



HAL
open science

Inventory of traditonal stabilisers in earthen plasters of Kerala

Rosie Paul

► **To cite this version:**

Rosie Paul. Inventory of traditonal stabilisers in earthen plasters of Kerala. Architecture, space management. 2018. dumas-02076893

HAL Id: dumas-02076893

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02076893>

Submitted on 22 Mar 2019

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

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



ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE GRENOBLE

Inventory of traditional stabilisers in earthen plasters of Kerala Inventaire des stabilisants traditionnels dans les enduits terre au Kerala

ROSIE PAUL

DSA - TERRE 2016 - 2018

Mémoire du diplôme de spécialisation et d'approfondissement
Architecture de terre - Mention patrimoine

Ministère de la culture
et de la communication
Directions générale des patrimoines

*Dedicated to the spirit and people of Kerala
who persevered through the floods of August 2018.*

Inventaire des stabilisants traditionnels dans les enduits terre au Kerala.

PAUL Rosie

Mémoire du diplôme de spécialisation et d'approfondissement
Architecture de terre - Mention patrimoine
DSA Terre 2016-2018

Jury

Directeur d'étude

ANGER Romain , Docteur, Ingénieur INSA, DPEA-Architecture de terre, chargé de recherche,
CRATERRE-ENSAG et amàco-Grands Ateliers

Personnalités extérieures

BROUARD Yoan, Docteur, Ingénieur de recherche à l'université de Tours
Laboratoire de mécanique (LAMé)

Enseignants à l'ENSAG et équipe pédagogique du DSA-Architecture de terre

JOFFROY Thierry, HDR, Architecte DPLG, CEAA-Architecture de terre, ITA, CRATERRE-ENSAG

Acknowledgement

The development of this dissertation would not have been possible without the co-operation and support of several institutions and individuals.

First and foremost I would like to thank my dissertation directors Romain Anger and Aurelie Vissac for their guidance and their valuable inputs that has greatly helped the quality of research and study that has gone into this dissertation.

To all the professionals and artisans for their valuable time and inputs that made this inventory a reality - Biju Bhaskaran (Thannal), P.K Sreenivasan (Vasthukam) ,Vinod Kumar (D.D Architects) , P.B Sajan (COSTFORD) , Arul(INTACH), G Shankar (Habitat), MadhuSudan (Habitat), PRV Vaidyan and mason VijayKumar.

All the individuals of Wayanad that patiently shared their memories and secrets recipes of plasters with me.

My professors Bakonirina Rakotomamonjy, Sébastien Moriset and Lydie Didier for their guidance and advice through the course of this research.

My warmest gratitude to Sylvie Wheeler, my teacher and friend for patiently listening to my queries and taking such an avid interest in my topic of study and guiding me all the way.

Auroville Earth Institute especially Satprem Maini and Lara Davis for introducing me to the world of earth architecture and for being one of my greatest supports since then.

RegiKumar for being my resource person in India and accompanying me to the different villages in Kerala and helping me in every way possible.

Hilary Smith, for being my dearest friend, personal librarian, chief editor and translator all in one person.

Varsha Raju and Soundharya S for helping me immensely in the research, graphic content and compilation of this dissertation.

Alizée Michau-Bauchard for her constant support and for being my patient French tutor through the years.

Alice Mortamet, Isis Roux-Pagès, Solène Getti for the SOS translations done over a short time frame.

Noorain Ayesha Ahmed for the wonderful sketch that beautifully captures my findings in Kerala.

Eluckkiya Nallaswamy, Minikumar, Hannah John and Shubha Akkiramadi for being my patient, enthusiastic lab assistants.

My uncle Tony John Alapatt who helped with the fabrication of the testing equipment and catching of the elusive *varaal* fish.

Emilien Bouchacourt and MSA Kumar for providing me with a calm and peaceful space to work on my dissertation and experiments.

Chenelle Rodrigues, Bénédicte Vedrine, Emy Galliot, Elena Carrillo, Adèle Coulloudon and Nameeta Rao for their constant words of encouragement in times of doubt.

To my DSA batch 2016-2018 for being my family in France and for giving me a home away from home.

I am extremely grateful to my team at Masons Ink in India for keeping my spirits high especially my friend and partner Sridevi Changali without whose immense support this DSA would not have been conceivable.

And finally my fondest gratitude to my family, particularly my parents and my grandmother Ms. Rosy John, for always encouraging and helping me realize my dreams.

Remerciements

Ce mémoire a été rendu possible grâce à la coopération et au soutien de plusieurs personnes et institutions que je tiens à remercier chaleureusement pour leur accompagnement tout au long du processus de recherches et de rédaction.

Je souhaite tout d’abord remercier mes directeurs de mémoire, Romain Anger et Aurélie Vissac pour leurs précieux conseils et suggestions qui ont permis des recherches productives et de qualité.

Tous les professionnels et artisans pour leur disponibilité et leurs contributions qui ont permis la réalisation de cet inventaire : Biju Bhaskaran (Thannal), P. K. Sreenivasan (Vas-thukam), Vinod Kumar (D.D Architects , P. B. Sajan (COSTFORD), Arul (INTACH), G. Shankar (Habitat), MadhuSudan (Habitat), PRV Vaidyan et VijayKumar.

Tous les habitants de Wayanad qui ont patiemment partagé avec moi leurs souvenirs et leurs recettes secrètes d’enduits.

Mes professeurs Bakonirina Rakotomamonjy, Sébastien Moriset et Lydie Didier pour leur soutien et leur appui tout au long de ces recherches.

Ma reconnaissance à Sylvie Wheeler, mon professeur et amie, pour avoir patiemment écouté mes interrogations, s’être intéressée à mes recherches et m’avoir guidée pendant plusieurs mois.

Je remercie l’Auroville Earth Institute en particulier Satprem Maini et Lara Davis de m’avoir initiée à l’architecture de terre et d’être l’un de mes plus important soutien depuis plusieurs années.

Merci à Regikumar d’avoir été ma personne ressource en Inde, de m’avoir accompagnée dans différents villages du Kerala et de m’avoir aidée de toutes les façons possibles.

Hilary Smith, ma très chère amie aux multiples casquettes : Bibliothécaire personnelle, rédactrice en chef et traductrice.

Varsha Raju and Soundharya S. pour leur précieuse aide pendant mes recherches, les illustrations et la mise en page de ce mémoire.

Alizée Michau-Bauchard pour son soutien indéfectible et ses cours particuliers de français.

Je remercie Alice Mortamet, Isis Roux-Pagès et Solène Getti pour les traductions de dernière minute.

Merci à Noorain Ayesha Ahmed pour les formidables croquis qui illustrent mes découvertes.

Je remercie Eluckkiya Nallaswamy, Minikumar, Hannah John et Shubha Akkiramadi d’avoir été des assistantes de laboratoire patientes et passionnées.

Mon oncle Tony John Alapatt qui m’a aidée à fabriquer le matériel de tests et à pêcher le *varaal*, un poisson réputé insaisissable.

Emilien Bouchacourt et MSA Kumar qui m’ont accueillie chez eux, dans un environnement calme pour travailler sur mon mémoire et mener mes expérimentations.

Chenelle Rodrigues, Bénédicte Vedrine, Emy Galliot, Elena Carrillo, Adèle Coulloudon et Nameeta Rao pour leurs encouragements dans les périodes de doute.

Merci à tous les étudiants de la promotion 2016-2018 du DSA d’avoir été ma famille française et de m’avoir fait me sentir comme chez moi à plusieurs milliers de kilomètres de chez moi.

Je suis extrêmement reconnaissante pour le soutien moral sans faille apporté par mes collègues de *Masons Ink* en Inde. Je tiens tout particulièrement à remercier mon associée Sridevi Changali sans qui mes années d’études au sein de DSA n’auraient pas été possibles.

Je remercie très chaleureusement ma famille, en particulier mes parents et ma grand-mère, Rosy John, de m’avoir toujours encouragée et de m’avoir aidée à réaliser mes rêves.

Preface

With this memoir I take you on a journey to India, the country that is fascinating, mysterious and may be also terrifying to the foreign eye. A closer look into a region called Kerala, my birthplace, and the hidden treasures of traditional recipes used in earthen constructions of the region. My research has led me to discover many things about my land of origin that I knew little of. I choose this subject to study as I was always intrigued by certain snippets from my childhood— memories of seeing earthen homes, incomplete stories about strange things that were used to build homes like plant juices, animal faeces even one where a dam was built with human blood!

My journey as an earth architect in India has helped me understand both the benefits and the challenges of building with mud in a tropical climate. So when the opportunity of dedicating a year to research was presented to me thanks to DSA Terre, I was more than excited to take on this subject in search of answers.

My research helped me see and understand parts of Kerala I had never been to, places and communities hidden away. It has also helped me connect with fellow earth enthusiasts - architects, masons and laymen alike. To share and exchange our knowledge of earthen constructions, breaking barriers of gender, caste, religion and other prejudices. For this, I will be ever grateful. This dissertation will not be the end of this quest but the beginning of a study that can be extended to different parts of India and a stepping stone to reviving these dying recipes. I am excited to share my findings with you and I hope you will enjoy it as much as I did.

Avant-Propos

A travers ce mémoire, je vous emmène en voyage en Inde, un pays à la fois fascinant et mystérieux qui peut aussi effrayer ceux qui ne le connaissent pas encore. Nous nous attarderons au Kerala, ma région d'origine et nous pencherons sur quelques-uns de ses trésors cachés : les techniques traditionnelles de construction en terre. Mes recherches m'ont permis de découvrir de nombreux aspects de ma région d'origine dont je n'avais jamais pris conscience. J'ai choisi ce sujet d'études, intriguée par des bribes de souvenirs datant de mon enfance : des maisons en terre, des histoires d'ingrédients étranges utilisés pour construire les maisons, des jus de plantes, des déjections animales ou encore un barrage érigé avec du sang humain !

Mon parcours en tant qu'architecte indienne spécialisée dans la construction en terre m'a amenée à comprendre les avantages de la construction en terre dans un climat tropical tout en prenant conscience des défis à relever. L'opportunité offerte dans le cadre du DSA Terre de consacrer une année de recherche à ce sujet m'a enthousiasmée et encouragée à trouver les réponses à mes questions.

Mes recherches m'ont conduite à découvrir et mieux comprendre des régions du Kerala où je n'avais jamais été auparavant, à la rencontre de communautés isolées dont je n'avais jamais entendu parlé. J'ai également rencontré de nombreuses personnes passionnées par l'architecture en terre : des architectes, des maçons ou de simples novices dans ce domaine. Ainsi, j'ai pu partager des connaissances sur les techniques de construction en terre, indépendamment des différences de genre, de caste ou de religion. Je suis immensément reconnaissante et absolument convaincue que ce mémoire n'est que le début de recherches qui pourront être étendues à l'intégralité du territoire indien afin de permettre la diffusion de recettes anciennes, qui sont sur le point de disparaître. J'ai hâte de partager mes découvertes avec vous et j'espère que vous y prendrez autant de plaisir que moi.

SUMMARY

ACKNOWLEDGEMENT

PREFACE

Introduction, 16
Challenges facing earth
construction in India

1
Chapter

Kerala - the region of Study, 47
General Context
Political Context
Steps towards sustainability

2
Chapter

Natural Stabilisers, 59
Earthen Plasters and their
stabilisation
Source of Information
Inventory of Natural Ingredients
Set of Recipes

3
Chapter

Performance Tests, 162
The base materials
The protocols
Water Erosion Test
Abrasion test
The Sponge test
External Exposure

4
Chapter

CONCLUSION, 184.
Annexures, 194.
Bibliography, 212.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

AVANT-PROPOS

Introduction, 16
Les enjeux de la construction
en terre en Inde

1
Chapitre

Kerala - la région d'étude, 47
Contexte général
Contexte politique
Vers un modèle de société durable

2
Chapitre

Les Stabilisants naturels, 59
Les enduits en terre et leur
stabilisation
Source d'information
L'Inventaire des ingrédients naturels
Carnet des recettes

3
Chapitre

Les Tests de performance, 162
Les matières premières
Les protocoles
Essai de perméabilité
Essais d'abrasion
Test de l'éponge
Exposition à l'extérieur

4
Chapitre

CONCLUSION, 184.
Tables des annexes, 194.
Bibliographie, 212.



“
Seeking in the present
for clues to her past
and in the past for clues
to her future
”

– Michael wood, Historian on his mission in India.

01 | INTRODUCTION INTRODUCTION

India is the world's most ancient civilisation and yet one of its youngest nations. India is one among the most ethnically diverse countries in the world. Hence it is home to many traditions, cultures, religions and sciences.

The traditional building practices of ancient India are exemplary examples of sustainability through simplicity relevant even today. If revived they can be great tools to achieve the zero energy goal in construction.

