.

Sur les grands projets de construction en terre, financés par MISEREOR, CRAterre invite le partenaire africain à utiliser l'outil ACVET, pour faciliter la mise en place de formations sur chantier et valider les compétences pour les ouvriers qualifiés, les chefs d'équipe et le chef de chantier.

BIBLIOGRAPHIE

¹ Bashizi, J-M. (2013). Économie populaire, production immobilière et croissance de la ville de Lubumbashi, thèse doctorale UNILU, Lubumbashi.

² Songasonga Mwitwa, S. (2008). Lubumbashi capitale minière du Katanga, 1910-2010. Association Halle de l'Étoile, Lubumbashi.

³ Douline, A (2015). Étude de faisabilité pour le développement et la commercialisation du BTCs au Katanga, CRAterre, Grenoble.

⁴ Peleket, A. (2012). Stratégie et projet pour la promotion d'une architecture en terre crue au Katanga, mémoire DSA-Architecture de terre, Grenoble.

⁵ Ministère de l'Enseignement Primaire, Secondaire et Professionnel (2013). Programme référentiel en Approche par Compétences, métier de maçon, Rép. Dém. du Congo, Kinshasa

⁶ Gerhards, T. (2005). Difficultés et perspectives de la formation et de l'enseignement professionnels en Afrique, Misereor, Aachen

⁷ Unités ECVET - Construire en terre (2015). Projet PIRATE n°528117-LLP-1-2012-1-FR-leonardo-LMP, <http://ecvetearth.hypoteses.org>

PROJECT-BASED VOCATIONAL TRAINING PROGRAMME IN EARTHEN ARCHITECTURE IN NIGERIA: A COLLABORATIVE PROGRAMME BETWEEN THE FEDERAL POLYTECHNIC BAUCHI (FPB) AND DE MONTFORT UNIVERSITY (DMU)

SHITTU Theophilus A., De Montfort University, Leicester

AJUFOH Michael, Federal Polytechnic Bauchi

ABSTRACT

In Nigeria, earth construction skills were traditionally transmitted through parents and informal apprenticeships. The situation is almost the same today despite growing interest in earth construction and various initiatives aimed at promoting the technology. One of such initiative was the Franco-Nigerian Cooperation that led to the establishment of the Centre for Earth Construction Technology (CECTech) in Jos in 1992. This cooperation included the delivery of training programmes for artisans and construction professionals in the private and public sectors across Nigeria.

Since the creation of CECTech, there have been few attempts to teach earth construction in Nigerian universities. Where it exists, the teaching is more theoretical in content, which is not sufficiently enough to develop and improve the understanding of the construction methods. The Federal Polytechnic, Bauchi (FPB) in collaboration with the De Montfort University (DMU), Leicester is developing a vocational curriculum for earth construction that is project-based and practical in its approach to dissemination, giving the trainees the opportunity to learn on a life project. This new programme requires collaboration between FPB and potential clients who will allow the use of their project for training purposes. FPB is in discussion with representatives of the 20 local government areas in Bauchi State and the National Commission for Refugees, Migrants and Internally Displaced Persons (NCRMIDP) on the use of earthen materials for their projects as well as the use of their projects as training sites. Other potential partners are also being considered.

The thrust of this curriculum is the blend of traditional (learning by doing) and formal training methods, as well as the use of a business model whereby the availability of a project determines when training takes place and how many trainees can be enrolled. The role of DMU is to provide technical support in the development of a curriculum in earth construction to be delivered by FPB.

1. INTRODUCTION

This paper presents a unique curriculum developed by DMU for FPB, which will be delivered at construction sites. The need for an apprenticeship programme in earth construction is informed by several factors, which are explained in this paper. At inception, the two authors conducted a study in order to ascertain the current situation relating to the dissemination of earth construction in Nigeria. The findings from this initial study are explained in detail. Furthermore, a review of vocational and technical education in Nigeria was conducted with the aim of identifying the place of building construction artisanship most especially earth construction. The two institutions (DMU and FPB) and the training partners are critical to the success and continuity of this programme. Because of this, both institutions have shared responsibilities of the training delivery and liaison with the training partners.

This paper also presents details of the collaborative approach employed in the development of the programme content. Other programme details such as structure, mode of delivery, duration of the programme, cost of the programme, language of instruction, supports available for trainees and other relevant information pertinent to the programme are explained.

The paper concludes with a critical analysis of the expected outcome of this programme, the evaluation strategy and future plans.

2. PROBLEMS DEFINITION AND RATIONALE FOR THE DEVELOPMENT OF THE PROJECT-BASED VOCATIONAL TRAINING PROGRAMME

In Nigeria, earth was the major traditionally used building material (Shittu, 2010). The varying climatic conditions across the regions meant that various earth construction techniques were used in response to the climatic conditions and geology (Guillaud, *et al.*, 1995). For example, cob technique was more common in the

southwest region (Dmochowski, 1990b), wattle and daub in the southeast (Dmochowski, 1990c), while adobe (*tubali*) technique was commonly used in the northern region (Dmochowski, 1990a). However, this is not the case today. Contemporary buildings are mostly constructed using modern materials and construction methods (Shittu & Afujoh, 2018). The rapid decline of earth construction in Nigeria started in the 1970s during the oil boom era that led to drastic socio-economic changes in every area of human endeavour including the built environment (Apter, 2005). Several cement factories were established in Nigeria in addition to the importation of cement and other factory processed building materials in the 1970s (Shittu, 2010). This also influenced the misconception that earth construction is inferior and only for the poor. However, the economic decline which many scholars attributed to the socio-political instability in the 1980s, fuelled the renewed interest in both traditional and modern methods of earth construction in Nigeria (Guillaud, *et al.*, 1995). One of such initiatives is the Franco-Nigeria Cooperation in the area of earthen architecture and sustainable development, which started in the 1980s. This initiative led to the establishment, in 1992, of the Centre for Earth Technology (CECTech) at the National Commission for Museum and Monuments (NCMM) in Jos. CECTech's mandate was to train artisans and professionals the appropriate use of earthen material for building construction and conservation of Nigeria's rich earthen heritage. The International Centre for Earth Construction (CRATERre) in Grenoble, France, provided technical support for this initiative while financial assistance came largely from the French government through its embassy in Nigeria (Guillaud, *et al.*, 1995). Several artisans and professionals (including the authors) benefitted from the CECTech's training and financial support from the French government and embassy in Nigeria in form of bursaries and scholarships to attend training in Nigeria, as well as further study in earthen architecture at CRATERre France. To support this initiative, several demonstration buildings were constructed using earthen materials in the framework of this Franco-Nigerian cooperation. Figure 1 is an example of demonstration building constructed by CECTech using Compressed Earth Bricks (CEB).

Despite the laudable objectives, CECTech could not continue with the same drive due to several reasons. The most significant reason was the inability of CECTech to conduct regular training and workshops due to the lack of financial support from the Nigerian government shortly after the funding from the French government ended (Shittu, 2010). This led to further decline in the availability of earth construction skills (artisans and professionals). Thus, even where there is an interest in using earth, many clients often have no choice but to use concrete as the skills to use this material are more readily available (Shittu, 2010). Furthermore, most of the demonstration buildings by CECTech were made using CEB as can be seen in figure 1. This technique was new to Nigeria and attempts to replicate the technique by those trained at CECTech was not too successful. This led to further stigmatisation of earth construction in Nigeria. However, there are a few exemptions as demonstrated in figures 2, 3 and 4. These are few examples of buildings constructed

by some of the recipients of the CECTech training, which clearly demonstrates that with good understanding of the construction technique, earthen material is as good as any other building material. Shittu (2004) also reported that earth construction was initially promoted as a cheap alternative method of construction. However, this assumption is not always true, particularly when professionals are involved in the design and construction. As explained by Shittu (2004), the involvement of



Fig.1: The Centre for French Teaching and Documentation(CFTD), Jos one of the demonstration buildings constructed by CECTech using CEB

Fig.2: Octagonal shape classroom constructed in CEB in Kaduna-Nigeria in 2000

Fig.3: Alliance Française, Jos-Nigeria design and constructed in CEB

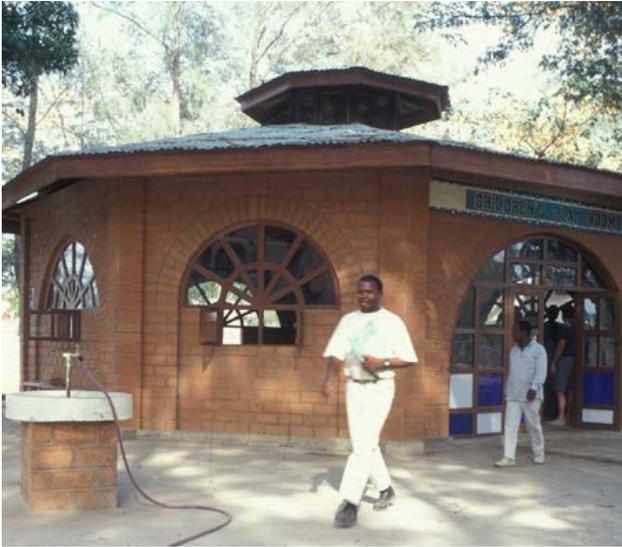


Fig.4: Octagonal shape children playroom constructed in CEB in Kaduna-Nigeria in 1995

professionals such as architects, civil engineers and quantity surveyors at the design and construction stages meant that professional fees had to be paid, which added to the overall cost of the project. In no time, people came to the realisation that CEB technique was not as cheap as initially perceived. However, one thing to bear in mind is that perfection in terms of skill can only be achieved through constant practice and that improving skill can lead to cost savings. This is true with CEB and any other earth construction technique. The first author was involved in the design and construction of the buildings in figures 2 and 4. The buildings were constructed at different times between 1995 and 2000. One of the buildings in figure 2 is similar in shape (octagonal) and construction method (CEB) but bigger in size than the building in figure 4 which was constructed first and in the same city (Kaduna). However, the octagonal shaped building in figure 2, designed and constructed 5 years later, was cheaper than the smaller one in figure 4. This is because the architect (first author) was able to use the experience accrued from the first project to make decisions that drastically reduced the construction cost for the second project. This demonstrates that with consistency in project supply and delivery, significant savings could be achieved. It is with this conviction that the idea for a project-based vocational training in earthen architecture was conceived with the involvement of potential clients as partners.

This training programme therefore stems out of the issues highlighted above as well as the first author's experience as a result of involvement in earthen architecture in Nigeria for almost 30 years. Furthermore, the DMU's Institute of Engineering and Sustainable Development (IESD) started a project on 'low-income communities transformation' in November 2016 at Mpape (Paibe), a suburb on the outskirts of the Nigerian federal capital, Abuja. The project aimed at producing a low carbon housing solution for low-income communities in developing countries. The outcome of this project is the design and construction of a prototype 2 bedroom house using earth and recycled plastic bottles

(see figure 5). IESD is in the process of evaluating the building in terms of energy performance and its occupants' well-being. The project was realised in collaboration between the DMU staff and students, as well as the local artisans, students and volunteer academics from Nigerian universities.

As an alternative strategy and in line with the DMU's global initiative, the Architecture Research Group (ARG) of the Leicester School of Architecture (LSA), DMU developed this unique project-based vocational training programme in collaboration with FPB in order to provide a means of training artisans in varying earth construction techniques appropriate to the Nigerian context. This project-based vocational programme is in contrast with the existing practices of either intensive course (as with CECTech) or topic within construction technology modules in polytechnic and university construction programmes.

This programme is designed with the aim of filling in the gap that currently exists in the vocational training and education in earth construction in Nigeria. This gap is not unique to earth construction, but peculiar to all construction trades. This is due to several factors. First, vocational and technical education in general has been on the decline in the Nigerian educational system. Second, the misconception of vocational and technical education; as a consequence of this, technical education was sometimes provided where vocational education was intended, or vice versa.

In designing this programme, vocational education is recognised as a skilled-based programme for sub-professional level (e.g. bricklaying, carpentry, plumbing, etc.) and based on a specific vocation (in this case earth construction). This is in contrast with technical education that, according to Oranu (2001), is designed to facilitate the acquisition of practical and applied skills as well as basic scientific knowledge. Because of this misinterpretation, the earth construction technology programmes in Nigeria are often delivered as both vocational and technical educational programmes. For example, in CECTech, trainees are often selected from varying disciplines and backgrounds and programme content is more theoretical (technical and scientific) than practical (vocational) in nature. The project-based vocational training programme in earthen architecture in FPB is designed to correct this deficiency.

3. THE PLACE OF THE EARTH CONSTRUCTION APPRENTICESHIP PROGRAMME IN THE NIGERIAN EDUCATIONAL SYSTEM

The 6-3-3-4 system of education was introduced in Nigeria in the mid-1980s (Oyelere, 2015). This system of education requires 6 years of primary education, 3 years of junior secondary school, 3 years of senior secondary school and 4 years of higher education (polytechnic or university). The secondary education is divided into 2 strands (junior and senior secondary education) compared to the previous system that had a single strand of 5 years of secondary education. One of the key objectives of the 6-3-3-4 system is the inclusion of vocational education in junior secondary school as well as at senior secondary level. In the old system, students received general education during the

first 2 years in secondary school, and those who wished to specialise in technical or vocational trades transferred to technical colleges for 3 years of vocational and technical training in various disciplines. Initially, the City and Guilds (C&G) of London awarded vocational qualifications. The regional examination body, the West African Examination Council (WAEC), later took over this responsibility (Akpan, *et al.*, 2016). Recently, the National Business and Technical Examination Board (NABTEB) took over the mandate for conducting the terminal examination for technical colleges from WAEC.

The rationale for the 6-3-3-4 system is that students who may not be able to proceed to the senior secondary education could opt for vocational training in trades such as agriculture, bricklaying, electrical technician, wood work, etc. (Orluwene & Igwe, 2015). However, the idea of introducing vocational trades at this level of education was not successful for several reasons. There was a lack of funds to finance such an expensive training programme nationwide; resulting in very few schools offering vocational trades at junior and senior secondary schools and where available, the training is mostly theoretical in content. Second, students are automatically promoted from junior to senior secondary school irrespective of their performances. As a consequence of this, the junior secondary education is no longer terminal as it was designed to be. The biggest flaw with this education system is that the students complete the junior secondary level between the ages of 13 and 14 and are legally too young to be offered paid employment or apprenticeship. Although they have the option of going to technical college where subjects such as auto mechanic, basic electronics, bricklaying and concreting, carpentry and joinery, electrical installation, etc. are taught, these subjects are taught with the aim of preparing the students for higher education not for employment (Emenyonu, 2018). This implies that the technical colleges are no different from conventional secondary schools.

The Federal Ministry of Education recently introduced the National Vocational Apprenticeship through NABTEB. Apprentices will be certified with the National Vocational Qualification (NVQ) after demonstrating the required practical skills in their respective trades (NABTEB, 2016). The concept of this apprenticeship programme is similar to that of England and Wales. However, the difference is that in England and Wales students spend significant time with employers learning by doing and only attend college once a week or in intermittent block release for minimal amounts of time for the theoretical content of their learning (Gambin & Hogarth, 2017). Conversely, in Nigeria, students receive both practical and theoretical components of their training in colleges (NABTEB, 2016). This completely defeats the aim of apprenticeship, which requires simultaneous relationship with employers and engagement with the industry, while still in training. Furthermore, there is a risk that the programme will become like regular secondary education that only prepares students for higher education not employment. A study conducted in the course of developing this joint project, revealed that only one of 132 technical colleges in Nigeria offers the NVQ in bricklaying. The lack of response to this NVQ programme by technical colleges suggests that it is perceived as similar to the existing secondary education programme, thus there is no



Fig.5: The DMU-IESD's low impact housing using earth and recycled plastic bottles, Mpape (Païpe), Abuja-Nigeria

need of duplication.

Furthermore, neither the polytechnics nor the universities offer vocational training for senior school leavers. Those who do not meet the requirements for admission into the polytechnic or university but want to learn vocational trades have therefore no other option than informal apprenticeship. The lack of formal institutions that offer vocational training in trades such as bricklaying has a serious consequence in the construction industry in general, earth construction included. The project based vocational training in earthen architecture at FPB should contribute to filling this gap.

4. THEORETICAL FRAMEWORK OF THE PROJECT-BASED VOCATIONAL TRAINING

This new apprenticeship programme in earth construction is conceived and developed in response to local needs. At the same time, a critical review of the nature of vocational education underpinned its content. The four characteristics of vocational education and training, as identified by Moodie (2006) ; Weigel, *et al.*, (2007) and Falk & Smith (2003) were reflected in this earth construction vocational training programme. These include epistemological (specific training content), teleological (extrinsic purpose), hierarchical and pragmatic characteristics that enabled the design of a robust but flexible curriculum targeted at building construction artisans and a specific vocation. Furthermore, the programme is designed for each trainee to have an opportunity to learn based on individual ability, thus hierarchical in nature. The pragmatism nature of this programme is that it is inclusive to everyone irrespective of educational background. The only exception is that trainees must either be informal apprentices or building artisans. Furthermore, it is the first programme in any Nigeria higher education institution that will use English, Hausa and Pidgin English as languages of instruction. Two types of business models were employed in the development of this programme. Value/customer (client in this case)-oriented business model and activity/role-oriented business model as illustrated by Osterwalder (2005) were combined to develop a training programme that recognises and includes the clients as partners, and

the use of life projects as pedagogical tool, as well as the use of the project to financially support the trainees.

5. TRAINING PROGRAMME CONTENT

The preliminary study identified the need for a practical and employer-focused programme in which trainees learn on the job. Below is a brief outline of the skills the trainees will acquire from this programme:

- health and safety in building construction sites;
- site planning, organisation and setting out of work areas;
- setting out of buildings;
- hand and power tools used for earth construction;
- materials science, i.e. characteristics of earthen materials for building construction purposes;
- types of earth construction;
- earth construction systems, i.e. walling, arches, domes, vaults, etc.;
- pointing and finishing;
- pricing and estimating methods;
- earth building project management.

5.1. ASSESSMENT OF TRAINEES

Trainees will be assessed daily, based on their on-site practical skills. Trainees are also required to complete a reflective diary of their activities on site with the help of their instructors. This reflective diary will be in form of photo albums documenting every piece of work each trainee produces on site. A standard logbook for this reflective diary will be provided electronically for each trainee.

5.2. SUPPORT FOR LEARNING

In addition to the one-to-one support during training, the trainees will also receive additional support after completing the programme. They will be able to contact their instructors by email, phone or call in person to discuss any queries. Technical support in the areas of estimation and production of drawings may attract fee to cover for material and time spent in producing any document.

5.3. MODE OF DELIVERY

Training sessions will be delivered using live projects – this means that training can only be delivered when a project is available. Trainees will be required to go through at least one full project cycle i.e. from setting out, excavation, construction and handing over stages. This implies that the duration of the programme will be determined by the size of the project. However, trainees can take a break at any stage of project/training if this is required, and can re-join at any stage.

5.4. TRAINING PARTNERS

Education in Nigerian is generally underfunded (Aniekwu & Ozochi, 2010). The nature of vocational and technical education makes it more vulnerable to this underfunding. Consequently, this programme will not rely solely on government funding, thus the following are involved as partners and clients in the delivery of this programme:

- 20 local government areas in Bauchi State;
- National Commission for Refugees, Migrants and Internally Displaced Persons (NCRMIDP).

The following non-governmental organisations are also being considered:

- Churches (ECWA, Catholic Church of Nigeria);
- Nigerian Red Cross;
- non-government organisation (Hope for the Village Child).

These partners were considered because of the fact that they are constantly in need of new buildings such as schools, hospitals, markets, community centres, places of worships, etc. Furthermore, the use of earthen material can provide job opportunities for the local communities within the jurisdictions of these governmental and non-governmental organisations. An awareness workshop on the potentials of earth construction is being proposed for these partners. The workshop aims at educating the programme partners on the positive environmental impacts and economic viability of earth construction. Similarly, potential savings in structural elements such as arches, vaults, and domes that are common features in places of worship (church and mosque) will be discussed at this awareness workshop. Of great importance and which will be highlighted in the workshop is the fact that local materials and labour are used and this will have a ripple effect on the economy.