For example, the ancient stepped-wells or *vaavs* of Gujarat and Rajasthan, is an ingenious traditional rainwater harvesting system which dates back as far as 423 A.D. They were essential in rain harvesting, groundwater recharge and as storage systems.¹

Stepwells are a unique combination of technology, architecture and art. An interesting feature of the step well is that the direct sunlight cannot penetrate the well

L'Inde est l'une des plus anciennes civilisations du monde mais une de ses plus jeunes nations. L'Inde est également un des plus divers pays ethniquement dans le monde. Elle héberge plusieurs traditions, cultures, religions et sciences.

Les pratiques de construction traditionnelles de l'Inde ancienne sont d'excellents exemples de durabilité tout en prônant la simplicité, et restent pertinentes encore aujourd'hui. Remises au goût du jour, elles peuvent être de très bons outils pour atteindre l'objectif d'un bilan énergétique neutre dans la construction.

Par exemple, les puits à degrés (ou *vaavs*) de Gujarat et du Rajasthan sont des systèmes ingénieux de récupération des eaux de pluie qui remontent à 423 apr. J.-C. Ils étaient des systèmes essentiels pour la collecte des eaux de pluie, la recharge des eaux souterraines et le stockage de l'eau.¹

Les puits à degrés sont des uniques combinaisons de technologie, d'architecture et



¹ "Splendours of Water Architecture- The Stepwells of Rajasthan," *Power of Creativity for Sustainable Development*, Dec. 2009, 18-27.

P1 - Image showing a traditional earthen plaster pattern. Image taken by Rosie Paul

P2 - Collage of images showing the culture and traditions of India. Images taken by Rachita Misra

and the evaporation of water is thus reduced. The water gets filtered from the earth, thus remaining pure and fresh.²

The natural passive cooling systems of the buildings of Jaisalmer situated in the Thar desert of India is another interesting example. Very narrow vertical shafts and ducts are used to deflect wind from the courtyards into the rooms which cool down the living spaces considerably.³

The richness of the traditional know-how in ancient India extends into the mud structures varying across different landscapes from palaces to quaint mud dwellings. The vernacular *havelis* of Gondia, Maharashtra are large mansions of mud that go up to 3 storeys. These were structures built to respond to the climatic and social needs of the time. The thick walls of mud reduce heat gain, the rooms around the main room act as air passages that further cool the building along with courtyards and verandahs that provide seasonal heating and cooling solutions.⁴ When speaking of traditional mud buildings one must not ignore the small mud dwellings that maybe be trivial in size when compared to the palaces and mansions in mud, but are numerous in number. India is dotted with many such structures, sometimes sparsely along urbanised areas and in large dense clusters along the rural fabric. These are great examples of sustainability through

d'art. Un élément intéressant du puit à degrés émane du fait que la lumière directe du soleil ne pénètre pas dans le puit, ce qui réduit l'évaporation de l'eau. L'eau est filtrée par la terre, ce qui la rend pure et potable.²

Le système de rafraîchissement naturel passif des bâtiments de Jaisalmer situés dans le désert du Thar en Inde constitue un autre exemple intéressant. De très étroits conduits et canalisations sont utilisés pour dévier le vent des cours extérieures vers les pièces afin de rafraîchir considérablement les espaces de vie.³

La richesse du savoir-faire traditionnel de l'Inde ancienne s'étend dans les structures en terre qui varient d'un paysage à un autre, des palais majestueux aux simples habitations en terre. Les havelis vernaculaires de Gondia, Maharashtra, sont de grands manoirs en terre qui peuvent atteindre 3 étages. C'étaient des structures construites pour répondre aux besoins climatiques et sociaux de cette époque. Les murs épais en terre réduisent le gain de chaleur, les salles autour de la pièce principale agissent comme des passages d'air qui rafraîchissent davantage le bâtiment ainsi que les cours et les vérandas qui fournissent des solutions saisonnières de chauffage et de rafraîchissement.⁴ Quand on aborde le sujet des bâtiments en terre traditionnels, on ne peut pas ignorer les petites habitations

² Ibid., 18-27.

³ Vinod Gupta, "Natural Cooling Systems of Jaisalmer," *Architectural Science Review* 28, no. 3 (1985): 58-64.

⁴ Vernacular Architecture of Gondia, Maharashtra, India, *Archinomy*, <http://www.archinomy.com/case-studies/691/vernacular-architecture-of-gondia-maharashtra-india> (accessed June 04, 2018).

P3 - A. Madhumathi, J. Vishnupriya and S. Vignesh, *View of hutments in Meenakshipuram*, Digital image. (Meenakshipuram). "Sustainability of traditional rural mud houses in Tamilnadu, India: An analysis related to thermal comfort" *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology* 1, no. 5 (December): 304.



simplicity.

One such example is the cluster of mud houses in the village of Meenakshipuram in Madurai, TamilNadu with earth walls made of cow dung and chopped straw. These cluster of houses were analysed for thermal comfort and were proven to have significant variations in temperature between the outside and inside.⁵

Unfortunately these methods are being forgotten or abandoned under the false notion of being outdated and inefficient to respond to today's needs. In the race to the future - to become a 'developed' nation, the past rich in knowledge and skill is being left behind.

However, India has a unique advantage of being a nation of villages with more than 70% of the population still living in rural areas.⁶ Hence, the search for traditional practices is not restricted to the past alone but in living heritage found in places where urbanisation is still in its nascent stages. The challenge is only to locate them and valorise them before they disappear.

Knowledge loss has already been responsible for increasing the vulnerability and risk to indigenous populations. It is, therefore, important to recognise indigenous peoples and their knowledge as valuable allies in the fight against climate change, sustainable development challenges and in maintaining global biodiversity.⁷

en terres car bien qu'elles puissent paraître insignifiantes en taille par rapport aux palais et aux villas en terre, elles sont nombreuses. L'Inde est parsemée par de telles structures, de façon éparses dans les régions urbanisées et en groupements denses et étendus tout au long du tissu rural. Ce sont de très bons exemples de la durabilité par le biais de la simplicité.

On peut citer, à titre d'exemple, le groupement de maisons en terre dans le village de Meenakshipuram à Madurai, Tamil Nadu, avec ses murs en terre mélangée avec la bouse de vache et la paille broyée.

Les maisons furent analysées pour le confort thermique et témoignent de fortes différences entre les températures extérieures et intérieures.⁵

Malheureusement, ces méthodes tombent dans l'oubli et l'abandon car elles sont considérées comme obsolètes face aux besoins d'aujourd'hui. Dans la course vers le futur et la promesse de devenir un pays développé, les riches connaissances et compétences du passé sont laissées de côté.

Néanmoins, l'Inde bénéficie de l'avantage particulier d'être une nation de villages avec plus de 70% de sa population qui habitent toujours dans des régions rurales.⁶ Alors la recherche de pratiques traditionnelles n'est pas limitée à la fouille du passé mais également dans le patrimoine vivant recélé dans les lieux où l'urbanisation n'en est encore

P4 - "Traditional Dwelling Study of a House in Gondia, Maharashtra". Digital image. Archinomy. Accessed June 04, 2018. <http://www.archinomy.com/case-studies/691/vernacular-architecture-of-gondia-maharashtra-india>.

P5 - *A woman standing in front of a mud house in Bihar*. Digital image. Aaobihar. Accessed June 04, 2018. <http://blog.aobihar.com/the-story-of-mud-houses-of-bihar/>

⁵ Madhumathi A. et al., "Sustainability of traditional rural mud houses in tamilnadu, India: An analysis related to thermal comfort," *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology* 1, no. 5 (2014): 5.

⁶ Uri Friedman, "70% of India Has Yet to Be Built," *The Atlantic*, June 29, 2014, <https://www.theatlantic.com/international/archive/2014/06/70-percent-of-india-has-yet-to-be-built/373656/> (accessed May 28, 2018).

In the report *Realizing the Future We Want*, the UN System Task Team on the 2015 UN Development Agenda acknowledges that it is essential to explore the linkages between sustainable development and indigenous knowledge.⁸

If certain measures are not taken rapidly there will be negative consequences for the survival of these populations as well as for their knowledge systems. Inventorying of these traditions may be an essential part to safeguard traditional knowledge for both individual and collective identities. Making these inventories accessible to the world encourages creativity and self-respect in the communities where practices of intangible cultural heritage originate.⁹

qu'au stade initial. Le réel défi se trouve dans le repérage et la valorisation de ces pratiques avant leur disparition.

La perte des connaissances est déjà responsable de la vulnérabilité et du risque croissant des populations indigènes. Il est donc important de reconnaître les peuples indigènes et leur savoir-faire en tant qu'alliés précieux dans la lutte contre le changement climatique et les défis du développement durable vers le maintien de la biodiversité globale.⁷

Dans le rapport « *Realizing the Future We Want* », l'Équipe de travail du système des Nations Unies pour le programme de développement des Nations Unies au-delà de 2015 reconnaît qu'il est essentiel d'explorer les liens entre le développement durable et les connaissances indigènes.⁸

Si certaines solutions ne sont pas mises en marche rapidement, il y aura des conséquences négatives sur la survie de ces populations ainsi que leurs systèmes de connaissances. L'inventaire de ces traditions pourrait être indispensable dans la sauvegarde des connaissances traditionnelles pour les identités individuelles et collectives. La mise à disposition de ces inventaires au monde entier encourage la créativité et le respect de ces communautés où les pratiques de patrimoine immatériel prennent leur source.⁹

⁷ Giorgia Magni, "Indigenous knowledge and implications for the sustainable development agenda," Paper commissioned for the *Global Education Monitoring Report 2016, Education for people and planet: Creating sustainable futures for all* (2016): 31.

⁸ Ibid., 3.

⁹ UNESCO, *Intangible Cultural Heritage, Identifying and Inventorying Intangible Cultural Heritage*, 2011.,pg 4.
P6 - Patel, Dushyant. "Rani ki Vav – Inside". December 29, 2013. 500px, Patan, Gujarat.



The Present Scenario | La Situation Actuelle

India is at the wake of a new era as the country rushes towards an idea of modernity and development. Unlike the western world where 70% is built with merely 30% left to be built in the case of India it is the inverse with rapid urbanization that will require the construction of 700 to 900 million square meters of commercial and residential space.¹⁰ Hence there is a hurried attitude towards providing quick solutions for this need. There is little or no thought given to the material used in question – embodied energy, origin, industrial processing, health aspects are seldom valuable concerns. Most often cost, aesthetics, speed of construction carry more weightage in material selection. This model of construction is unsustainable and will have dangerous implications on the environment. The Sustainable development Goals by the UNDP¹¹ that came into effect in January 2016 lists out 17 aspects to ensure a sustainable development path to developing nations. In the domain of construction the most relevant would be Sustainable cities and communities (goal 11), Responsible consumption and production (goal 12), Affordable and clean energy (goal 7), Industry infrastructure and innovation (goal 9). It is therefore an urgent need to look into sustainable, low-energy solutions for new constructions. In

L'Inde est à l'aube d'une ère nouvelle et le pays se hâte vers l'idée de la modernité et du développement. Contrairement au monde occidental où 70% est construit et seulement 30% reste à construire, dans le cas de l'Inde il est l'inverse avec une urbanisation rapide qui nécessite la construction de 700 à 900 million mètres carrés d'espaces commerciaux et résidentiels¹⁰. Ainsi les solutions pour répondre à ces besoins se trouvent dans la hâte. Les matériaux utilisés ne suscitent que peu ou pas de réflexion – l'énergie grise, l'origine, la transformation industrielle et les aspects sanitaires ne sont que rarement pris en considération. La plupart du temps le coût, l'esthétique et la rapidité de construction éclipsent la sélection des matériaux. Ce modèle de construction n'est pas durable et aura des répercussions nocives sur l'environnement. Les objectifs de développement durable du PNUD¹¹ en vigueur depuis janvier 2016 détaillent 17 moyens d'assurer une voie de développement durable pour les pays en cours de développement. Pour le domaine de la construction les plus pertinents sont : les villes et les collectivités durables (objectif n° 11), la consommation et la production responsables (objectif n° 12), l'énergie non polluante à un prix abordable (objectif n° 7) et l'infrastructure et l'innovation dans les industries (objectif n° 9). Il est donc

the present scenario, earthen architecture could play a vital role in providing a viable solution that responds to all of the above mentioned goals.

urgent d'étudier des solutions durables à faible consommation énergétique pour les nouvelles constructions. Dans le scénario présent, l'architecture de terre pourrait jouer un rôle de premier ordre en tant que solution fiable qui répond à tous les objectifs mentionnés ci-dessus.



¹⁰ Shirish Sankhe et al., "India's urban awakening: Building inclusive cities, sustaining economic growth," McKinsey & Company (2010): 17.

¹¹ United Nations, Department of Economic and Social Affairs (DESA), The Sustainable Development Goals Report, 2016, New York: United Nations Publications, 2016.

P7 - Sustainable Development Goals. Digital image. United Nations Development Programme. Accessed June 02, 2018. <http://www.undp.org/content/undp/en/home/sustainable-development-goals.html.VV>

Earth Construction in India | La construction de terre en Inde

Mud construction is seeing a revival in the construction sector today through its earth warriors and natural builders who strive to promote and create awareness on the various advantages of living in a mud structure. As a result there are an increasing number of contemporary mud structures being built that act as the catalysts for change.

India being a country with a tropical climate the mud at times requires stabilisation to render it resistant to the heavy rains of the monsoons. There is an increasing trend of using cement as a stabiliser instead of natural additives hence altering the lifecycle of the mud structures and making them non-recyclable. Reasons for this range from having a poor understanding on the harmful effects of cement on the environment, to the ease of availability of cement and lack of knowledge of more sustainable alternatives or plain indifference.

Hence, in the case that stabilisation is deemed necessary, it is important to have better understanding on natural additives that have been tested through time to maintain the complete lifecycle benefits of using mud as a construction material.

La construction en terre connaît une véritable période de renaissance dans le secteur de la construction aujourd'hui à travers ses « earth warriors » et les bâtisseurs naturels qui luttent pour la promotion et la sensibilisation aux avantages variées des habitations en terre. Par conséquent, il y a de plus en plus de structures en terre contemporaines en cours de construction qui servent de catalyseur du changement.

Etant donné que l'Inde est un pays avec un climat tropical, il faut parfois stabiliser la terre pour la rendre résistante aux fortes pluies de la mousson. La tendance est de plus en plus à l'utilisation du ciment comme stabilisant au lieu des adjuvants naturels, ce qui altère le cycle de vie des structures en terre et les rendent non-recyclables. Les raisons pour cette tendance vont de la méconnaissance des effets néfastes du ciment sur l'environnement à la disponibilité du ciment, en passant par le manque de connaissance d'alternatives durables et la simple indifférence.

Donc dans les cas où la stabilisation est jugé nécessaire, il est important d'avoir une bonne compréhension des adjuvants naturels qui ont subi l'épreuve du temps et maintiennent les avantages d'un cycle de vie complet avec la terre comme matériau de construction.

This discussion has hence raised 3 main concerns

- The uncontrolled disappearance of traditional know-how from a knowledge rich country
- The urgent need to look for sustainable solutions for the rapid growth of the country
- If mud can respond to these future needs - the need to look at natural additives that do not alter the LCA(Life Cycle Assessment) of the material

This dissertation aims to respond to these concerns by looking at creating an inventory of natural additives based on traditional know-how. The purpose of the inventory would be to make accessible the rich knowledge base of the past and present to be used in mud constructions of today and those of the future.

In order for the study to be comprehensive and due to limitations in time and resources, the study will focus solely on the aspect of external mud plasters within a defined area of study.

La discussion soulève donc trois préoccupations :

- La disparition incontrôlée du savoir-faire traditionnel d'un pays riche en connaissances
- Le besoin urgent de chercher des solutions durables pour le développement rapide dans le pays
- Le besoin – si la terre peut répondre à ces besoins futurs – de rechercher des adjuvants naturels qui ne changent pas l'analyse du cycle de vie du matériau.

Ce mémoire vise à répondre à ces préoccupations en créant un inventaire des adjuvants naturels basé sur le savoir-faire traditionnel. Le but de cet inventaire serait de rendre accessible la riche base de connaissances du passé et du présent, pour l'utilisation dans les constructions en terre d'aujourd'hui et du futur.

Afin que l'étude soit compréhensive malgré les limitations en temps et en ressources, l'étude portera uniquement sur les enduits terre d'extérieur dans un champ d'étude défini.

Mud plasters in India is a compelling topic of study as India has many interesting natural ingredients that have been used in plasters for many generations.

Gobar plastering is a kind of plastering very distinctive to India. In certain villages pure cow dung paste is applied directly over walls and floors, it acts as an insecticide and remains cool in summers. In some areas cow dung cakes are stuck onto the walls, this provides extra insulation to the house and once dry these cakes are used for fuel.¹²

The Khovar art by the women of Hazaribargh, Jharkand (eastern India) is a style of indian sgraffito which is done specifically on the walls of houses/rooms of the newly weds. The existing mud walls are repaired and coated with cow-dung and mud mixture. Then it is covered with a coat of *kalimati*- black earth. On drying, this is then covered with a coat of *charak* or *pila* – white earth or yellow earth. Before the white or yellow earth has a chance to dry, it is immediately scrapped with a piece of broken comb.¹³

Another interesting finish done in Maharashtra over the mud walls is warli art. The name comes from an indigenous community living in the Maharashtra and Gujarat border (western India). The art mainly depicts instances from daily life using simple forms like circles, lines and triangles. The painting is done on an austere mud base using one color-white, with occasional dots in red and yellow. This colour is obtained from grounding rice into white powder.¹⁴

Hence it is clear that every region in India has much to offer when it comes to mud plasters in terms of ingredients, technique and local know-how. Most of these have a high significance to the culture, traditions and religious beliefs of the region.

Les enduits terre de l'Inde présentent un sujet d'étude fascinant car l'Inde renferme plusieurs ingrédients naturels qui sont utilisés dans les enduits depuis des générations.

Le plâtrage *gobar* est très particulier à l'Inde, dans certains village la pâte de bouse de vache est appliqué directement sur les murs et les sols et agit comme un insecticide et permet de garder la fraîcheur en été. Dans certaines régions des tourteaux de bouse de vache sont collés aux murs pour augmenter l'isolation des maisons, et une fois sec sont utilisés comme combustible.¹²

L'art *khovar* des femmes de Hazaribargh, Jharkhand (dans l'est de l'Inde) est un style de *sgraffito* indien qui est effectué sur les murs et les chambres des jeunes mariés. Les murs en terre existants sont réparés et enduits avec un mélange de bouse de vache et de terre. Ils sont ensuite recouverts d'un enduit de *kalimati* – la terre noire. Une fois secs, ils sont

¹² Santosh Kumar, "Why Gobar (Cow Dung) Is Applied On Walls And Floors Of India," *Speaking Tree*, December 23, 2013, <https://www.speakingtree.in/allslides/why-gobar-cow-dung-is-applied-on-walls-and-floors-of-india> (accessed June 22, 2018).

¹³ Bulu Imam, "Comparative Traditions in village Painting and Prehistoric Rock Art of Jharkhand," *XXIV Valcamonica Symposium* (2011) : 77.



P8



P9

enduits d'une couche de *charak* ou de *pila* – terre blanche ou terre jaune. Avant que la terre blanche ou la terre jaune ne sèchent, elles sont tout de suite grattées avec un peigne cassé.¹³

Une autre finition intéressante qui se pratique au Maharashtra sur des murs en terre est l'art *warli*, le nom venant des communautés indigènes qui habitent près de la frontière entre le Maharashtra et le Gujarat dans l'ouest de l'Inde. L'art représente principalement des instances de la vie quotidienne avec des formes simples comme des cercles, des lignes et des triangles. La peinture se fait sur une couche de terre austère en couleur blanche, avec parfois des points rouges et jaunes. Cette couleur est obtenue par la pulvérisation du riz en poudre blanc.¹⁴

Donc il est clair que chaque région de l'Inde a beaucoup à offrir pour les enduits terre en termes d'ingrédients, de techniques et de savoir-faire local. Ils signifient beaucoup pour la culture, les traditions et les convictions religieuses de la région.

¹⁴ Shalini Saxena, "Warli Paintings – An Ancient Indian Folk Art," *Passion connect*, May 13, 2016, <http://passionconnect.in/articleview/articleid/Warli-Paintings-An-Ancient-Indian-Folk-Art> (accessed June 22, 2018).

P8 - MATI. *Khovar painting art being done by a women on mud walls*. Digital image. Handicraft Global. Accessed June 12, 2018. <http://www.handicraftglobal.com/khovar-sohrai-marriage-harvest-art/>.

P9 - *An example of a warli painting*, Dixit, Madhuri. Twitter post. March 30, 2013, 9:32 PM. <https://twitter.com/madhuridixit/status/318219272637788160>.

This research will cover the traditional stabilizers in the region of Kerala in southern India. One of the main objectives being that it becomes a base reference towards revival of these lesser known additives as alternatives to artificial additives added into mud construction.

The dissertation has been organised in to 3 main sections,

Part I (Chapters 1& 2) – gives insight into the context of the country and the region of study – the current state of affairs, the challenges facing earthen construction and the importance for such an inventory.

Part II (Chapter 3 &4) – This talks about the data collection process along with the inventory of natural stabilisers that was found during this period of study. This portion also compares their performance against water abrasion etc.

Part III (Conclusion) – This section is the final part which holds the conclusions, discusses the limitations and looks into future possibilities of elaboration of this inventory to cover broader regions and revival of some of the ingredients into mainstream mud constructions.

Cette recherche portera sur les stabilisants traditionnels dans la région de Kerala dans le sud de l'Inde. Un des objectifs principaux envisage qu'elle devienne une référence de base dans la renaissance de ces adjuvants peu connus en tant qu'alternatives aux additifs artificiels dans la construction en terre.

Le mémoire est organisé en 3 parties principales,

Partie I (Chapitres 1 & 2) – donne un aperçu du contexte du pays et de la région d'étude - l'état actuel des choses, les défis de la construction en terre et l'importance d'un tel inventaire.

Partie II (Chapitres 3 & 4) – concerne le processus de collecte de données ainsi que l'inventaire des stabilisants naturels trouvés au cours de cette période d'étude. Cette partie contient en outre les tests effectués sur certains des additifs naturels pour comparer leurs performances à l'abrasion par l'eau, etc.

Partie III (Conclusion) – la dernière partie, qui contient les conclusions, discute les limites et examine les possibilités futures d'élaboration de cet inventaire afin de couvrir des régions plus larges et de relancer certains des ingrédients dans la construction en terre conventionnelle.



1.1 | Challenges facing earth construction in India Les enjeux de la construction en terre en Inde

The previous section of this dissertation had covered aspects of the diverse database of traditional knowledge and the wealth of information it holds. Hence, the need to tap into these resources for sustainable solutions for the future is clear. However when we look at integrating mud as a material for the future, it is important to take a closer at the challenges that earth construction faces today that could hinder its continued use in the future.

La section précédente de ce memoire avait couvert des aspects de la base de données diversifiée des connaissances traditionnelles et de la richesse des informations qu'elle contient. Par conséquent, la nécessité de tirer parti de ces ressources pour des solutions durables pour l'avenir est claire. Cependant, lorsque nous envisageons d'intégrer la terre comme matériau pour l'avenir, il est important d'examiner de plus près les défis auxquels la construction en terre est confrontée aujourd'hui et qui pourraient nuire à son utilisation future.

Loss of Know-how | Perte de savoir-faire

Rupture in traditional knowledge transfer

Traditional knowledge of people constitutes a major part of intangible heritage. Culturally this knowledge is transferred orally from generation to generation, and is kept alive as it is continuously recreated.¹⁵ However, now this knowledge has become endangered as there is a rupture in its continuity due to various reasons such as changes in lifestyle, profession, urbanization etc. The loss of indigenous knowledge has severe consequences for younger generations as it reduces their ability to respond to ecological and socio-economic challenges.¹⁶

The case is the same in that of mud construction, though the construction is a tangible built form, the vast know-how around the process of construction remain intangible and the speed at which it is getting lost is worrisome. A case in point can be seen in the *Kisi no chondo pur* community in the sunderbans of West Bengal, which was primarily

an agrarian and fishing community living in Wattle and daub structures as narrated by Ms. Vandana, a native of this village. These dwellings have been built on techniques that have been passed on from generation to generation. The current generation however does not know how to build with mud as they have migrated to the cities to pursue formal education leaving the previous generation to be the last to maintain and tend to these structures. The general trend is for these mud homes to be demolished after enough money has been earned in the city to build a new structure using conventional materials such as cement blocks, fired bricks and concrete.

Rupture du transfert des connaissances traditionnelles

Les connaissances traditionnelles des personnes constituent une partie importante du patrimoine immatériel. Culturellement, ces connaissances sont transmises oralement de génération en génération et sont maintenues en vie au fur et à mesure de leur recreation.¹⁵ Cependant, cette connaissance est maintenant mise en danger car il y a rupture dans sa continuité pour diverses raisons telles que les changements de mode de vie, profession, urbanisation, etc. La perte de connaissances autochtones a de graves conséquences pour les nouvelles générations qui ne disposent plus des mêmes capacités à répondre aux défis socio-économiques et écologiques.¹⁶

Pour la construction en terre, le problème est le même : bien que la construction soit d'une forme tangible, le vaste savoir-faire autour du processus de construction reste intangible et la vitesse à laquelle il se perd est inquiétante. On peut en voir un exemple dans la communauté *Kisi no chondo pur* dans les Sunderbans du Bengale occidental, qui était avant tout une communauté agraire et de pêche vivant dans des structures de torchis, comme le rapporte Mme. Vandana une native de ce village.