Another advantage of this programme is that it responds to a current housing shortage in Bauchi, and in north-eastern Nigeria¹ in general, due to ethno-religious conflicts in the region over the past decade. Millions of people are currently displaced as a result of the Boko Haram uprising which started in 2003. The National Commission for Refugees, Migrants and Internally Displaced Persons (NCRMIDP) is responsible for providing shelter for the internally displaced people from villages and towns in the region. Most of the displaced persons are currently housed in temporary tents provided by the International Committee of the Red Cross (ICRC) and other UN agencies. Earthen material can be used to provide dignified shelters for these displaced persons. Furthermore, the displaced persons can receive training in earth construction so that they can start earning money while in camp and can use these skills to reconstruct their homes when they eventually return home. In fact, it could even be a life career for many.

The next stage is meeting with these partners to draw up memoranda of understanding regarding the training programme. Several have already indicated interest in the use of earthen materials for their projects.

5.5. PROGRAMME FEE

Trainees are not expected to pay any fee apart from the cost of application form; they will instead receive daily wages in accordance to their input. This is because artisans are poorly paid in Nigeria and as a consequence of this; they will not be able to pay any additional fee for training.

5.6. EXPECTED OUTCOMES

It is expected that this programme will gain popularity and support and that there will be multiple training sites at the same time. If this aim is achieved, it will require that FPB increases its technical capacity in terms of human and capital resources. In order to meet this requirement, the polytechnic intends to retain some of the graduating trainees on a contractual basis so that they can serve as trainers.

CONCLUSION

This programme is developed with the aim of training artisans in earthen architecture and creating employment opportunities for many. The partnership approach is expected to have multiple advantages. It will provide the trainees with the opportunity to experience the construction industry while still undergoing training. It will give clients value for money through the supervision of FPB instructors and will provide a viable alternative option for delivering relevant real world training.

For the two institutions involved in this programme, it is an opportunity to explore an apprenticeship programme using a specific trade. The DMU intends to start the degree apprenticeship programme in various construction disciplines and this project-based vocational training will provide a platform to understudy the viability of the proposed programme. Furthermore, an international collaboration fits into the DMU's agenda of preparing its students for the global market, and this project could be another platform towards achieving this objective. It is also an opportunity for FPB to establish contacts with potential employers for its graduates, as well as the potential for vocational training and apprenticeship in other areas of needs. This is also a platform for both institutions to further strengthen their institutional international collaboration.

¹ Bauchi State is in the north eastern part of Nigeria which also include Adamawa, Borno and Yobe States, the 3 states mostly affected by the Boko Haram (a terrorist group) insurgency.

REFERENCES

- AKPAN, G.A., USORO, H. S. and IBIRITAM, K. S. (2016) *The Evolution of Vocational Education in Nigeria and Its Role in National Development*. Available on: <http://globalacademicgroup.com/journals/the%20intuition/The%20Evolution%20of%20Vocational%20Education%20in%20Nigeria%20and%20Its%20Rol.pdf> (accessed on: 2nd February, 2018).
- ANIEKWU, N. and OZOCHI, C. A. (2010) Restructuring Education, training and Human-resource Development in the Nigerian Construction Industry. *Journal of science and Technology education research*. Volume 1(5), page 92-98. Available on: http://www.academicjournals.org/article/article1379498894_Aniekwu%20and%20Ozochi.pdf (accessed on: 23rd January, 2018).
- APTER, A. (2006) *The Pan-African Nation: oil and the spectacle of culture in Nigeria*. *Journal of Modern African Studies*. Volume 4, Issue 2, Pages 335–347. Cambridge University Press. Available on: <https://static.cambridge.org/resource/id/urn:cambridge.org:id:binary:20170222062749066-0064:S0022278X06261755:S0022278X06001753a.pdf> (accessed on: 18th April, 2018).
- DMOCHOWSKI, Z. R. (1990a) *Introduction to Nigerian Traditional Architecture: Northern Nigeria*. Volume 1. London and Lagos, Ethnographica in association with National Commission for Museums and Monuments.
- DMOCHOWSKI, Z. R. (1990b) *An Introduction to Nigerian Traditional Architecture: Southwest Nigeria*. London and Lagos, Ethnographica in association with The National Commission for Museums and Monuments.
- DMOCHOWSKI, Z. R. (1990c) *An Introduction to Nigerian Traditional Architecture: South-Eastern Nigeria (the Igbo-Speaking Areas)*. London and Lagos, Ethnographica in association with The National Commission for Museums and Monuments.
- EMENYONU, A. (2018) NABTEB Registrar Attributes Decline in TVE to Poor Funding. Thisday online Newspaper. Available on: <https://www.thisdaylive.com/index.php/2017/08/30/nabteb-registrar-attributes-decline-in-tve-to-poor-funding/> (accessed on 23rd April, 2018).
- Falk, I. and Smith, T. (2003) *Leadership in vocational education and training: Leadership by design, not by default*. the National Centre for Vocational Education Research (NCVER) Ltd. Australia
- GUILLAUD, H. et al., (1995) *CECTech: Earth Construction Technology: Materials Techniques and Know-How for New Architectural Achievements*. Jos, Nigeria and Grenoble, France. CECTech and CRATerre.
- GAMBIN, L. and HOGARTH, T. (2017) *UK Apprentice: Employers and apprenticeships in England: costs, risks and policy reforms*. Empirical Research in Vocational Education and Training. An online Journal, available on: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1186%2Fs40461-017-0060-5.pdf> (accessed on 20th April, 2018).
- MOODIE, G. (2006) *Identifying Vocational Education and Training*. *Journal of Vocational Education and Training*. Available on: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/13636820200200197?needAccess=true> (accessed on 10th April, 2018).
- NABTEB (2018) *National Vocational Qualification (NVQ) Framework*. Available on: <http://nabtebnigeria.org/wp-content/uploads/2018/02/NATIONAL-VOCATIONAL-QUALIFICATION.pdf> (accessed on 16th April, 2018).
- ORANU, R. N. (2002) *Vocational and Technical Education in Nigeria*. Available on: <http://www.ibe.unesco.org/curriculum/AfricaPdf/lago2ora.pdf> (accessed on 17th March, 2018).
- ORLUWENE, A. A. and IGWE, A. B. (2015) *The Influence of Educational Systems on the Academic Performance of JSCE Students in Rivers State*. *Journal of Education and Practice*. Vol.6, No.6, 2015. ISSN 2222-1735 (Paper) ISSN 2222-288X (Online)
- OSTERWALDER, A. (2005) *Clarifying Business Models: Origins, Present, and Future of the Concept*. Communication

of the Association for Information system. Volume 16. Article 1. Available on: <http://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=3016&context=cais> (accessed on 20th April, 2018).

OYELERE, R. U. (2015) "A Flop or a Success?" *An Evaluation of the Welfare Impacts of the 6-3-3-4 Education System in Nigeria*. Available on: http://conference.iza.org/conference_files/transatlantic_2015/uwaifo_oyelere_r3771.pdf (accessed on 15th April, 2018).

SHITTU, T. A. (2004) *Key Issues, Constraints and Potentials of Earth construction in Nigeria: From the Entrepreneurs Point of View*. DPEA Dissertation. Grenoble School of architecture, France.

SHITTU, T.A. (2010) *Development of a framework for sustainable repair of adobe building in an urban area in Nigeria*. PhD Thesis. University of Plymouth.

SHITTU, T.A and AJUFOH, M. (2018) *Field Work: Project-Based Vocational Training Programme in Earthen Architecture in Nigeria*. Conducted through structured and unstructured interviews.

WEIGEL, T., MULDER, M and COLLINS, K. (2007). *The concept of competence in the development of vocational education and training in selected EU member states*. Journal of Vocational Education and Training. Volume 59, Issue 1. Pages 53-66 | Published online: 15 Feb 2007



Jeux d'ombre réalisé en BTC
Casa Coln, Costeno Playa, Colombie
© CRAterre, T. Joffroy



ANNEXES



Palais royal
à Kushan, Iran
© CRAterre, T. Joffroy

COMITÉ SCIENTIFIQUE / SCIENTIFIC COMMITTEE

- ACHENZA Maddalena**, UNICA / ISCEAH / UNESCO Chair earthen architecture, Italie
- BARDAGOT Anne-Monique**, CRAterre, France
- BOSMAN Gerhard**, University of Free State, South Africa / UNESCO Chair earthen architecture, Afrique du Sud
- CORREIA Mariana**, Escola Superior Gallaecia / PROTERRA / ISCEAH / CIAV / UNESCO Chair earthen architecture, Portugal
- DAVIS Lara**, Auroville Earth Institute, India / UNESCO Chair earthen architecture, Inde
- ELOUNDOU Lazare**, UNESCO, France
- FONTAINE Laetitia**, ENSAG / AE&CC-CRAterre / UNESCO Chair earthen architecture, France
- GANDREAU David**, ENSAG / AE&CC-CRAterre / UNESCO Chair earthen architecture, France
- GUILLAUD Hubert**, ENSAG / AE&CC-CRAterre / PROTERRA / ISCEAH / UNESCO Chair earthen architecture, France
- JOFFROY Thierry**, ENSAG / AE&CC-CRAterre / UNESCO Chair earthen architecture / PROTERRA, France
- MILETO Camilla**, Universitat Politècnica de València / ISCEAH / UNESCO Chair earthen architecture, Espagne
- MORISSET Sébastien**, ENSAG / AE&CC-CRAterre / UNESCO Chair earthen architecture, France
- MOUKALA Edmond**, UNESCO, France
- PACCOUD Grégoire**, ENSAG / AE&CC-CRAterre / UNESCO Chair earthen architecture, France
- RAKOTOMONJY Bakonirina**, ENSAG / AE&CC-CRAterre / UNESCO Chair earthen architecture, France
- ROTONDARO Rodolfo**, Cátedra UNESCO Red UNITWIN, FADU UBA / CONICET, Argentine
- SADOZAI Chamsia**, ENSAG / AE&CC-CRAterre / UNESCO Chair earthen architecture, France
- SALMAR Eduardo**, FEAU-UNIMEP Methodist University of Piracicaba / PROTERRA / UNESCO Chair earthen architecture, Brésil
- SANCHEZ Nuria**, ENSAG / AE&CC-CRAterre / UNESCO Chair earthen architecture, France
- SOSA Mirta Eufemia**, CRIATIC-FAU-UNT, Centro Regional de Investigaciones de Arquitectura de Tierra Cruda - Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucuman / UNESCO Chair earthen architecture, Argentine
- VARGAS SANCHEZ Jenny Astrid**, Universidad Nacional de Colombia / UNESCO Chair earthen architecture, Colombie