Ces logements ont été construits avec des techniques transmises de génération en génération. La génération actuelle ne sait cependant pas comment construire avec de la terre car elle a migré vers les villes pour poursuivre les études, laissant la génération précédente à entretenir ces structures. La tendance générale est que ces maisons en terre sont démolies une fois suffisamment d'argent gagné dans la ville pour construire une nouvelle structure utilisant des matériaux conventionnels tels que des blocs de ciment, des briques cuites et du béton.

¹⁵ UNESCO, Intangible Cultural Heritage, Identifying and Inventorying Intangible Cultural Heritage, 2011., 3.

¹⁶ Magni, "Indigenous knowledge and implications for the sustainable development agenda," 11.

¹⁴ Shalini Saxena, "Warli Paintings – An Ancient Indian Folk Art," *Passion connect*, May 13, 2016, <http://passionconnect.in/articleview/articleid/Warli-Paintings-An-Ancient-Indian-Folk-Art> (accessed June 22, 2018).

Accessibility to information

Many communities and groups also have traditional forms of documentation such as sacred texts or manuscripts that constitute recordings of intangible cultural heritage expressions and knowledge.¹⁷ India's rich repository of knowledge has been passed down for generations through oral and written traditions through a variety of writing materials such as stones, copperplates, birch bark, palm leaves, parchments and paper. India has the oldest and the largest collection of manuscripts.¹⁸ However most of these texts are in local languages and cannot be understood unless translated. In addition, accesses to these documents are extremely difficult or impossible as they are confidential and access is restricted.

For example, the manasara texts are a series of 11 manuscripts that speaks in detail about hindu architecture and sculpture, originally written in Sanskrit which have been translated and made available to the public in the recent years.¹⁹ In the case of plasters, a manuscript found in Padbhanabhapuram Palace in Kanyakumari speaks about a particular lime plaster that uses a combination of 15 different herbs.²⁰

There are many more such manuscripts that exist in the treasuries of temples and palaces that are still inaccessible and remain in the unknown. Though the government has taken efforts to digitise and restore certain damaged manuscripts, the sheer volume of these manuscripts makes easy access a far reality. (example: National mission of manuscripts)

Accès à l'information

De nombreuses communautés et groupes ont également des formes traditionnelles de documentation telles que des textes sacrés ou des manuscrits qui constituent des archives d'expressions et de connaissances du patrimoine culturel immatériel.¹⁷ Le riche répertoire de connaissances de l'Inde a été transmis de génération en génération par le biais de traditions orales et écrites à travers une variété de supports d'écriture tels que la pierre, le cuivre, l'écorce de bouleau, la feuille de palmier, le parchemin et le papier. L'Inde a la plus ancienne et la plus grande collection de manuscrits.¹⁸ Cependant, la plupart de ces textes sont en langues locales et ne peuvent être compris sans traduction. De plus, l'accès à ces documents est extrêmement limité ou impossible car ils sont confidentiels et leur accès est restreint.

¹⁷ UNESCO, Intangible Cultural Heritage, Identifying and Inventorying Intangible Cultural Heritage, 2011., 6.

¹⁸ Deepthi Ganapathy, "Preserving India's palm leaf manuscripts for the future," *WACC*, October 24, 2016, <http://waccglobal.org/articles/preserving-india-s-palm-leaf-manuscripts-for-the-future> (accessed July 2, 2018).

¹⁹ Prasanna Kumar Acharya, *A Dictionary of Hindu Architecture* (London: Oxford University Press, 1934).

Par exemple, les textes de Manasara sont une série de 11 manuscrits qui décrivent en détail l'architecture et la sculpture hindou, écrites à l'origine en sanskrit, qui ont été traduites et mises à la disposition du public ces dernières années.¹⁹ Dans le cas des enduits, un manuscrit trouvé à Padbhanabhapuram Palace à Kanyakumari parle d'un enduit chaux particulier qui utilise une combinaison de 15 herbes différentes.²⁰

Il existe beaucoup plus de manuscrits de ce genre dans les trésors des temples et des palais qui sont toujours inaccessibles et restent dans l'inconnu. Bien que le gouvernement ait déployé des efforts dans la numérisation et la restauration de certains manuscrits endommagés (exemple: Mission nationale des manuscrits), le volume même de ces manuscrits en fait une réalité éloignée pour un accès facile.



P11

²⁰ Thirumalini P. et al., "Study on the performance enhancement of lime mortar used in ancient temples and monuments in India," *Indian Journal of Science and Technology* 4, no. 11 (2011): 2.

'P11 - "Palm-leaf manuscripts at Asiatic Library, Calcutta". Digital image. PBS. Accessed June 12, 2018. <http://www.pbs.org/thestoryofindia/gallery/photos/10.html>.

Industrial Vs Natural

From the initial introduction of cement into the construction industry 100 years ago, India is now the second largest producer of cement in the world. From this statistic alone, it is clear that cement is one of the most preferred construction materials in the country. Ever since the liberalisation policy of 1989,²¹ and the state/central government subsidies given to it, cement has become the material of choice due to availability and cost benefits. This boom has unfortunately come at the cost of decline of the traditionally used building materials like mud, stone, wood etc.

The increase of cement and concrete in building has played a key role in the subsequent loss of traditional skill of local artisans. For example, in the present day there are a multitude of masons who are skilled in building with concrete as compared to masons skilled in mud construction or other non-conventional materials. This is especially true in urban and semi urban areas of the country. There is a notable decline in traditional skill among artisans due to industrialisation which goes beyond the construction sector as well.²²

Industriel vs Naturel

Depuis l'introduction du ciment dans le secteur de la construction il y a 100 ans, l'Inde est aujourd'hui le deuxième producteur mondial de ciment. À partir de cette statistique à elle seule, il est clair que le ciment est l'un des matériaux de construction les plus privilégiés dans le pays. Depuis la politique de libéralisation de 1989 et les subventions accordées par l'État ou le gouvernement central,²¹ le ciment est devenu le matériau de choix en raison de sa disponibilité et de ses avantages. Cet essor a malheureusement entraîné le déclin des matériaux de construction traditionnellement utilisés tels que la terre, la pierre, le bois, etc.

L'augmentation du ciment et du béton dans la construction a joué un rôle clé dans la perte de compétences traditionnelles parmi les artisans locaux. Par exemple, il existe à l'heure actuelle bien plus de maçons qualifiés dans la construction avec du béton que des maçons qualifiés dans la construction en terre ou d'autres matériaux non conventionnels. Cela est particulièrement vrai dans les zones urbaines et semi-urbaines du pays. Il y a un déclin notable des compétences traditionnelles chez les artisans en raison de l'industrialisation qui va au-delà du secteur de la construction.²²

²¹ Bapat, Jd & S Sabnis, S & V Joshi, S & Hazaree, Chetan, "HISTORY OF CEMENT AND CONCRETE IN INDIA – A PARADIGM SHIFT," (2007): 6.

²² Natalie Gupta. "A Story of (ForetoldV) Decline: Artisan Labour in India," *SSRN Electronic Journal*, (2011): 3.

P12 - *Waste being burnt in cement plants, Philippines*. Digital image. Gaia. Accessed June 15, 2018. <http://www.no-burn.org/concrete-troubles-a-gaia-and-cem-report-about-emissions-from-cement-plants-in-india/>.



ROSIE PAUL

r

Mémoire du diplôme de spécialisation et d'approfondissement
Architecture de terre - Mention patrimoine DSA Terre 2016-2018

This terminology has added to mud getting a derogatory reference as it is seen as unfinished and unsafe and has led to the increase in loss of traditional building technique. A case study example of this scenario can be seen in Thirunelly in Wayanad, Kerala. This is an area nestled in the western ghats undergoing rapid urbanisation but is home to many indigenous tribes and forests rich in bio diversity. Government schemes to build pucca houses in this region have played a direct hand in the dwindling numbers of traditional mud construction called *alagu*, a regional wattle and daub technique which uses local fibers and mud mixed with regional plant sap. Proof of their existence lies in the sparsely located mud dwellings or in the extensions of these new structures – the kitchens, additional rooms etc built using local resources and technique as it falls outside the budget allocated to them.

dividus pour faciliter la conversion.

Cette terminologie a ajouté à la terre une référence péjorative car elle est considérée comme inachevée et dangereuse et a conduit à une perte accrue de techniques de construction traditionnelles. Un exemple d'étude de cas de ce scénario est manifeste à Thirunelly à Wayanad, Kerala. C'est une zone nichée dans les Ghâts occidentaux qui connaissent actuellement une urbanisation rapide, mais abrite de nombreuses tribus et forêts autochtones riches en biodiversité. Les projets gouvernementaux visant à construire des maisons *pucca* dans cette région ont joué un rôle direct dans le nombre réduit de constructions en terre traditionnelles appelées *alagu*, une technique régionale de torchis à base de fibres locales mélangée à de la sève végétale de la région. La preuve de leur existence se trouve dans les quelques habitations en terre dispersées ou dans les extensions de nouvelles structures – les cuisines et les pièces supplémentaires sont construites avec des matériaux et des techniques locales, car elles sont en dehors du budget gouvernemental alloué.



Change in life-style

Another factor that cannot be ignored is the change in lifestyle and change in the pace of life that has added to the decline in popularity of mud constructions. The time dedicated to construction of a house has reduced tremendously when compared to how houses were built in the earlier days.

Halsanad is a 250 year old mud house, a traditional *Guttu house* found in Kundapur of the south canara region. Guttu houses are vast mansions of the Bunt community in Karnataka that were built out of mud and wood. For massive mud structures as this, the mix of the mud was done about 6-12 months before start of construction and was allowed to sit through one monsoon before being used in construction. In smaller mud constructions, the mud mix was done atleast a month before construction as compared to the general trend of today wherein the entire house including preparation of materials, excavation and construction is aimed to be completed within 6 months to a year. This leaves little room for the care and patience with which houses were built hence materials that are available commercially are preferred to materials that require mixing or preparation time.

The change in life-style has affected the maintenance patterns of these structures. Earlier, both construction and maintenance of the house was part of the lifestyle of the inhabitants. Maintenance was often linked to a religious festival or tradition - like in the case of Dinesh (40 years), a local of Kottoor, Wayanad who inherited his ancestral adobe house. During his childhood, all the family members got together and gave the house a new coat of flooring finish and re-plastered the walls for *Karkadavavu*, a Hindu festival to honour the departed souls of their ancestors.

Nowadays, this is no longer practised as most family members have moved away and hence maintenance has become a cumbersome process for him and his wife.

Changement de style de vie

Un autre facteur qui ne peut être ignoré se trouve dans les changements de mode et de rythme de vie qui ont contribué à la baisse de popularité des constructions en terre. Le temps consacré à la construction d'une maison a considérablement diminué par rapport à la manière dont les maisons ont été construites dans les premiers temps.

Halsanad est une maison en terre vieille de 250 ans, une maison traditionnelle *guttu*



trouvée à Kundapur, dans la région de Canara du sud. Les maisons *guttu* sont de vastes demeures de la communauté Bunt au Karnataka, construites en terre et en bois. Pour les structures en terre massives, le mélange de la terre a été effectué environ 6 à 12 mois avant le début de la construction et a été entreposé pendant la mousson avant d'être utilisé dans la construction. Dans les constructions en terre plus petites, le mélange de terre a été effectué au moins un mois avant la construction. Par contre la tendance générale d'aujourd'hui est d'achever une maison en entier dans six mois ou un an, avec la préparation des matériaux, les excavations et la construction. Cela laisse peu de place au soin et à la patience avec lesquels les maisons ont été construites, de sorte que les matériaux disponibles dans le commerce sont préférés aux matériaux qui nécessitent un temps de mélange ou de préparation.

Le changement de style de vie a affecté les schémas de maintenance de ces structures. Auparavant, la construction et l'entretien de la maison faisaient partie du mode de vie des habitants. La maintenance était souvent liée à une fête ou à une tradition religieuse - comme dans le cas de Dinesh (40 ans), un habitant de Kottoor, Wayanad, qui a hérité de sa maison d'adobe ancestrale. Durant son enfance, c'était au moment de *Karkadavavu*, un festival hindou pour honorer les âmes disparues de leurs ancêtres, où tous les membres de la famille se réunissaient pour revêtir les sols de la maison avec une nouvelle couche ou re-plâtrer les murs. Aujourd'hui, cette tradition n'est plus pratiquée car la plupart des membres de la famille ont déménagé et donc l'entretien est devenu un processus lourd pour lui et sa femme.

General Prejudices | Préjugés généraux

Apart from the context specific reasons for the gradual decline of mud constructions there are some general prejudices that seem to inhibit the revival of mud as a material of the future. These prejudices are in fact common misconceptions all around the world and not specific to India and yet cannot go unmentioned.