COMITÉ D'ORGANISATION / ORGANISING COMMITTEE

- JOFFROY Thierry**, ENSAG / AE&CC-CRAterre, France
- RAKOTOMONJY Bakonirina**, ENSAG / AE&CC-CRAterre, France
- HUBERT Alix**, ENSAG / AE&CC-CRAterre, France
- NOUWENS Bregje**, CRAterre, France
- SERLET Murielle**, ENSAG / AE&CC-CRAterre, France
- GANDREAU David**, ENSAG / AE&CC-CRAterre, France
- MORISSET Sébastien**, ENSAG / AE&CC-CRAterre, France
- DAUDON Dominique**, Université Grenoble Alpes-PHITEM-3SR, France

PARTICIPANTS

ABBASI HAROFTEH Mohsen / VARC - Vernacular Architecture Research Center, Yazd University / Iran
ABBOU Dabria / Fondation Méditerranéenne du Développement Durable, Djanatu al Arif - Mostaganem / Algérie
ADELI Samira / Shahid Bahonar University of Kerman / Iran
AÏCHOUR Nouredine / Association la Voûte Nubienne / France
ANINAT André / Fundación Altiplano MSV / Chili
ARANDA-JIMENEZ Yolanda / Universidad Autonoma de Tamaulipas / Mexico
AREF HAGHI Mostafa / Persian Adobe / Iran
ASTUDILLO CORDERO Sebastian / Universidad de Cuenca, Facultad de arquitectura, Proyecto Ciudad Patrimonio Mundial / Equator
AYATOLLAHI Seyed Mohammad Hossein / Yazd University, School of Art and Architecture / Iran
AZARNOUSH Elaheh / Architect / Iran
BARDAGOT Anne-Monique / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
BARSALLO Maria Gabriela / Universidad de Cuenca, Facultad de arquitectura, Proyecto Ciudad Patrimonio Mundial / Equator
BECHETOILLE-KACZOROWSKI Soizik / UMIFRE 6 - MAEE - CNRS - USR 3135, IFPO Amman / Jordanie
BELINGA NKO'O Christian / CRAterre/AE&CC/ENSAG / Cameroun
BELOUAAR Alaeddine / Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en terre CAPTERRE / Algérie
BOUSSALH Mohamed / Centre de Restauration et de Réhabilitation du Patrimoine architectural des zones atlasiques et subatlasiques CERKAS / Maroc
BROWN Maria / Asociación ESTEPA / Spain
CANCINO Claudia / The Getty Conservation Institute / USA
CARAZAS AEDO Wilfredo / CRAterre/AE&CC/ENSAG / Pérou
CASTRO MERCADO Oscar Humberto / ITESO / Mexico
CAUDERAY Elsa / CRAterre/AE&CC/ENSAG / Suisse
CHAMODOT Mathilde / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
CISSE Abdoulaye / DSA Terre - ENSAG / Mali
CLERC Margot / ENSAG / France
CONSTANT Sophie / DSA Terre - ENSAG / France
CORBA BARRETO Mauricio Guillermo / CRAterre/AE&CC/ENSAG / Colombie/France
D'ANDREA Tiaraju Pablo / Instituto das Cidades, Universidade Federal de São Paulo / Brésil
DANI Andreea / Universidad del Medio Ambiente / Mexico
DAUDON Dominique / Université Grenoble Alpes-PHITEM-3SR / France
DEMBELE Moussa / École Africaine des Métiers de l'Architecture et de l'Urbanisme (EAMAU) / Togo
DEVAUX Emmanuelle / Institut français du Proche-Orient – Ifpo / France
DIAS DA SILVA Helio / FACENS Faculdade de Engenharia de Sorocaba / Brésil
DIDIER Lydie / AsTerre / France
DOAT Patrice / CRAterre / France
DOULINE Alexandre / CRAterre / France
DUVAL Anna / Politecnico di Milano / Italy
FEIGLSTORFER Hubert / Austrian Academy of Sciences / Austria
FLECHEUX Marie / DSA Terre - ENSAG / France
FONTAINE Laetitia / amàco - ENSAG / France
FOURNIER Carole / DSA Terre - ENSAG / France
FRANCHI Laetitia / Politecnico di Milano / Italy
GAKE Komlan Déla / École Africaine des Métiers de l'Architecture et de l'Urbanisme (EAMAU) / Togo
GALLIOT Emy / DSA Terre - ENSAG / France
GANDREAU David / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
GANDUGLIA Mauricio / Caritas de Angola / Angola
GARCIA-SORIANO Lidia / Instituto Universitario de Restauración del Patrimonio, Universitat Politècnica de València / Spain
GARNIER Philippe / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
GASNIER Hugo / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
GENIS Léa / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
GROUSSON-TROYES Raphaëlle / ENTPE / France
GUILLAUD Hubert / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
GUSTIN Joëlle / Aide internationale de la Croix-Rouge / Luxembourg
HABERT Guillaume / Chair of Sustainable construction, ETH Zürich / Suisse
HACINI Mourad / Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en terre CAPTERRE / Algérie
HAJMIRBABA Majid / CRAterre/AE&CC/ENSAG / Iran
HANNIN Mathilde / Politecnico di Milano / Italy

HENOUS Mourad / DSA Terre - ENSAG / Algérie
 HOUBEN Hugo / CRAterre / France
 HUBERT Alix / CRAterre/AE&CC/ENSAG / Belgique
 JACOBY Alexander / Croix-Rouge / Luxembourg
 JACQUES LE SEIGNEUR Adrien / DSA Terre - ENSAG / France
 JOFFROY Thierry / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
 JONNARD Frédérique / Terramano / France
 JÖRCHEL Stephan / Dachverband Lehm e.V. / Germany
 JOUSSELIN Florence / Université Grenoble Alpes/IUT1/deptGC – LEGI / France
 KASSOU Younes / Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en terre CAPTERRE / Algérie
 KEABLE Rowland / Earth Building UK and Ireland (EBUKI) / United Kingdom
 KREWET Andreas / École d'architecture de Rabat de l'UIR (Université Internationale de Rabat) / France/Maroc
 KUMAR Tanya / Indira Gandhi National Open University / India
 LAHBABI Abderrafih / École d'architecture de Casablanca / Maroc
 MAHDIEH Maryam / DSA Terre - ENSAG / Iran
 MALEKZADEH BAFGHI Fatemeh / Windcatcher International Research Center – Yazd / Iran
 MARCUS Benjamin / Getty Conservation Institute, Buildings and Sites / USA
 MILETO Camilla / Universitat Politècnica de València / Spain
 MOLES Olivier / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
 MONNOT Suzanne / EVS-LAURE École Nationale Supérieure d'Architecture de Lyon / France
 MORISSET Sébastien / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
 MU Jun / Beijing University of Civil Engineering and Architecture / China
 NOUWENS Bregje / CRAterre/AE&CC/ENSAG / Pays-Bas
 OLIVERA BONILLA Ana Rosa / ITESO / Mexico
 PACCOUD Grégoire / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
 PATO Ana / CRAterre / Portugal
 PAUL Rosie / DSA Terre - ENSAG / Inde
 PAZZI Giada / Architecture-studio / France
 PENAGOS Antonio / École d'architecture (DHDU), ITESO / Mexico
 RAKOTOMAMONJY Bakonirina / CRAterre/AE&CC/ENSAG / Madagascar
 RIVERA AMANDA / Escuela de Construcción en Tierra ECoT, Pontificia Universidad Católica de Chile / Chili
 RIVERO OLMOS Alba / CRAterre/AE&CC/ENSAG / Cuba
 RODRIGUES Chenelle Fatima / DSA Terre – ENSAG / Inde
 RUSCHMEIER Simone / DSA Terre - ENSAG / UK
 SABATIER Nathalie / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
 SALA Giulia / CRAterre/AE&CC/ENSAG / Italie
 SANCHEZ MUÑOZ Nuria / CRAterre/AE&CC/ENSAG / Espagne
 SCHAUPPENLEHNER Thomas / University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna; Institute of Landscape Development, Recreation and Conservation Planning / Austria
 SERLET Murielle / CRAterre/AE&CC/ENSAG / France
 SHITTU Theophilus / De Montfort University, Leicester / United Kingdom
 SIEFFERT Yannick / Laboratoire 3SR, Université Grenoble Alpes / France
 SORIA Francisco Javier / Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimolco / Mexico
 SOSA Mirta Eufemia / Universidad Nacional de Tucumán - Facultad de Arquitectura y Urbanismo / Argentina
 TERKI Yasmine / Centre Algérien du Patrimoine Culturel Bâti en terre CAPTERRE / Algérie
 TESSIER Fabrice / École Européenne de l'Art et des Matières – EEAM / France
 TRABAUD Vincent / DSA Terre – ENSAG / France
 TRAPPENIERS Marina / CRAterre/AE&CC/ENSAG / Belgique
 VAN NIEUWENHUYZE Luc / AsTerre / France
 VARGAS SANCHEZ Jenny / Facultad de Artes, Universidad Nacional de Colombia / Colombia
 VEJPUSTEK Zdenek / The Earthen Architecture Association (EAA) / Czech Republic
 VERVISCH-FORTUNE Isabelle / École Nationale Supérieure d'Architecture de Toulouse-Laboratoire de Recherche en Architecture / France
 VYSOCHINA Kateryna / IUT Robert Schuman département Génie Civil / France
 WHEELER Sylvie / AsTerre / France
 WOLFF Britta / University of Rostock / Germany
 ZOMBRE Prosper / Croix-Rouge Burkinabé / Burkina Faso

BIOGRAPHIES

ACHENZA Maddalena, Docteur en architecture, est enseignante au DICAAR - Università degli Studi di Cagliari en Italie. Elle est spécialisée dans les cultures constructives traditionnelles et dans l'architecture en terre en particulier. Elle mène des recherches sur la performance des matériaux naturels pour l'isolation acoustique et thermique des bâtiments.