The general perception of earth buildings are that they are as not durable and aesthetically unpleasant; and are often seen as a sign of poverty and backwardness.²⁴ Figure 1 lists out the different inhibitors in earth construction from a study conducted in Zambia, Africa.²⁵ This proves to be true even in the case of India though the statistics may vary, the list remains largely the same.

Outre les raisons spécifiques au contexte du déclin progressif des constructions en terre, certains préjugés semblent empêcher le retour de la terre en tant que matériau du futur. Ces préjugés sont en fait des idées fausses répandues partout dans le monde et non spécifiques à l'Inde, mais qui ne peuvent cependant pas être ignorées.

Généralement, les bâtiments en terre sont perçus comme temporaires, esthétiquement désagréables et sont un signe de pauvreté et de sous-développement.²⁴ La figure 1 énumère les différents inhibiteurs de la construction en terre à partir d'une étude menée en Zambie, en Afrique.²⁵ Cela se révèle similaire en Inde, et bien que les statistiques puissent varier, la liste reste la même.

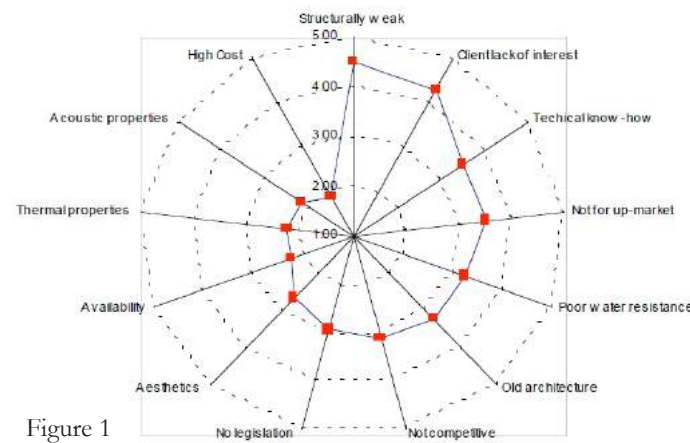


Figure 1

²⁴ B. Baiche et al., "Attitudes towards earth construction in the developing world: a case study from Zambia," *Construction in developing World Countries International Symposium*, (2008): 16-18

²⁵ *Ibid.*, 16-18.

Figure 1 - B. Baiche et al., *Barriers to earth construction in Zambia*, Digital image. "Attitudes towards earth construction in the developing world: a case study from Zambia" *Construction in developing World Countries International Symposium*, (2008).

In addition to being considered as poor man's architecture, it is also considered as a weak material. Earth constructions are seen as substandard or second class in comparison to modern building materials being considered as civilised or as symbols of affluence.²⁶

In Dhavangere, Karnataka a small community of beedi workers live in quaint earth dwellings of wattle and daub. These houses were built on local know-how and have problems due to poor construction details like improper damp-rise barrier, leaks in the roof etc. Here the people have the skill to repair these walls but have aspirations of a rich man's house and would prefer to build a new house with modern materials than repair or re-building with the same material.

This needs to be overcome by knowledge transmission and proper understanding of benefits of mud constructions. A good example of this was carried out by a Bangalore based NGO called Nivasa in the redevelopment of Timmaiyanadoddi, Karnataka where the inhabitants of the village were convinced in the benefits of mud by building them a community purpose hall in mud accompanied by frequent community interactions to remove the idea of mud being a poor material. After experiencing the benefits (thermal comfort in particular) they opted to build their new

En plus d'être considéré comme l'architecture du pauvre, il est également considéré comme un matériau faible. Les constructions en terre sont considérées de qualité inférieure ou de deuxième classe par rapport aux matériaux de construction modernes qu'on considère civilisés ou en tant que symboles de richesse.²⁶

A Dhavangere, Karnataka une petite collectivité de la profession des travailleurs de *beedi* (cigarettes indiennes) Ils vivent dans des habitations pittoresques de torchis. Ces maisons ont été construites sur la base du savoir-faire local et ont des problèmes dus à des détails de construction médiocres, comme une barrière d'étanchéité inadéquate, des fuites dans le toit, etc. Ici les résidents ont les compétences de réparer les murs mais également des aspirations à des maisons de riches et préfèrent construire une nouvelle maison avec des matériaux modernes que de réparer ou de reconstruire avec le même matériau.

Cela doit être surmonté par la transmission des connaissances et une bonne compréhension des avantages des constructions en terre. Un bon exemple de ceci a été réalisé par une ONG basée à Bangalore appelée Nivasa dans le réaménagement de Timmaiyanadoddi, Karnataka, où l'ONG a convaincu les habitants du village des bénéfices de la terre en leur construisant une salle communautaire tout en interac-

²⁶ Zami M.S. et al., "Inhibitors Influencing the Adoption of Contemporary earth Construction in the United Kingdom – State of the Art Review," *Franbofer*, https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC24665.pdf (accessed July 3, 2018).

houses with mud.

All the points discussed concerning the loss of know-how and misconceptions on mud as a material share a cause and effect relationship in the challenges that mud construction faces today. They are strong indicators to the future concerns of mud construction.

Hence the revival of mud construction and the propagation of it will need to be multi-directional that follows both a bottom up and top down approach. The government will have to recognise the wealth of local traditional knowledge and look into introducing policies that can valorise them as an answer to the challenges of urbanisation and resource management. The bottom up approach would be were public and private organisations engage with communities to give value to their traditions and look into their practices for posterity. Since loss of know-how is a dangerous consequence of the factors discussed above, documentation of the traditional knowledge is important as only proper documentation can ensure a sustainable revival.

tion avec la collectivité afin de supprimer l'idée que la terre est un matériau pauvre. Après avoir expérimenté les avantages de la construction en terre (notamment le confort thermique) ils ont choisi ce matériau pour construire leurs nouvelles maisons.

Tous les points discutés concernant la perte de savoir-faire et les idées fausses sur la terre en tant que matériau partagent une relation de cause à effet dans les défis que la terre assomme aujourd'hui. Ce sont des indicateurs forts des préoccupations futures de la construction en terre.

Par conséquent, la reprise de la construction en terre et sa propagation devront être multidirectionnelles, selon une approche ascendante et descendante. Le gouvernement devra reconnaître la richesse des connaissances traditionnelles locales et envisager de mettre en place des politiques capables de les valoriser en tant que réponse aux défis de l'urbanisation et de la gestion des ressources. L'approche ascendante serait que les organisations publiques et privées collaborent avec les communautés pour donner de la valeur à leurs traditions et examiner leurs pratiques pour obtenir des indications pour l'avenir. Étant donné que la perte de savoir-faire est une conséquence dangereuse des facteurs évoqués ci-dessus, la documentation des connaissances traditionnelles est importante, car seule une documentation appropriée peut assurer une relance durable.

P17 – A wattle and daub wall at Dhavengere, Karnataka. Image taken by Sridevi Changali.



02 | KERALA - THE REGION OF STUDY KERALA - LA RÉGION D'ÉTUDE

Documentation of any form of traditional knowledge in India can be an arduous task, not only because of the sheer vastness of the country but also due to the diversity of culture, language and physical features. It is difficult to fully understand the various layers of the social environment – its visible and invisible complexities. Thus it was important to demarcate an area of study in order to have an in-depth understanding of the subject in question.

This chapter delves into the justification of focusing on the geographic region of the South Indian state of Kerala. It not only looks at the overall context but also looks at specific issues concerning the environment and several government schemes that address these issues. This chapter also covers the potential that the state holds for future growth of this research.

Hence this chapter covers

- 2.1 General Context
- 2.2 Political context
- 2.3 Steps towards sustainability

Obtenir des informations sur les savoirs traditionnels peut être ardu en Inde, non seulement car le pays est vaste mais aussi du fait de la diversité des cultures, des langues et des supports. Il est difficile de complètement appréhender le fonctionnement de la société, dans ses complexités visibles et invisibles. Pour cela, il a été important de délimiter une zone d'étude afin d'avoir une compréhension approfondie du sujet en question.

Ce chapitre détaille les raisons du choix du Kerala comme sujet d'étude de ce mémoire. Il porte sur le contexte général ainsi que sur les problèmes environnementaux et les politiques publiques mises en place dans ce domaine. Ce chapitre portera également sur le potentiel de cet état pour le développement de la recherche.

Ce chapitre couvre :

- 2.1 Le contexte général
- 2.2 Le contexte politique
- 2.3 Vers un modèle de société durable

Kerala was an ideal region of choice as it is my native state and I possess a good understanding of the context, the culture, the language and the social fabric of the region which proved very useful in the data collection process.

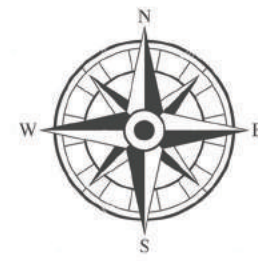
Kerala is rich in traditional know-how like *Ayurveda* (traditional medicine), *Taccushastra* (science of carpentry) etc and hence would be a good start point to look into the lesser known traditional mixes of mud constructions.

Kerala's climate is also a typical example of the tropical climate of India with hot summers and heavy monsoons. Examples of durable mud homes that withstand this climate can disprove misconceptions of mud construction discussed in the previous chapter. Kerala would also provide a good environment for testing the traditional ingredients found in this research for its effectiveness and efficiency due to the extreme hot and wet seasons.

Ma préférence s'est portée sur l'état du Kerala car c'est ma région d'origine et j'ai une bonne connaissance du contexte, de la culture, de la langue et du fonctionnement de la société, ce qui m'a été très utile lors de mes recherches et de la collecte de données.

Le Kerala est riche en savoir-faire traditionnels tels que l'*Ayurveda* (médecine) ou le *Taccushastra* (menuiserie) et est donc un territoire de choix pour explorer les mélanges traditionnels de construction en terre les moins connus.

Les conditions climatiques du Kerala sont un exemple typique du climat tropical indien avec des étés chauds et une intense période de mousson. Les maisons en terre qui résistent à ce climat sont des contre-exemples parfaits des idées préconçues sur ce type d'habitat que nous avons évoquées dans le chapitre précédent. De par ce climat rigoureux, le Kerala est un environnement idéal pour tester l'efficacité et le rendement des ingrédients traditionnels trouvés lors de mes recherches.



2.1 | General Context Contexte général

Location | Localisation

Kerala is a narrow coastal strip on the south western tip of India. The state is spread over 38,863 square km, stretching 580 km in length and 30-130 km in breadth, with Thiruvananthapuram as its capital. The prominent cities are Thiruvananthapuram, Cochin, Kozhikode and Thrissur. It is bordered by the states of Karnataka and Tamil Nadu on the east and the Arabian sea to the west. Malayalam is the state language. The population of Kerala is 33.3 million spread across the state without creating big urban agglomerations.²⁷

Le Kerala est une mince bande de terre située à l'extrémité sud-ouest de l'Inde. Cet état de 38 863 m² s'étend sur 580 km du Nord au Sud et 30 à 130 km de large, et a Thiruvananthapuram comme capitale. Les villes principales sont Thiruvananthapuram, Cochin, Kozhikode and Thrissur. Le Kerala partage ses frontières avec le Karnataka et le Tamil Nadu à l'Est et est bordé par la Mer d'Oman à l'Ouest. La langue officielle y est le *malayalam*. La population s'élève à 33,3 million d'habitants sans que ne ce soit créée d'importantes aires urbaines.²⁷

Geography and Land use pattern | Géographie et utilisation des sols

The physical landmass of Kerala has distinct altitudinal variations and climate. It can be mainly classified under three regions - the eastern highlands of Kerala (rugged and cool mountainous terrain) otherwise known as the Western Ghats of India starting from the extreme north to south of the state, the central midlands (rolling hills) and the western lowlands which include numerous backwaters and lagoons.²⁸ The land use pattern survey from 2016 shows that 28% of land mass is forests with only 11% of the land mass going to non-agricultural use.²⁹

La Kerala comporte 3 régions principales avec des altitudes et des climats différents.

La région la plus à l'est qui s'étend du nord au sud de l'état, les ghats occidentaux, est composée de montagnes accidentées où le climat est tempéré. Le partie centrale est

²⁷ Government of Kerala, Department of Environment and Climate Change, *Kerala State Action Plan on Climate Change*, 2014, 7-11.

²⁸ Ibid., 8.

²⁹ Government of India, Ministry of Environment, Forests & Climate Change, "Land", *ENVIS Centre: Kerala State of Environment and Related Issues*, April 19, 2018, http://www.kerenvis.nic.in/Database/Land_817.aspx. (accessed July 3, 2018).

constituée de collines et de paysages vallonnés tandis que de nombreux lagon et canaux dominant les plaines de l'Ouest de l'état.²⁸ Le recensement de l'utilisation des sols de 2016 montre que 28 % des terres est composé de forêts et seulement 11 % de la surface est destinés à des activités non-agricoles.²⁹

Climate | Climat

Kerala experiences tropical wet climate with seasonally excessive rainfall and hot summers. It has four distinct seasons : the period of March to the end of May is the hot season with high temperature and high humidity. This is followed by the South West Monsoon season till the beginning of October. From October to December is the North East monsoon season and the two months of January and February is the winter season. The climate is pleasant from September to February.