ACHIG-BALAREZO Maria Cecilia is an Ecuadorian architect who holds a master in Conservation of Monuments and Sites at the KU Leuven in Belgium (2010). Since 2008, she has been a researcher of the City Preservation Management project and teaches at the Faculty of Architecture of the University of Cuenca. She is a member of the "Red Iberoamericana PROTERRA" and has published in multiple scientific journals and has participated in conferences in Mexico, Cuba, Ecuador, Belgium, Paraguay, Bolivia and Canada.

AGUILAR Rafael holds a Ph.D. in Civil Engineering from the University of Minho and is currently Associate Professor in the Engineering Department of the Pontifical Catholic University of Peru (PUCP). He is Coordinator of the Civil Engineering Section and also Director of the research group "Engineering and Heritage" and member of the "Modification of Materials" group.

AHMADI ROINI Seyed Hadi, is an architectural heritage conservator. He has worked for the Iranian Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization since 2002. He graduated from Bahonar State University of Kerman with a Bachelor degree in restoration of historical buildings and urban fabrics in 2004. He obtained his Master degree in conservation and restoration of historical buildings and urban fabrics from Tehran Azad University in 2008. He also obtained another Master degree from AUEB (Athens University of Economy and business) and Kent University on heritage management. He has worked and conducted research on heritage management and earthen architecture conservation for over a decade. He currently acts as the Director General for conservation and restoration of Architectural heritage and Archaeological sites of ICHHTO.

ANGER Romain est ingénieur et docteur spécialisé dans les matériaux de construction, co-auteur du livre *Bâtir en terre*, du grain de sable à l'architecture et fondateur et directeur pédagogique et scientifique du centre de recherche et d'expérimentation amàco (atelier matières à construire) soutenu par le dispositif IDEFI.

ASTUDILLO CORDERO Sebastian, architect and master in Landscape Architecture Faculty of Architecture and Urbanism - University of Cuenca. He is a specialist in the Valuation and Conservation of the Historic Urban Contexts. URBAL Programme "International Training Centre for the Enhancement and Conservation of historic urban contexts

(2003-2004 Vicenza – Italy). He is currently a Professor at the University of Cuenca in the chairs of restoration, urban planning, urban design and projects. He was the Director of the Master in Conservation of Monuments and Sites, Cuenca, University of Cuenca – Faculty of Architecture and Urbanism.

BARSALLO Gabriela is an Ecuadorian architect, with training at the University of Cuenca. She has worked in several institutions related to heritage such as among others El Barranco Foundation and the INPC (National Institute of Cultural Heritage). Since 2014, she has been a researcher in the vlrCPM (World Heritage City) project. She is currently studying for a Master Degree in Conservation and Management of Built Cultural Heritage.

BISIAUX Marion, après un doctorat aux États-Unis en sciences du climat, enrichit sa formation d'un Master 2 de communication scientifique. Elle est depuis 2013 chargée de l'évaluation pédagogique pour l'atelier matières à construire amàco. Elle est également auteure d'un livre de vulgarisation scientifique *Carnet Glacé*.

BROWN María, Architect, Renewable Energies post-degree. 30 years' experience in design, training and site management of earth and local materials projects in Latin America and Africa, where she's actually based. Founder and president of ESTEPA Spanish earth building association. Brick structures group leader in PIRATE Project.

BRUMAUD Coralie est Ingénieure INSA, experte en rhéologie et adjuventation des mortiers et enduits, elle supervise les travaux sur les matériaux de la chaire de construction durable à l'ETH.

CALZADILLA Maria est architecte et maîtrise les questions relatives à l'habitat. Gestionnaire de programme basée à Dakar, elle gère un projet de renforcement des capacités des Sociétés Nationales en Shelter.

CANCINO Claudia is a conservation architect and Senior Project Specialist at the GCI. She holds a master of science in historic preservation from the University of Pennsylvania. Since 2003 she has worked on GCI projects related to the conservation of earthen sites and she currently manages the Earthen Architecture Initiative (EAI), which includes the Seismic Retrofitting Project in Peru and the Course on the Conservation of Earthen Architecture in the UAE.

CARDOSO MARTINEZ Fausto, Professor of the Faculty of Architecture at the University of Cuenca, obtained his degree in architecture from the University of Cuenca, and his doctoral studies at the University of Rome "La Sapienza". He has managed several research projects on built heritage and interventions in public spaces. In 1998, he led the technical

team of the nomination file of Cuenca as a World Heritage Site. He is currently the Director of two international research projects: the North-South-South Project to improve management capabilities between Belgium, Cuba and Ecuador; and the World Heritage City Preservation Management project sponsored by the Flemish Universities Consortium and the University of Cuenca.

CARLOS Gilberto, Docteur en Architecture. Directeur du Master Intégré de 5 ans en Architecture et Urbanisme à l'Escola Superior Gallaecia où il enseigne depuis 2008. Au Ci-ESG, il coordonne la recherche en Architecture et Patrimoine.

CENTENO Amanda is founder member of Asociación de Mujeres Constructoras de Condegas, Nicaragua / AMCC, feminist and advisor.

CISAR Sasha est un architecte, actuellement doctorant à la chaire de construction durable où il travaille sur les voies du développement durable des quartiers.

CORREIA Mariana, Présidente de l'Escola Superior Gallaecia, coordonne les programmes de recherche VerSus, SEISMIC-V et 3dPast. Présidente d'ICOMOS-ISCEAH. Consultante internationale de l'ICOMOS pour le Patrimoine Mondial.

CRISTINI Valentina PhD is an architect and professor at the School of Architecture of Universitat Politècnica de València (Spain), where she has been working since 2005. At present she teaches architectural conservation and composition in both graduate and postgraduate courses. She has extensively published papers and articles on architectural conservation and taken part in different studies, projects and interventions for the preservation of monuments and vernacular architecture.

DAUDON Dominique, Maître de Conférences, Université Grenoble Alpes UGA, PhITEM- Génie Civil, Laboratoire 3SR, UMR 5521.

DIPASQUALE Letizia, architecte, est maître de conférences au Département d'Architecture (DIDA) de l'Université de Florence. Ses recherches se concentrent sur l'architecture vernaculaire et les techniques constructives traditionnelles dans la région méditerranéenne.

DOULINE Alexandre, de formation génie civil, est diplômé du CEAA-Terre de l'école d'architecture de Grenoble. Depuis 1991, il est consultant pour l'organisation Misereor, en tant que membre du laboratoire de recherche CRATerre. Ses interventions visent à valoriser les Cultures Constructives Locales, respectueuses de l'environnement, et à améliorer la transmission des compétences pour une meilleure reconnaissance des artisans locaux.

FIORI ARANTES Pedro est Professeur de l'Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) et docteur par la Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (2010). Auteur de nombreux articles et d'ouvrages "Arquitetura Nova" (2002) et "Arquitetura na era digital-

financeira" (2012). Il coordonne le projet du Campus de la Zone Est de l'Unifesp et son projet politique.

FONTAINE Laetitia est ingénieure matériaux spécialisée dans les matériaux de construction, chercheur au sein de l'équipe Matière / Matériaux du laboratoire CRATerre et de l'unité de recherche AE&CC à l'ENSA de Grenoble, co-auteur du livre Bâtir en terre, du grain de sable à l'architecture et fondatrice et directrice du centre de recherche et d'expérimentation amàco (atelier matières à construire) soutenu par le dispositif IDEFI.

FORTUNE Isabelle, Diplômes d'ingénieur ETP, d'architecte DPLG, doctorat en Génie Civil (Matériaux / Structure), Professeure de Génie Civil ; Maître de conférences à l'Ensa de Toulouse (Construction / Matériaux / Structure / Énergétique), Chercheuse au Laboratoire d'Architecture de Toulouse (Réhabilitation énergétique du bâti vernaculaire / Construction en Terre crue).

GANDUGLIA Mauricio est architecte, diplômé de la Faculté d'Architecture et d'Urbanisme, Université Nationale de La Plata - Argentine (1997), spécialiste des cultures constructives et du développement durable (2005-2007), membre de l'association CRATerre - Centre International de la Construction en Terre, Grenoble - France, professeur à l'Université Lusiana d'Angola dans la discipline de la construction depuis 2008 et coordinateur du Concours international étudiant - Forum d'Architecture, depuis 2010. Il a également été coordinateur des programmes « Architecture durable : amélioration de l'habitat rural » de Caritas d'Angola, et « Sensibilisation et formation aux matériaux locaux pour le développement social » des Salésiens de Don Bosco, 2009-2012, ainsi que concepteur et chef de projet du ESDA (Salesian Project Office) en Angola : plus de 100 projets en phase d'urgence et de reconstruction nationale, 2002-2008. Il est également auteur de l'ouvrage « Terra no Moxico Architecture » publié en 2012 en Angola.

GARCÍA-SORIANO Lidia PhD is an architect (2010), with a Master's in Architectural Heritage Conservation (2013). She is currently an associate professor in the Department of Architectural Composition at Universitat Politècnica de València (Spain) and a researcher at the Institute of Heritage Restoration of the UPV. Her professional and research activity focuses on architectural heritage in general and particularly on earthen architecture and its restoration, with several publications on the subject.

GRECO Federica obtained her undergraduate degree in civil engineering and architecture at the Università Politècnica delle Marche in Italy and holds a masters in Structural Analysis of Historical Constructions from the University of Minho. She has worked as a research assistant at the Institute for Sustainability and Innovation in Structural Engineering at the University of Minho and is currently an engineer at ARUP London.

GUERRERO BACA Luis Fernando, Dr., Architect, Master in restoration and Doctor in Design. Professor-Researcher and Head of the research area "Conservation and reuse of built heritage" at Metropolitan Autonomous University,

Xochimilco Campus. Member of the Ibero-American Network PROTERRA and of the UNESCO Chair "Earthen architecture, constructive cultures and sustainable development" of CRAterre.

HABERT Guillaume est géologue de formation, son intérêt pour les relations entre l'homme et la nature l'ont conduit à la construction durable qu'il enseigne depuis 2012 à l'école Polytechnique Fédérale de Zurich.

HARUTYUNYAN Emma, Architecte DE, professeure habilitée à diriger des recherches à l'Université Nationale d'Architecture et Construction d'Arménie (UNACA), responsable du département de Master « Héritages, Patrimoines, Histoire et théorie » de l'UNACA.

HERTZOG Alice est une anthropologue urbaine. Elle est actuellement doctorante au laboratoire transdisciplinaire de l'ETH où elle travaille sur la migration et le développement urbain en Afrique de l'Ouest.

HOSSEIN AYATOLLAHI Seyed Mohammad, Associate professor of Yazd University School of Art and Architecture. He got his Master of architecture from Oklahoma University USA and finished his M.B.A from Phillips University USA. He got his Ph.D from Tehran University. Hossein have been holding many official duties such as dean of the school for more than 10 years, head of the department and vice dean of research. At present he is the manager in charge of the wind catcher international research center and practicing architecture.

JACOBY Alexander, ingénieur agronome, il est gestionnaire des projets et Desk en charge des projets de l'A.I.CRL au Burkina Faso et au Niger. Il a participé aux missions de suivi et a coordonné la recherche via l'équipe du SRU. Formé en Shelter, il a en charge les politiques de l'A.I.CRL en matière d'abri au siège de la Croix-Rouge Luxembourgeoise.

JÖRCHEL Stephan, Dipl.-Ing., has worked as a freelance planner since 1998 specialising in ecological building and earth building. Since 2006, and alongside building projects, he has worked as a lecturer and specialist consultant, on behalf of the Dachverband Lehm e.V. He also serves as a lecturer in sustainable building and earth building at the Hochschule Anhalt – University for applied science, since 2014.

JOUSSELLIN Florence, Maître de Conférences, Université Grenoble Alpes UGA, IUT Génie Civil Développement Durable.

KACZMAREK Anouchka est Architecte ETH, prix SIA pour son travail de master et membre du comité de direction d'IG Lehm Suisse. Elle a participé à la première édition de Grounded materials et organise la quatrième édition.

KEABLE Rowland, UNESCO Chair for Earthen Architecture Professor. Founder and CEO for EBUKI. 30 years working across Africa and UK in rammed earth projects including a range of public buildings, particularly classrooms. Other pursuits: drafting and championing standards for rammed

earth; training. Monolithic structures group leader in PIRATE Project.

LAHBABI Abderrafi est architecte DPLG, il a étudié l'architecture à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, et obtenu un doctorat ès sciences urbaines à l'université des sciences sociales de Grenoble. Il est membre fondateur et directeur pédagogique de l'École d'Architecture de Casablanca depuis 2004.

LOURENÇO Paulo B. graduated as a civil engineer from the University of Oporto in 1990 and obtained his Doctorate in calculation methods for masonry structures at the Technical University of Delft in 1996. He is a full-time professor and director of the structural group of the University of Minho and coordinator of the Historical Structures and Masonry Unit. In addition, he is co-director of the Institute of Sustainability and Innovation in Civil Engineering.

MARCUS Benjamin is a building conservator at the GCI, where he works on the conservation of stone and earthen architecture. He holds a master of science in historic preservation from Columbia University. Since 2012 he has worked on projects including the course on stone conservation with ICCROM, the conservation of Kasbah Taourirt, and has most recently developed the International Course on the Conservation of Earthen Architecture in the UAE.

MARIS LATINA Stella, Architecte, étudiant de Maîtrise en Audit énergétique, FAU-UNT. Professeur Adjoint Constructions I, Architecture de terre crue FAU-UNT, Séminaire Pré-initiation à la recherche. Co-coordonateur du CRIATIC-FAU-UNT. Directeur des Projets de Recherche SCAIT-UNT. Membre PROTERRA (Réseau ibéro-américain) et PROTIERRA (Réseau Argentine).

MECCA Saverio, architecte, est Professeur titulaire de Production des Bâtiments, Directeur du Département d'Architecture (DIDA) à l'Université de Florence en Italie et Directeur de l'unité de recherche NN-LINK-S sur les systèmes de connaissances locaux et indigènes et l'innovation de l'université de Florence.

MELLADO Juan Carlos studied architecture at the San Antonio Abad University in Cusco, Peru. He worked at the Municipality of Cusco, in the MPC-INC-UNESCO Agreement for the elaboration of the Master Plan of the Historical Center of Cusco, and later in the DDC-C in various managerial positions. Currently, he is head of construction supervision for the restoration project of the Church of Kuñotambo.

MENÉNDEZ Juan Carlos is a resident architect for the restoration of the Church of Kuñotambo. He graduated from the Faculty of Architecture and Urbanism of the National University San Antonio Abad of Cusco, and holds a master's degree from the Faculty of Architecture and Urbanism of the National University of Engineering in Lima. He has also worked professionally as a member of the UNUNCHIS technical team, in the Faculty of Architecture of the UNSAAC, and is owner of LAMESCP SRL, Laboratory of Soil Mechanics, Concrete and Pavements.

MILETO Camilla PhD is an architect and professor of architectural conservation in graduate, postgraduate and PhD course at Universitat Politècnica de València (Spain), where she is the director of the Master's Course in Architectural Conservation. She has been a guest lecturer at different universities including Venice and Florence (Italy), Cordoba (Argentina) and the University of Pennsylvania (Philadelphia, USA). She has received several international awards for her research, projects and built work in architectural conservation and for her teaching in conservation. She is a director of the scientific international journal *Loggia* and has published extensively on architectural conservation in books, articles and conference proceedings.

MILETO Camilla, Docteur en architecture, est professeure à l'Universitat Politècnica de València. Ses recherches sont dédiées à l'architecture vernaculaire et aux techniques constructives traditionnelles.

MOEVUS Mariette est Docteure INSA, experte en sciences des matériaux, elle a supervisé les travaux sur les bétons d'argile environnementaux au sein d'Amàco.

MONNOT Suzanne, architecte DPLG, D.E.A. de philosophie et 3^e cycle d'Architecture. Maître de conférences en Sciences et Techniques pour l'Architecture à l'ENSA de Lyon, chercheur au Laboratoire EVS-LAURE-UMR CNRS 5600 en 4^e année de thèse de doctorat (direction de V. Veschambre, H. Guillaud) en cotutelle internationale avec l'UNACA (G. Galstyan). D'abord coordinatrice du double cursus architecte-ingénieur elle développe des partenariats avec l'Arménie, l'Italie et des pédagogies actives (amàco et CRAterre).

MORISSET Sébastien est actuellement responsable du thème patrimoine du laboratoire CRAterre de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble, avec lequel il collabore depuis 1993.

MU Jun BArch-XUAT, March-XUAT, MPhil-CUHK, PHD-CUHK. Mu Jun is an architect. He has a PHD degree from the Chinese University of Hong Kong (CUHK) and is currently teaching as a professor at School of Architecture and Urban Planning, Beijing University of Civil Engineering and Architecture (BUCEA). He is the branch director of UNESCO Chair in Earthen Architecture at BUCEA. His specialty is in Ecological Architectural Design and mainly focuses on sustainable development of rural China. As the Chairman (Mainland China) of Project Committee of Wu Zhi Qiao Charitable Foundation, he promotes students of over 20 universities from Mainland China, Hong Kong, Taiwan and US to carry out charitable projects of constructing bridges, dwellings and other infrastructure in poor villages. As an expert of the Ministry of Housing and Urban-rural Development, he devotes himself to research and demonstration practice in ecological architecture suitable for poor rural regions and protection-renovation of traditional architecture & villages in rural China.

PABLO D'ANDREA Tiaraju est professeur de l'Universidade Federal de São Paulo (Unifesp) et docteur par la Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de

São Paulo (2013). Il a travaillé dans des centres de recherche de renom sur l'urbain au Brésil tels que le CEM (Centro de Estudos da Metrópole) et le CEBRAP (Centro Brasileiro de Análise e Planejamento). Il a réalisé des stages de recherche à l'École des Hautes Études en Sciences Sociales et à l'Université Paris VIII.

PENAGOS ARENAS Antonio, architecte de l'université ITESO de Guadalajara, Diplômé en architecture de terre par CRAterre-ENSAG, à Grenoble. Professeur dans son Alma Mater depuis plus de 25 ans dans l'enseignement de l'architecture de terre et de la durabilité, au niveau universitaire et de la maîtrise. Il est l'un des pionniers au Mexique dans la construction durable, effectuant des travaux à la fois dans des communautés marginalisées et dans des projets résidentiels. Il est également artiste peintre et sculpteur.

RIVERA VIDAL Amanda, Chilean architect dedicated to earthen architecture and heritage. Degree in architecture from the University of Bío-Bío in Concepción (Chile), Master's degree in earthen architecture and heritage at the CRAterre laboratory ENSAG (France) and Master in Cultural Heritage at the Catholic University of Chile. Director of the Earth Construction School ECoT (Chile). Member of the Iberoamerican network PROTERRA and of the national network, Protierra Chile.

RIVERO OLMOS Alba, architecte, DSA Architecture de terre, responsable du laboratoire d'analyse des matériaux au sein du laboratoire CRAterre-Ensag. Elle conçoit avec Nathalie Sabatier des outils pédagogiques et des formations sur la matière et les architectures de terre pour PlanéTerre, le Pôle diffusion du laboratoire CRAterre-Ensag.

RŮŽIČKA Jan, Ing. Ph.D. Assistant professor at CTU in Prague, Faculty of Civil Engineering, lecturer in Building Structures and Alternative and Natural Based Structures. As a member of the research team at the University Centre for Energy Efficient Buildings of the Prague CTU, his research focuses on mechanical physical properties of natural materials such as clay, straw, etc., earthen structures, sustainable building and integrated design. As an architect, he runs architectural studio KUBUS Ltd which focuses on design of passive buildings and ecological architecture.

SABATIER Nathalie, docteur en ethnologie, chercheur associé au Laboratoire CRAterre, AE&CC, École Nationale Supérieure d'Architecture de Grenoble. Elle conçoit avec Alba Rivero des outils pédagogiques et des formations sur la matière et les architectures de terre pour PlanéTerre, le Pôle diffusion du laboratoire CRAterre-Ensag.

SALARI Firoozeh is a conservator and researcher who works with Iranian Cultural Heritage, Handicrafts and Tourism Organization since 2003. She obtained both her Bachelor and Master degrees in conservation and restoration of historical buildings and urban fabrics. Her main professional interest is to prepare management plans and nomination dossiers for World Heritage enlisting. For the past 15 years, beside her research works on monuments

and sites, she worked for ICHHTO as Assistant Director for the bureau preparing World Heritage nomination dossiers.