Kerala receives 140-150 days of rainfall in a year. Annual average state precipitation is 300 cm. The air is extremely humid in Kerala due to the presence of the Arabian Sea on the west. During summers, temperatures go up to 36°C with humidity between 79-80%.³⁰

Le Kerala étant situé dans une zone tropicale humide, les précipitations y sont abondantes et les températures élevées. on peut y observer quatre saisons distinctes : la saison chaude lors de laquelle les températures et le taux d'humidité sont très élevés (de Mars à Mai) ; la mousson du Sud-Ouest (de Juin à début Octobre) ; la mousson de l'Est (d'Octobre à Décembre) et la saison hivernale (Janvier et Février). Le climat est généralement agréable de Septembre à Février. Il pleut 140 à 150 jours par an et le niveau moyen annuel des précipitations s'élève à 300 cm. L'air est très humide de par la présence de la Mer d'Arabie à l'Ouest. En été, les températures peuvent atteindre 36°C et le taux d'humidité est d'environ 80 %.³⁰

Brief History | Histoire

The earliest proof of prehistoric civilization in southern India (present Kerala region) are the stone age carvings in the Edakkal caves which date back to 5000 BC (Neolithic era).³¹ Farmers and hunters of this era comprised the earliest known inhabitants of Kerala whose way of life is partially preserved in today's hill tribes. The Sangam age between the 3rd century BC and 3rd century AD is the period of history of ancient Tamil

³⁰ Government of Kerala, Department of Environment and Climate Change, *Kerala State Action Plan on Climate Change*, 2014, 7-11.

³¹ "History of Kerala," *Wikipedia, The Free Encyclopedia*,

https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Kerala (accessed July 23, 2018).

³² "Sangam Period," *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, https://en.wikipedia.org/wiki/Sangam_period (accessed July 23, 2018).

Nadu and Kerala.³² During this period, monarchs lived in fortified palaces on hilltops and prospered from trade and the exploitation of farmers. The royal courts of these kingdoms followed Hinduism, Buddhism or Jainism. The most famous empires were the Chera Empire of the 9th and 10th century and Venad Empire of the 12th century.³³

The trading city of Calicut was discovered by Vasco da Gama in the year 1498 after which the Dutch arrived in 1604. This was followed by the British in 1615 and then the French traders. In 1792, the British took power of this region and remained in power throughout the 19th and early 20th century. They governed Kerala as three separate states, namely: Travancore in the south, Cochin in the central region and Malabar in the north. With Indian independence in 1947, Kerala's three major areas had developed common linguistic and cultural heritage which led to a movement to unify them. The Kerala of the old Chera Empire was thus reborn as a modern political state within the Indian federal system.³⁴

Les premières traces de civilisations préhistoriques en Inde du Sud (actuellement le Kerala) sont des gravures qui remontent à l'âge de pierre et ont été trouvées dans les grottes d'Edakkal. Elles ont été datées de 5 000 ans av. J.-C. (période Néolithique).³¹ Les fermiers et chasseurs sont les premiers habitants connus du Kerala et leur mode de vie est toujours partiellement conservés au sein des tribus qui occupent les collines de l'état. Pendant la période du Sangam (du 3ème siècle av. J.-C. au 3ème siècle ap. J.-C.), les monarques vivaient dans des palais fortifiés situés sur les collines.³² Ils vivaient du commerce et de l'exploitation des paysans locaux. Ils pratiquaient de multiples religions: le bouddhisme, l'hindouisme ou le jaïnisme. Les plus célèbres empires sont ceux de Chera (9ème et 10ème siècles) et Venad (12ème siècle).³³

La ville marchande de Calicut fut découverte par Vasco de Gama en 1498 avant d'être envahie par les Hollandais en 1604 puis par les Anglais en 1615 et enfin par les français. En 1792 les Anglais prirent le contrôle de la région jusqu'au début du 20^{ème} siècle. Ils l'organisèrent en trois parties : Travancore dans le Sud, Cochin au centre et le Malabar au Nord. Avec l'indépendance de l'Inde en 1947, ces trois régions, partageant une langue et un héritage culturel commun, se sont unifiées. Cette réunification marqua la renaissance de l'ancien empire Chera en un état moderne au sein du système fédéral indien, nommé Kerala.³⁴

³³ Richards W. Franke and Barbara H. Chasin, *Kerala : Radical Reform as Development in an Indian State. 2nd Edition.* (California : The Institute for Food and Development Policy, 1994) : 32-33.

³⁴ Ibid., 32-33.

Culture | Culture

The culture of the present state of Kerala is a result of synthesis of Aryan and Dravidian cultures, which mixed and developed for many centuries, under the influence of other parts of India as well as foreign countries. The Silk Route is an old network of trade routes which began in second century BC that connected the East and West. It refers to both land and sea routes. Kerala was an important port on the maritime silk route (sea route) and was known as the land of spices. Through these commercial relations which led to the establishment of extensive cultural contacts with foreign countries, Kerala made long-distance political and economic relations with other civilizations. All of this had an influence in shaping the unique and composite culture of the land.³⁵

La culture de ce qui est actuellement le Kerala résulte du croisement des anciennes cultures aryenne et dravidienne qui se sont développées au cours des siècles sous l'influence du reste de l'Inde et des pays étrangers. La route de la soie est un ancien réseau de commerce intercontinental qui reliant l'Est et l'Ouest dès le début du 2^{ème} siècle ap. J.-C. L'appellation « route de la soie » fait référence à la route terrestre aussi bien qu'à la voie maritime dont le Kerala était un élément majeur, connu comme étant « le pays des épices ». Ces relations commerciales ont permis d'intenses échanges culturels avec les pays étrangers et le Kerala a développé des relations politiques et économiques avec d'autres civilisations. Tous ces éléments d'histoire ont eu une influence dans l'émergence d'une culture bien spécifique au Kerala.³⁵

³⁵ "Silk Road," *Wikipedia, The Free Encyclopedia*,

https://en.wikipedia.org/wiki/Silk_Road#Cultural_exchanges (accessed July 23, 2018).

2.2 | Political context Contexte politique

The state of Kerala was the first group of people in the world to democratically elect a communist government in 1957. Kerala then initiated the most successful social welfare programme compared to other parts of the developing world. This was the beginning of the ‘Kerala Model of Development’. The Kerala Model of development has resulted in improvements in the material condition of living which can be measured through social indicators like low levels of infant mortality and population growth; high levels of literacy and life expectancy etc.³⁶ For more than a decade now, the state of Kerala has received attention from around the world for its phenomenal progress in human development. The state literacy rate was 93.01% in 2011 which has been the highest in the country. The Kerala Model of development also had a few flaws, the overall human development could be seen but it had a negative impact on the economic development of the state. Kerala is a state with comparatively high advantages like high technology, education and healthcare which proves its inherent potential. It can easily transform into an ideal state if the economic goals of improving infrastructure, boosting service exports and strengthening its knowledge economy can be achieved.³⁷

L'état du Kerala a été le premier à élire démocratiquement un gouvernement communiste en 1957. Des politiques de protection sociale visionnaires ont été mises en place et ont participé à l'émergence d'un modèle de développement humain unique en son genre au sein des pays alors en voie de développement. Cela a été le début du « modèle de développement du Kerala ». Cette méthode a permis l'amélioration des conditions matérielles des habitants qui peuvent être évaluées travers des indicateurs sociaux tel que le taux de mortalité infantile, la croissance de la population, le niveau d'éducation, d'alphabetisation ou encore l'espérance de vie.³⁶ Depuis plus de 10 ans, le Kerala fait l'objet de beaucoup d'intérêt de partout dans le monde, du fait du progrès impressionnant en termes de développement humain. Le taux d'alphabetisation était de 93,01 % en 2011 soit le taux le plus élevé de tous les états d'Inde. Le modèle de développement du Kerala a aussi eu quelques faiblesses : La priorité a été mise sur le développement humain, au dépend du développement économique. Le Kerala est un état qui présente d'importants avantages tels que le niveau de technologie, le système éducatif et le système de santé. Son potentiel pourrait être totalement développé si les objectifs en amélioration des infrastructures, des services et de l'économie de la connaissance étaient atteints.³⁷

³⁶ “Kerala Model,” *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, https://en.wikipedia.org/wiki/Kerala_model (accessed July 24, 2018).

³⁷ Apoorva Shah, “Ending The Kerala Model,” *Times of India*, October 26, 2010, <https://timesofindia.indiatimes.com/edit-page/Ending-The-Kerala-Model/article-show/6810729.cms> (accessed July 26, 2018).

2.3 | Steps towards sustainability Vers un modèle de société durable

In the 1990s a ‘new’ Kerala Model of development emerged that better integrated sustainable goals into policy making. The new policy included a decentralised approach, participatory planning, combining political and environmental objectives and collaborations between the state, NGO’s and civic movements.³⁸

Dans les années 1990, un « nouveau » modèle de développement a qui intègre la notion de durabilité dans les politiques publiques mises en place a émergé. Les nouvelles pratiques incluait une approche décentralisée, une planification participative qui combine les objectifs politiques et environnementaux, ainsi que des collaborations entre l'état, les ONG et les mouvements civils.³⁸

De nombreuses politiques publiques ont ainsi été développées :

Hence numerous policies were started such as -

1. Democratic Decentralization – Sustainable environment management can occur only through the support of the locals. Using this concept, Kerala has carried out a decentralization program which encourages the common citizen in decision making and project implementation for sustainable development.

1. Décentralisation démocratique : le développement durable ne peut être réel que si les populations locales sont pleinement partie prenante. Le Kerala a ainsi encouragé tous les citoyens à s'impliquer dans les processus de décision et de mise en œuvre des projets de développement durable.

2. Group Farming and The People’s Resource Mapping program – The primary aim of this initiative was to improve the agricultural growth and food self-sufficiency in Kerala. The resource-mapping program was aimed at instigating more efficient and sustainable management of locally available resources. This was also meant to improve the land literacy of the ordinary people about their local resource potential and environment problems.³⁹

2. Groupe de soutien agricole et cartographie populaire des ressources - Dont l'objectif principal est d'améliorer la production agricole et l'autosuffisance alimentaire dans

³⁸ René Véron, “The ‘New’ Kerala Model: Lessons for Sustainable Development,” *World Development* 29, no. 4 (2001): 607-608.

³⁹ *Ibid.*, 607-608.

le Kerala. La cartographie des ressources permet d'instaurer une gestion plus efficace et durable des ressources locales. Ce programme permet également aux populations locales d'améliorer leur connaissance des ressources disponibles et des problèmes environnementaux.³⁹

3. The 'HARITHA' Kerala Mission is a comprehensive program which strives to create a development management plan by waste management, agricultural development and water resources using organic farming. It also aims to clear out all waste from the water bodies in the state, ensure proper disposal of solid waste and tries to bring about measures to increase the area of land under cultivation.⁴⁰

The Suchitwa Sagaram campaign trained the local fishermen to collect huge amounts of plastic that were getting entangled in the fishing nets. Once collected, the plastic is shredded and turned into a material which can be used for road surfacing.⁴¹

3. Le programme « HARITHA » vise à développer la gestion des déchets, le développement de l'agriculture et la conservation des ressources d'eau tout en soutenant l'agriculture biologique. Un des objectifs est également le nettoyage complet de tous les fleuves, rivières et mers de l'état, la collecte des déchets et l'accroissement des terrains cultivés.⁴⁰ La campagne « Suchitwa Sagaram » a permis de former des pêcheurs à la collecte des déchets plastiques qui se coincent dans les filets. Une fois ramassés, le plastique est réduit en morceaux et utilisé pour la construction de routes.⁴¹

4. Cochin International Airport – This airport was built in a public private partnership and in August 2015, it became the first airport in the world that completely operates on solar power. The 12 MWp solar power plant comprises 46,150 solar panels which produce 50,000 to 60,000 units of electricity per day which is consumed by all of the airport's operational functions. This makes it an absolutely power neutral airport.⁴²

4. L'aéroport international de Cochin, construit via un PPP, est devenu en août 2015 le premier aéroport au monde à fonctionner intégralement grâce à l'énergie solaire. La centrale solaire est composée de 46 150 panneaux solaires d'une puissance totale de 12 MWp qui produit de 50 000 à 60 000 unités d'électricité par jour. Cette énergie est intégralement utilisée par l'aéroport ce qui en fait un bâtiment passif.⁴²

The numerous policies and initiatives that been adopted by Kerala proves that it is the Indian state that places the most priority on human development and sustainability. In the larger goal of this dissertation to provide as a base for revival of traditional practices,

³⁹ "Haritha' Kerala Mission: State's comprehensive 'Green initiative' to be launched today," *Sustainability Outlook*, <http://www.sustainabilityoutlook.in/news/%E2%80%98haritha%E2%80%99-kerala-mission-state%E2%80%99s-comprehensive-%E2%80%98green-initiative%E2%80%99-be-launched-today-758049> (accessed July 24, 2018).