SÁNCHEZ MEDINA Fátima is engineer-architect with postgraduate degree in project management and supervision; coordinator of the Asociación de Mujeres Constructoras de Condegas, Nicaragua / AMCC Sustainability and Capacity Development program, earth building course instructor and member of AMCC collective coordination. She is also AMCC's representative in the MesoAmeri-Kaab Network and a member of the coordinating council.

SANCHEZ MUÑOZ Nuria, architecte, consacre ses activités professionnelles au développement durable et à l'amélioration de l'habitat contemporain. Elle collabore depuis 2013 aux activités de CRAterre.

SCHAUPPENLEHNER Thomas is landscape planner and senior scientist at the Institute of Landscape Development, Recreation and Conservation Planning at the University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna. His research focus is landscape planning and landscape modeling geographic information systems as well as inter- and transdisciplinary methods and knowledge transfer.

SHEARS Helen is technical instructor, feminist and advisor – trained and worked in women and manual trades (carpentry) since the 80s in the UK, volunteer, development worker and technical coordinator with Asociación de Mujeres Constructoras de Condegas, Nicaragua / AMCC up to 2017. Master's degree in Education for Sustainability.

SHITTU Theophilus A. is an Architect and currently teaches at the De Montfort University, Leicester in the United Kingdom. Shittu has experience in earthen architecture and sustainable development spanning almost 3 decades. In addition to teaching and research, he is an earth construction practitioner with a rich portfolio of design and construction of earth buildings. His PhD thesis was on sustainable retrofitting of adobe building.

SORIA LOPEZ Francisco Javier, Dr., Architect, Master in restoration and Doctor in architecture. Professor-Researcher and coordinator of the PROPEP academic Body "Conservation and reuse of built heritage". Head of the academic Department of "Technology and Production" at Metropolitan Autonomous University, Xochimilco Campus.

SOSA Mirta Eufemia, Architecte, Master DPEA-CRAterre France. Professeur Associé Constructions I, Cours optionnels Architecture de terre crue FAU-UNT, Séminaire Pré-initiation à la recherche. Co-coordonateur du CRIATIC-FAU-UNT. Directeur des Projets de Recherche SCAIT-UNT. Membre PROTERRA (Réseau ibéro-américain) et PROTIERRA (Réseau Argentine), membre de l'ISCEAH-ICOMOS.

TORREALVA Daniel is Professor, and former Dean, at the School of Science and Engineering at the Pontifical Catholic University of Peru (PUCP). He received his master's degree from the University of California, Los Angeles. He is currently a member of the International Scientific Committee on Earth Architectural Heritage (ISCEAH) and ICOMOS-PERU.

VARGAS SÁNCHEZ Jenny Astrid est architecte et a obtenu un Master en conservation des biens du patrimoine culturel de l'Université nationale de Colombie. Elle est aussi Diplômée du DSA Architecture de Terre de l'ENSAG-CRAterre. Elle travaille comme consultante pour des projets d'intervention sur les biens d'intérêt culturel et développe des activités de formation et de diffusion sur l'architecture de terre.

VEGAS LOPEZ-MANZANARES Fernando, PhD is an architect and professor at Universitat Politècnica de València (Spain) where he teaches architectural conservation and architectural composition. He has been a guest lecturer at the universities of Venice and Milan (Italy), Cordoba (Argentina) and the University of Pennsylvania (Philadelphia, USA). He is a director of the international scientific journal Loggia and has published extensively on architectural conservation. He has received several international awards for his research, projects and built work in architectural conservation. He is the author of numerous studies, projects and interventions on the preservation of the Alhambra of Grenade, as well as other Spanish monuments.

VEJPUSTEK Zdeněk, Ph.D. Ing., Managing director and design director of WaVe Structural Design s.r.o. with a focus on atypical wood structures and the connection of wood with other natural materials. In these fields he cooperates with colleagues from BUT in Brno and participate in experiments, research projects, expert opinions and publishing activities. Member of the technical standardization committee for Wooden Structures, chairman of the Earthen Architecture Association, co-organizer of Healthy Houses conference.

WOLFF Britta, Dipl.-Ing. (FH) has worked as a lecturer for different institutes such as Hochschule Wismar – University of Applied Sciences and the European School of Earth Building / FAL e.V. with the focus on building and sanitation with ecological, sustainable materials, since 2013. She is working at the University of Rostock at her PhD concerning the protection of earth by special lime products as for example Moroccan Tadelakt.

ŽABIČKOVÁ Ivana, doc. Ing. CSc. After 20 years of experience as a structural designer, she has been teaching in the Faculty of Architecture Brno University of Technology Loadbearing structures. Since 1994, she has been interested in earthen buildings. In 2003, she initiated the foundation of the EAA. Under her leadership, EAA took part in the international projects and gained the accreditation to teach and assess the "Clay Building Maker" qualification in Czech Republic.

ZOMBRE Prosper est titulaire d'un Master II en Gestion de Projets. Formé au niveau national et régional sur plusieurs thématiques dont les abris, l'eau, hygiène et assainissement, la gestion de catastrophes, les évaluations d'urgences..., il conduit depuis 2014 les projets d'eau, d'abris et de construction en banco de la Croix-Rouge luxembourgeoise mis en œuvre en partenariat avec la Croix-Rouge Burkinabé.



Une des nombreuses
petites maisons en pisé
du village classé
de Barichara, Colombie
© CRAterre, T. Joffroy

PROGRAMME / PROGRAM

JOUR
DAY

Lundi | Monday

1 04.06

8.30 | 12.30 ▶

Amphi Nord, Bâtiment A,
UFR PhiTEM, Université
Grenoble Alpes

8.30 | 9.00 ▶

Accueil des participants et mise en
place des posters
Reception of participants and poster
setting

9.00 | 09.45 ▶

Introduction et discours
d'ouverture | Introduction and
opening speechesTHEME
PEDAGOGIES INNOVANTES |
INNOVATIVE PEDAGOGIESMODÉRATEUR | MODERATOR :
CAMILLA MILETO, Universitat
Politécnica de València, Spain

09.45 | 09.50 ▶

Introduction du thème par le
modérateur | Theme introduction
by the moderator09.50 | 10.05 ▶ Integration of
Research, Practice and Education
in Teaching Earth Architecture in
ChinaJUN MU ; WEI JIANG ; TIEGANG
ZHOU ; ZENGFEI LIANG ;
ZHONGQI REN10.05 | 10.20 ▶ Transmission de la
méthode VerSus "from Vernacular
to Sustainable" aux étudiants et
enseignants d'architecture :retour d'expérience
NURIA SANCHEZ MUÑOZ ;
SEBASTIEN MORISET ; SAVERIO
MECCA ; LETIZIA DIPASQUALE ;
MADDALENA ACHENZA ;
CAMILLA MILETO ; FERNANDO
VEGAS LOPEZ-MANZANARES ;
MARIANA CORREIA ; GILBERTO
CARLOS10.20 | 10.35 ▶ Shifting the
Possible: Training Outcomes for
Earth Structures
ROWLAND KEABLE & MARIA
BROWN10.35 | 11.05 ▶ Pause café |
Coffee break

Librairie | bookshop

11.05 | 11.20 ▶ Amàco, l'atelier
matières à construire – Bilan
2012-2018MARION BISIAUX ; LAETITIA
FONTAINE ; ROMAIN ANGER11.20 | 11.35 ▶ ElémenTerre,
ouvrir les possibles sur la matière
NATHALIE SABATIER & ALBA
RIVERO OLMOS11.35 | 11.50 ▶ Training for the
seismic retrofitting of earthen
buildings in PeruBENJAMIN MARCUS ; CLAUDIA
CANCINO ; JUAN CARLOS
MENEDEZ ; JUAN CARLOS
MELLADO ; PAULO B. LOURENÇO
DANIEL TORREALVA ; FEDERICA
GRECO ; RAFAEL AGUILAR11.50 | 12.05 ▶ Learning from
seismic structural behavior of
traditional adobe dwellings
FRANCISCO JAVIER SORIA
LOPEZ & LUIS FERNANDO
GUERRERO BACA

12.05 | 12.30 ▶ Discussion

12.30 | 14.00 ▶ Pause déjeuner |
Lunch break

Librairie | bookshop 12.30 | 13.00

JOUR
DAY

Lundi | Monday

1 04.06

14.00 | 17.30 ▶

Amphi Nord, Bâtiment A,
UFR PhiTEM, Université
Grenoble AlpesTHEME
INITIATIVES PUBLIQUES,
SENSIBILISATION & EDUCATION
INFORMELLE | PUBLIC
INITIATIVES, SENSITIZATION &
INFORMAL EDUCATIONMODÉRATEUR | MODERATOR :
CLAUDIA CANCINO, The Getty
Conservation Institute, USA

14.00 | 14.05 ▶

Introduction du thème par le
modérateur | Theme introduction
by the moderator14.05 | 14.20 ▶ Conservation
Machaqa: un nouveau sens pour
la conservation du patrimoine
ANDRÉ ANINAT & CRISTIAN
HEINSEN14.20 | 14.35 ▶ Introduction of the
Earthen Architecture Association
and general activities in the field
of education and research of
earthen structures in the Czech
Republic
ZDENĚK VEJPUSTEK ; IVANA
ZABIČKOVÁ ; JAN RŮŽIČKA14.35 | 14.50 ▶ Diffuser les
connaissances de construction
en banco durable
PROSPER ZOMBRE ; ALEXANDER
JACOBY ; MARIA CALZADILLA

14.50 | 15.05 ▶ Discussion

15.05 | 15.35 ▶ Pause | Break
Librairie | bookshop15.35 | 15.50 ▶ Integral technical
training for women in northern
Nicaragua.
AMANDA CENTENO ; HELEN
SHEARS ; FATIMA MEDINA
Présenté par / Presented by
ANDREEA DANI15.50 | 16.05 ▶ Chile : education
and earthquakes. Knowledge
transfer as a response to the
seismic condition
AMANDA RIVERA VIDAL16.05 | 16.20 ▶ A Citizen Science
Approach to build a
knowledgebase on earth
constructions in the Weinviertel
region, AustriaTHOMAS SCHAUPPENLEHNER ;
RENATE EDER ; KIM RESSAR ;
HUBERT FEIGLSTORFER ;
ROLAND MEINGAST ; FRANZ
OTTNER16.20 | 16.35 ▶ L'enseignement de
l'architecture en terre dans
l'Université Nationale de Tucumán
en Argentine. Education formelle
et non formelle
MIRTA EUFEMIA SOSA & STELLA
MARIS LATINA

16.35 | 17.00 ▶ Discussion

17.00 | 17.30 ▶
Clôture | Closure

Activité annexe | Side activity

18.30 ▶ 21.00

Visite du prototype Terra Nostra,
immeuble d'habitation en bois et
terre crue | Départ collectif en tram
depuis le colloque (25 min.)
Visit of the Terra Nostra Prototype,
apartment building made of timber &
raw earth | Collective departure by
tram from the colloquium site (25
min.)Adresse | Address:
La Bifurk, 2 rue Gustave Flaubert,
Grenoble.

JOUR
DAY

Mardi | Tuesday

2 05.06

9.00 | 12.30 ▶

Amphi Nord, Bâtiment A,
UFR PhiTEM, Université
Grenoble AlpesTHEME
PROGRAMMES FORMELS &
CERTIFICATION | FORMAL
PROGRAMMES & CERTIFICATIONMODÉRATEUR | MODERATOR :
LUC VAN NIEUWENHUYZE,
Asterre, France

09.00 | 09.05 ▶

**Introduction du thème par le
modérateur | Theme introduction
by the moderator**09.05 | 09.20 ▶ **Education,
awareness and dissemination.
The activities carried out within
the framework of the UNESCO
Chair 'Earthen architecture,
constructive cultures and
sustainable development' at UPV
(Spain)**
CAMILLA MILETO & LIDIA GARCIA-
SORIANO09.20 | 09.35 ▶ **Amélioration &
appropriation d'une technique
d'architecture de Terre comme
modèle de transmission des
connaissances à travers de
multiples sphères d'action, depuis
l'université, la pratique
professionnelle, le master et
jusqu'à son insertion dans la
communauté. Cas Université
ITESO à Guadalajara, Mexique**
ANTONIO PENAGOS ARENAS09.35 | 09.50 ▶ **Continuité du
Programme d'Architecture de
Terre de l'Université Nationale de
Colombie : un défi pour le
troisième cycle**
JENNY VARGAS09.50 | 10.05 ▶ **Grounded
Materials ou de la matière ancrée :
Retour sur une expérience
pédagogique zurichoise**
ALICE HERTZOG ; SASHA CISAR ;
CORALIE BRUMAUD ; MARIETTE
MOEVUS ; ANOUCHKA KACZMAREK
; GUILLAUME HABERT10.05 | 10.20 ▶ **The challenges of
higher education on earth
building we face today**
BRITTA WOLFF & STEPHAN
JÖRCHER10.20 | 10.35 ▶ **Discussion**10.35 | 11.05 ▶ **Pause café |
Coffee break**
Librairie | bookshop11.05 | 11.20 ▶ **La formation de
chef de chantier pour consolider
le cycle de construction**
MAURICIO GANDUGLIA11.20 | 11.35 ▶ **ACVET, construire
en terre au Congo**
ALEXANDRE DOULINE & FAUSTIN
MOMA KONGOLO11.35 | 11.50 ▶ **Teaching of Earth
Construction as a Technical
Vocation in a Nigerian
Polytechnic**
THEOPHILUS SHITTU & MICHAEL
AJUFOH11.50 | 12.05 ▶ **L'architecture de
terre dans le Pré-Rif marocain**
ABDERRAFI LAHBABI12.05 | 12.30 ▶ **Discussion**12.30 | 14.00 ▶ **Pause déjeuner |
Lunch break**
Librairie | bookshop 12.30 | 13.00JOUR
DAY

Mardi | Tuesday

2 05.06

14.00 | 17.30 ▶

Amphi Nord, Bâtiment A,
UFR PhiTEM, Université
Grenoble AlpesTHEME
RENFORCEMENT DES
INSTITUTIONS, DES
COMMUNAUTÉS & DES RESEAUX
| REINFORCEMENT OF
INSTITUTIONS, COMMUNITIES &
NETWORKSMODÉRATEUR | MODERATOR :
DAVID GANDREAU, Ecole
Nationale Supérieure d'Architecture
de Grenoble, France14.00 | 14.05 ▶
**Introduction du thème par le
modérateur | Theme introduction
by the moderator**14.05 | 14.20 ▶ **L'institut des villes
de Sao Paulo : quand le
mouvement social et l'université
se rencontrent**
TIARAJU PABLO D'ANDREA
& PEDRO FIORI ARANTES14.20 | 14.35 ▶ **Rooted
Sustainability of Yazd Earthen
Architecture : Challenges of the
Present and Future**
SEYED MOHAMMAD HOSSEIN
AYATOLLAHI ; FATEMEH
MALEKZADEH ; ARMAN
SEDIGHIAN ; MEHDI GHASEMI ;
AMIR SAEED PAKSERESHT14.35 | 14.50 ▶ **Dynamiques
universitaires et stratégies autour
des patrimoines en terre en
Arménie et France**
SUZANNE MONNOT & EMMA
HARUTYUNYAN14.50 | 15.05 ▶ **Des actions
croissantes en faveur de la
construction en terre à l'Ensa de
Toulouse**
ISABELLE VERVICH-FORTUNÉ15.05 | 15.20 ▶ **Discussion**15.20 | 15.50 ▶ **Pause | Break**
Librairie | bookshop15.50 | 16.05 ▶ **The university
work of the World Heritage City
Project, intervention models for
the rescue and preventive
conservation of earth-based
architecture**
SEBASTIÁN ASTUDILLO CORDERO ;
MARÍA CECILIA ACHIG-BALAREZO ;
GABRIELA BARSALLO CHAVEZ ;
FAUSTO CARDOSO MARTINEZ16.05 | 16.20 ▶ **Earth and loof ah
shells. An educational
experimentation**
MADDALENA ACHENZA16.20 | 16.35 ▶ **Enseigner la
construction soutenable en terre à
l'UGA. "projet IDEX Formation :
e-CoLoS !"**
DOMINIQUE DAUDON ; FLORENCE
JOUSSELLIN ; JEAN-MARTIAL
COHARD ; YANNICK SIEFFERT ;
LAURENT OXARANGO ; THIERRY
JOFFROY ; BAKONIRINA
RAKOTOMAMONY ; PHILIPPE
GARNIER ; STAN BORKOWSKI ;
NICOLAS BONNEFOND ; REMI
PINCENT ; PIERRE BILLET ;
EMMANUEL GODDE ; PHILIPPE
GUEGUEN ; GILLES DEBIZET ;
THOMAS JAY-ALLEMAND ; GERALD
HIVIN ; MAGALI AUPICON ; MARCO
IMPERADORI ; GRAZIANO
SALVALAI ; GABRIELE MASERA,
GIOVANNI DOTELLI ; FRANCESCO
CALVETTI ; LAETITIA FONTAINE,
MARTIN POINTET ; PHILIPPE
BIGUENET ; FREDERIC BATTOIS ;
OLIVIER BÉRARD ; GILLES
ESCALA ; NADEGÉ MASNADA16.35 | 17.00 ▶ **Discussion**17.00 | 17.30 ▶
**Discours de clôture | Closing
speeches**

Activité annexe | Side activity

18.00 ▶ 19.30

Anniversaire de la maison 24h &
Lancement du projet e-CoLoS! |
Départ collectif à pied depuis le
colloque (10 min.)
Visit of the 24h House & e-CoLoS!
Project Launch | Collective departure
by foot from the seminar site (10 min.)Adresse | Address:
Campus Universitaire, 588-652
Avenue Centrale, 38400 Saint-Martin-
d'Hères



Formation IWEA organisée
à Yazd en Iran, février 2019
© CRAterre, T. Joffroy

CRAterre Éditions
Maison Levrat, Parc Fallavier
2 rue de la Buthière - B.P. 53
38092 Villefontaine Cedex France
www.craterre.org

ISBN : 979-10-96446-41-4

Le séminaire scientifique international TERRA Education III a été organisé du 4 au 7 juin 2018 à l'occasion du 20^e anniversaire de la création de la Chaire UNESCO « Architectures de terre, cultures constructives et Développement Durable » et dans le cadre du Programme du patrimoine mondial pour l'architecture de terre (WHEAP). Il a été organisé sur le campus de l'Université de Grenoble Alpes par l'équipe de recherche CRAterre de l'unité de recherche AE&CC de l'ENSAG, avec le soutien financier du Labex AE&CC.

Son objectif était de faire le point de la dynamique actuelle au niveau mondial en termes d'enseignement, de formation professionnelle, de recherche et de diffusion des connaissances dans le domaine de l'architecture en terre, puis de réaliser une réflexion prospective en réponse aux grands défis auxquels notre monde est actuellement confronté.

Au total, plus de cent-dix participants ont assisté aux trente présentations en plénières et pris connaissance de la quinzaine de posters, tous préparés spécifiquement pour cette occasion.

Sur la base de ces contributions, les rapporteurs et membres du comité scientifique ont élaboré une synthèse qui fait ressortir un certain nombre d'enseignements mais aussi des lacunes et des questions communes qui devraient être étudiées dans les années à venir.

The international seminar TERRA Education III was held June 4-7, 2018 on the occasion of the 20th anniversary of the creation of the UNESCO Chair Earth Architecture, Building Cultures and Sustainable Development, in the framework of the World Heritage Earthen Architecture Program (WHEAP). It was held on the campus of the University of Grenoble Alpes and organised by the CRAterre team (AE&CC research unit of ENSAG) with the scientific and financial support of the Labex AE&CC.

Its objective was to take stock of the current dynamics in terms of higher education, professional training, research, and dissemination of knowledge in the field of earthen architecture, and then to carry out a prospective reflection in response to current global challenges.

In all, over one hundred and ten participants attended the thirty plenary presentations and the presentation of fifteen posters. On this basis, the rapporteurs and the scientific committee have drawn up a synthesis highlighting a number of lessons learnt as well as common questions to be studied in the years to come.