⁴¹ John Mckenna, "Kerala is pulling plastic from the oceans to build roads," *The Print*, July 1, 2018, <https://theprint.in/governance/keralas-fishermen-are-making-roads-out-of-plastic-collected-on-sea/76815/> (accessed July 26, 2018).

Kerala seems to have a conducive environment that could encourage this revival and act as an example for the other states.

Les nombreuses politiques publiques mises en place dans le Kerala montrent que le développement humain et le développement durable sont des priorités pour cet état du Sud de l'Inde. Ainsi, dans le cadre de ce mémoire, qui tend à revaloriser les techniques traditionnelles, le Kerala est un environnement propice et peut devenir un lieu de promotion de ces techniques pour les autres états.



⁴² "Kochi airport becomes world's first to completely operate on solar power," *Cochin International Airport Limited*, http://cial.aero/Pressroom/newsdetails.aspx?news_id=360 (accessed July 25, 2018). René Véron, "The 'New' Kerala vModel: Lessons for Sustainable Development," *World Development* 29, no. 4 (2001): 607-608. P19 - A Huge array of solar panels powering the Cochin Airport. Digital image. Team-BHP. Accessed July 04, 2018. <https://www.team-bhp.com/forum/shifting-gears/167246-cochin-airport-worlds-first-100-solar-powered-airport.html>.

03 | NATURAL STABILISERS LES STABILISANTS NATURELS

The world of natural plasters and its stabilizers is what unfolds in the upcoming chapter. This chapter contains the main focus of this thesis – the inventory of natural stabilizers in earthen plasters and its data collection process. A few examples of traditional recipes have also been included in this chapter.

Hence this chapter contains

- 3.1 Earthen Plasters and their stabilisation
- 3.2 Source of information
- 3.3 Inventory of Natural Ingredients
- 3.4 Set of Recipes

Nous étudierons ici la vaste palette d'enduits et de stabilisants naturels. Ce chapitre est au cœur de ce mémoire de recherche et détaille l'inventaire des stabilisants naturels en terre ainsi que le processus de collecte des données. Quelques exemples de recettes traditionnelles figurent également dans ce chapitre.

Ce chapitre couvre :

- 3.1 Les enduits en terre et leur stabilisation
- 3.2 Source d'information
- 3.3 Inventaire des ingrédients naturels
- 3.4 Carnet des recettes

P20 - *A spread of different herbs and organic additives.* Digital image. Ad Age India. Accessed June 28, 2018. <http://www.adageindia.in/marketing/cmo-strategy/is-the-ayurveda-adwar-intensifying-in-india/articleshow/60505797.cms>.

3.1 | Earthen Plasters and their stabilisation Les enduits en terre et leur stabilisation

Natural Plasters : Lime and Earth | Enduits naturels – Chaux et terre

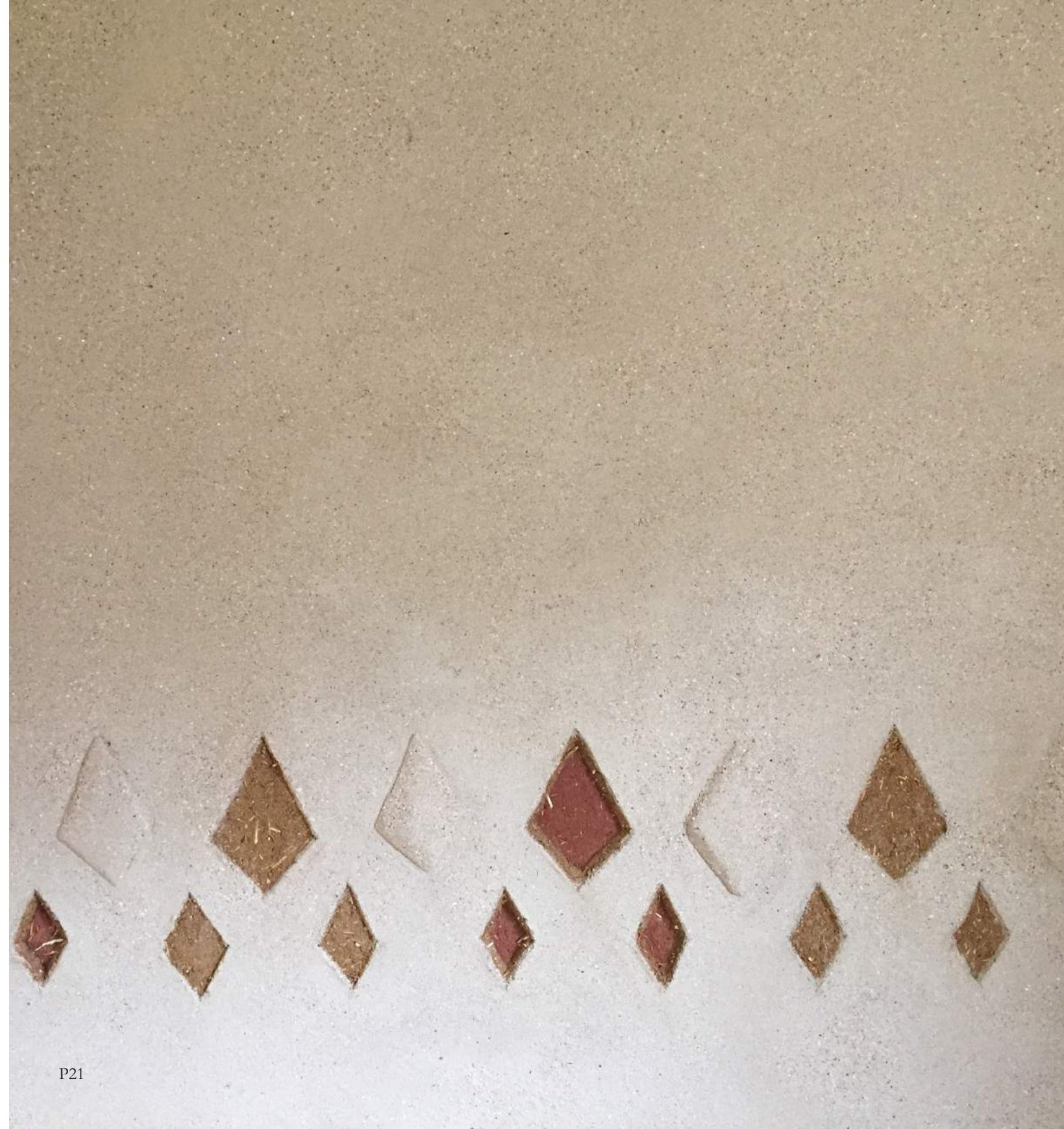
Earthen buildings are often provided with a final protective layer/s over them – this layer is known as a plaster. A good protective coating protects the wall against bad weather, impact, increases the life of the wall and could also play a role in improving the appearance of the wall.⁴³

In the context of Kerala where driving rains and high humidity are a factor of concern, a good plaster would be one which is impermeable to rain but permeable to water vapour from inside. Very often in constructions the breathability of the plaster is overlooked which results in impermeable surfaces that trap moisture inside walls and cause more harm to the wall with its presence than its absence. This is why natural plasters such as lime or earth plasters are ideal as opposed to cement plasters, as they maintain breathability whilst protecting the walls. Natural plasters are flexible and allow for natural movements in the building without cracking. They can respond to changes in relative humidity and temperature similar to the earthen walls they are protecting. Hence natural plasters have health benefits as it regulates indoor

Les bâtiments en terre sont généralement prévus avec une couche finale de protection, appliquée sur les parties les plus exposées – cette couche est connue sous le nom d'enduit. Une bonne enveloppe protectrice protège le mur contre le mauvais temps, les impacts, augmente la durée de vie du mur et peut aussi jouer le rôle d'amélioration de l'esthétique du mur.⁴³

Dans le contexte du Kerala, où les pluies battantes et le haut taux d'humidité sont des facteurs de préoccupation, un bon enduit serait un enduit imperméable à la pluie, mais perméable à la vapeur d'eau qui provient de l'intérieur. Souvent, dans les constructions, la respirabilité de l'enduit est négligée, ce qui résulte en des surfaces imperméables, qui piègent la moisissure dans les murs et causent plus de dégâts au mur que si il avait été absent. C'est pourquoi les enduits naturels tels que la chaux ou les enduits terre sont préférables aux enduits ciment, grâce à leur capacité de maintenir la respirabilité des murs. Les enduits naturels sont flexibles et permettent les mouvements naturels du bâtiment sans craquer. Ils réagissent aux changements

⁴³ Hugo Houben and Hubert Guillaud, *Earth Construction: A Comprehensive Guide* (Warwickshire: Practical Action Publishing, 2008), 332. P21 – *A wall showcasing natural finishes*. Image taken by Rosie Paul.



air quality⁴⁴ Natural plasters namely lime and earth have been used as finishes for buildings for thousands of years all over the world.

Lime is derived from limestone, chalk or coral (calcium carbonate) and has proved to be a versatile, durable and adaptable material. Lime plasters have been a very common outer finish in earthen buildings; they have adorned both simple and elite structures. They are not as strong as cement based plasters for compressive and shear strength but have lower embodied energy. They are often given in thin layers, with the base coat and finishing coat having similar properties.⁴⁵ However mud structures plastered in lime suffer a common ignorance of the existence of earthen walls beneath the lime plasters. This is specially the case in heritage buildings in India built with mud but plastered in lime. This prevents from mud being known as a durable material that lasts centuries as one cannot see the mud walls behind the plaster. **Earthen plasters** were used by early builders all over the world due to its components – soil, sand, fibres and their easy availability. Earthen plasters are environmentally friendly, easy to use, economic and create softer quieter finishes.⁴⁶ They are the most vapour permeable and flexible of natural plasters, they are non-toxic, easy to prepare and repair. The permeability

d'humidité et de température de la même manière que les murs en terre qu'ils protègent. De plus, les enduits naturels ont des effets bénéfiques pour la santé, en régulant la qualité de l'air intérieur.⁴⁴ Enfin, les enduits naturels, à base de chaux ou de terre, sont utilisés pour les finitions de bâtiments depuis des milliers d'années, dans le monde entier.

La chaux est dérivée du calcaire, de la craie ou du corail (carbonate de calcium) et s'avère être un matériau polyvalent, durable et adaptable. Les enduits chaux ont été très couramment utilisés comme couche de finition des bâtiments en terre, ils ont parés autant de simples bâtisses que des structures d'élites. Les enduits chaux ne sont pas aussi résistants que des enduits ciment aux forces de compression et de cisaillement, mais ont une énergie grise plus faible. Les enduits chaux sont généralement mis en oeuvre en fines couches, avec la couche de base et la couche de finition ayant des propriétés similaires.⁴⁵ Cependant, les structures en terre souffrent d'un manque de reconnaissance, les murs en terre étant cachés par un enduit chaux. C'est particulièrement le cas dans les bâtiments patrimoniaux en Inde, construits avec de la terre, mais enduits à la chaux. Cela empêche que la terre soit connue comme un matériau durable, pouvant durer plusieurs siècles, car on ne peut pas

⁴⁴ Adam Weismann and Katy Bryce, *Clay & Lime Renders, Plasters and Paints: A How-to-guide to Using Natural Finishes* (Totnes: Green Books, 2015), 27.

⁴⁵ Michael Henry and Tina Therrien, *Essential Natural Plasters: A Guide to Materials, Recipes, and Use* (Gabriola Island, BC: New Society Publishers, 2018).

⁴⁶ Jacob Deva Racusin and Ace McArleton, *The Natural Building Companion: A Comprehensive Guide to Integrative Design and Construction* (White River Junction Vermont: Chelsea Green Publishing, 2012).

of earth plaster comes from the clay present in it which allows moisture to move through the plaster readily but resists water as the clay swells and prevents it from entering the deeper layers. However, they are susceptible to driving rain and erode comparatively easily. They are also prone to high shrinkage depending on the clay content and hence are mainly applied as thin coats. In thicker coats they contain a high amount of fibre or aggregate.⁴⁷ In some cases earthen plasters are used to provide an inexpensive replaceable/repairable coating to prevent the earthen mass of the walls from damage, a sacrificial layer that is often redone. Earthen plasters can be easily repaired without having traces of the new and old plaster as long as the same soil composition is used for repair.⁴⁸



⁴⁷ Henry and Therrien, *Essential Natural Plasters*.

⁴⁸ Houben and Guillaud, *Earth Construction*, 331.

P22 – *Lime Plaster Finish, Granien, France*. Image taken by Rosie Paul.

voir les murs en terre derrière les enduits.

Les enduits terre étaient utilisés par les premiers constructeurs, dans le monde entier, du fait de leurs composants – grains, sable, fibres et du fait de leur grande disponibilité. Les enduits terre sont bons pour l'environnement, facile à mettre en oeuvre, économiques et créent des finitions plus légères et discrètes.⁴⁶ Ce sont les enduits naturels les plus flexibles et perméables à la vapeur d'eau, ils ne sont pas toxiques, facile à préparer et réparer. La perméabilité de l'enduit vient de l'argile présente dans la terre qui permet à l'humidité de bouger dans l'enduit facilement, mais qui résiste à l'eau, car l'argile gonfle et empêche l'eau d'entrer dans les couches profondes de l'enduit. Cependant, ils sont vulnérables aux pluies battantes et s'érodent facilement. Ils sont aussi sujets à un retrait élevé, dépendant de la teneur en argile et sont donc généralement appliqués en fines couches. Les couches plus épaisses contiennent un haut taux de fibres ou d'agrégats.⁴⁷ Dans certains cas, les enduits terre sont utilisés pour apporter une enveloppe peu chère, remplaçable et réparable, afin empêcher la masse de terre du mur d'être endommagée, une couche sacrificielle qui peut être souvent refaite. Les enduits terre peuvent être facilement réparés, sans laisser de traces du nouvel enduit sur l'enduit précédent, tant que la terre utilisée pour réparer est de même composition.⁴⁸

Stabilisation of Earth Plasters | Stabilisation des enduits terre

Earthen plasters when used externally may require reformulation or stabilisation of some kind. Additives are used to improve the quality of a plaster and are added to either all coats of the plaster or just the final coat depending on the quality of the earth mix.⁴⁹ However, there are many examples across the world wherein mud of ideal composition has been used as found. In these cases, stabilisation is not compulsory and can be avoided. Stabilisation of soils can be carried out through mechanical, physical and chemical methods to achieve better mechanical characteristics, improve tensile strength, better cohesion, reducing porosity and improvement of resistance to wind and rain erosion.⁵⁰

In case of plasters, physical stabilisation is achieved through soil reformulation. In very clayey soils, sand is added to the mud mix to attain a good grain size distribution. Depending on availability often natural fibres are also added to strengthen the structure of the soil. Sand and fibres fall into the category of inert stabilizers that help in densification and reinforcement and greatly reduce cracking of the earthen plasters. There is a simple grid test that can be carried out to determine the percentage of fibres and sand that is to be

Lorsque les enduits terre sont utilisés à l'extérieur d'un bâtiment, ils peuvent avoir besoin d'une reformulation ou d'une stabilisation. Des additifs sont utilisés pour améliorer la qualité de l'enduit et sont ajoutés soit à toutes les couches de l'enduit, soit uniquement à la couche finale, selon la qualité de la formulation de terre utilisée.⁴⁹ Cependant, il y a de nombreux exemples autour du monde où la terre est naturellement d'une composition optimale et est utilisée telle quelle. Dans ces cas, la stabilisation n'est pas impérative et peut être évitée. La stabilisation de la terre peut être effectuée par des méthodes mécaniques, physiques et chimiques, pour atteindre de meilleures caractéristiques mécaniques, améliorer la résistance à la traction, avoir une meilleure cohésion, réduire la porosité et augmenter la résistance à l'érosion du vent et de la pluie.⁵⁰

Dans le cas des enduits, la stabilisation physique se fait par reformulation de la terre. Dans des sols très argileux, du sable est ajouté à la terre pour atteindre une bonne variété de taille de grains. Selon la disponibilité, souvent on ajoute aussi des fibres naturelles pour renforcer la structure de la terre. Le sable et les fibres font partie de la catégorie des stabilisants in-

added according to the quality of the soil as shown in figure 2.

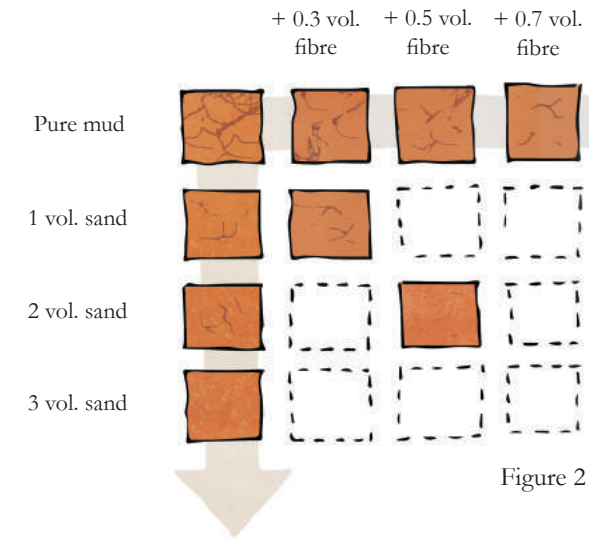


Figure 2

The other category of stabilisers is physio-chemical stabilisers under chemical stabilisation that improve cementation, linkage, imperviousness and water proofing. These physio-chemical stabilisers could be natural, mineral or synthetic for example cement, lime, bitumen, asphalt, gypsum, plant or animal product etc.⁵¹

Lime as a stabiliser works better in clayey soils and cement in sandy soils. Bitumen is used when soils are neither too clayey nor sandy.⁵² Gypsum is an interesting stabilizer for cohesion less soil and is not recommended for clayey soils but may be used in combination with lime for clayey soils.⁵³

ertes, qui aident à la densification et au renforcement du mélange et réduisent efficacement le risque de fissuration des enduits de terre. Un test de grille simple qui peut être réalisé pour déterminer le pourcentage de fibres et de sable qui doit être ajouté selon la qualité de la terre montrée en figure 2.

L'autre catégorie de stabilisants est les stabilisants physico-chimiques, dont le processus chimique de stabilisation améliore la cimentation, la tenue du mélange et l'imperméabilité à l'eau. Ce stabilisant physico-chimique peut être naturel, minéral ou synthétique, par exemple, cette stabilisation chimique peut être réalisée à l'aide de ciment, de chaux, de bitume, d'asphalte, de gypse, de plantes ou de produits animaliers etc.⁵¹

La chaux, comme stabilisant, fonctionne mieux pour des terres argileuses et le ciment pour des terres plus sableuses.⁵² Le bitume est utilisé lorsque la terre est ni trop argileuse ni trop sableuse. Le gypse est un stabilisant intéressant pour les terres peu cohésives et n'est pas recommandé pour les terres argileuses, mais peut être utilisé en association avec la chaux pour des terres argileuses.⁵³

En Inde, les stabilisants les plus utilisés sont la chaux et le ciment. La chaux, comme additif, lorsqu'elle est sèche, maintient une structure poreuse ouverte et reste per-

⁴⁹ Racusin and McArleton, *The Natural Building Companion*.

⁵⁰ Houben and Guillaud, *Earth Construction*, 75

⁵¹ Ibid, 75-99.

⁵² Ibid., 339.

⁵³ Lydie Didier-Feltgen, "Les enduits en terre Synthèse et transmission des savoir-faire dans le cadre du programme européen Leonardo da Vinci" mémoire DSA, école d'architecture de grenoble, 2005, 43.

In India, the most common stabilisers used are lime and cement. Lime as an additive, when dry maintains an open pore structure and remains permeable.⁵⁴ Adding lime to clay creates lime stabilized earth which is a plaster with properties different from that of lime or earth.⁵⁵ In India, lime is often added to earth as a deterrent to termites apart from increased mechanical and water resistance. Lime is a friendlier additive to earth and does not hinder the breathability of the plaster. However the lifecycle of the earth is still altered as the effect remains irreversible and hence earth stabilised with lime cannot be reused.

Cement when dry maintains a dense pore structure hence is less permeable. Very often due to the unavailability and cost of lime, cement is the preferred choice of stabiliser for the common man. This is a matter of concern as cement may augment the mechanical characteristics and the water resistance of the soil but it greatly reduces the breathability of the soil. The use of lime or cement, increases the embodied energy of the material and interferes with the cradle to grave lifecycle of the earth making it non-recyclable. In simpler terms the mud mixed lime or cement cannot be brought back to soil, and the effect is irreversible.

This is why it is preferred that natural additives are used which improve the quali-

méable (argile et enduit chaux).⁵⁴ Ajouter de la chaux à l'argile crée de la terre stabilisée à la chaux, qui est un enduit aux propriétés différentes celle de la chaux ou de la terre.⁵⁵ En Inde, la chaux est souvent ajoutée à la terre comme un répulsif contre les termites, outre ses capacités d'augmentation de la résistance mécanique et à l'eau. La chaux est un additif plus adapté à la terre et n'entrave pas la respirabilité de l'enduit. Cependant, le cycle de vie de la terre est altéré, car les effets de la chaux restent irréversibles, ainsi, la terre stabilisée à la chaux ne peut être réutilisée.

Le ciment, quand il est sec, maintient une structure dense, il est donc moins perméable. Du fait de la faible disponibilité et du coût élevé de la chaux, le ciment est plus couramment utilisé comme stabilisant. Ceci est un problème préoccupant, car le ciment bien qu'il augmente les caractéristiques mécaniques et la résistance à l'eau de la terre, réduit fortement la respirabilité de la terre. L'utilisation de la chaux ou du ciment augmente également l'énergie grise du matériau terre et entrave le cycle de vie circulaire de réutilisation de la terre, le rendant non recyclable. Plus simplement, la terre mélangée à la chaux ou au ciment ne peut pas être ramenée à la terre et ces effets sont irréversibles.

C'est pourquoi, il est préférable d'utiliser des additifs naturels, car ils augmentent les

⁵⁴ Weismann and Bryce, *Clay & Lime Renders, Plasters and Paints*, 30.

⁵⁵ Henry and Therrien, *Essential Natural Plasters*.

ties of the earthen plaster but do not alter the life cycle of the material. Their effect is more the retarding the decay of the material and limiting the frequency of maintenance in comparison to unstabilised earthen plasters.⁵⁶

Natural Additives | Additifs naturels

Apart from the mineral additives like cement and lime, traditionally additives of plant and animal base have also been added into earthen plasters to improve the qualities of the plaster – hardness, workability and water resistance. The attraction of these additives is that they are locally available, often the efficiency of these additives are largely based on traditional skill. Some of these additives prove to be effective only in specific conditions of preparation and environment. Though natural additives may not be as effective as the other industrially manufactured products they can enhance the performance of the plaster and provide satisfactory results.⁵⁷ The most common natural additives are manure, cooked flour paste, cactus juice, casein (milk protein), leaves and bark of certain trees, natural oils, tannins etc.⁵⁸

qualités de l'enduit terre sans altérer le cycle de vie du matériau. Ils permettent de retarder la décomposition du matériau et de limiter la fréquence d'entretien par rapport à des enduits terre non stabilisés.⁵⁶

Au delà des minéraux comme le ciment ou la chaux, des additifs à base de plantes ou d'origine animale sont traditionnellement utilisés dans les enduits terre pour augmenter leur qualité – solidité, maniabilité et résistance à l'eau. L'intérêt de ces additifs est qu'ils sont disponibles localement, souvent, l'efficacité de ces additifs est grandement basée sur les savoirs-faire traditionnels. Certains de ces adjuvants se révèlent efficaces uniquement dans des conditions spécifiques de préparation et dans des climats particuliers. Bien que, les adjuvants naturels ne soient pas toujours aussi efficaces que d'autres produits industriels manufacturés, ils peuvent améliorer la performance de l'enduit et apporter un résultat satisfaisant.⁵⁷ Les adjuvants naturels les plus communément utilisés sont les excréments, la pâte de farine cuite, le jus de cactus, la caséine, les feuilles et l'écorce de certains arbres, les huiles naturelles, les tannins etc.⁵⁸

⁵⁶ Houben and Guillaud, *Earth Construction*, 331-333.

⁵⁷ Ibid., 331-333.

⁵⁸ Racusin and McArlenton, *The Natural Building Companion*.

Classification of Natural additives | Classification des additifs naturels

The stabilisers of animal and plant origin can be broadly classified based on their molecular nature into polysaccharides, lipids, proteins and others.

The polysaccharide family groups together macromolecules from the family of complex sugars. Cellulose, starch, main molecules of natural gums and vegetable juices are polysaccharides.

Lipids are the fats of living beings. They are hydrophobic, insoluble molecules in the water, because of the presence of long chains of fatty acids.

Proteins are living macromolecules, composed of one or more amino acid chains. They have both hydrophobic and hydrophilic parts. Milk casein, albumin from blood or egg, collagen from skin and bones, are proteins of animal origin.

The last category groups the other living molecules that do not fit into the big three families previously mentioned. These are mainly phenolic compounds: tannins, resins etc.⁵⁹

Les stabilisants d'origine animale et végétale peuvent être largement classifiés en se basant sur leur nature moléculaire entre polysaccharides, lipides, protéines et d'autres.

La famille des polysaccharides regroupe les macromolécules de la famille des sucres complexes. La cellulose, les amidon, les principales molécules de gommes naturelles et de gels de végétaux sont des polysaccharides.

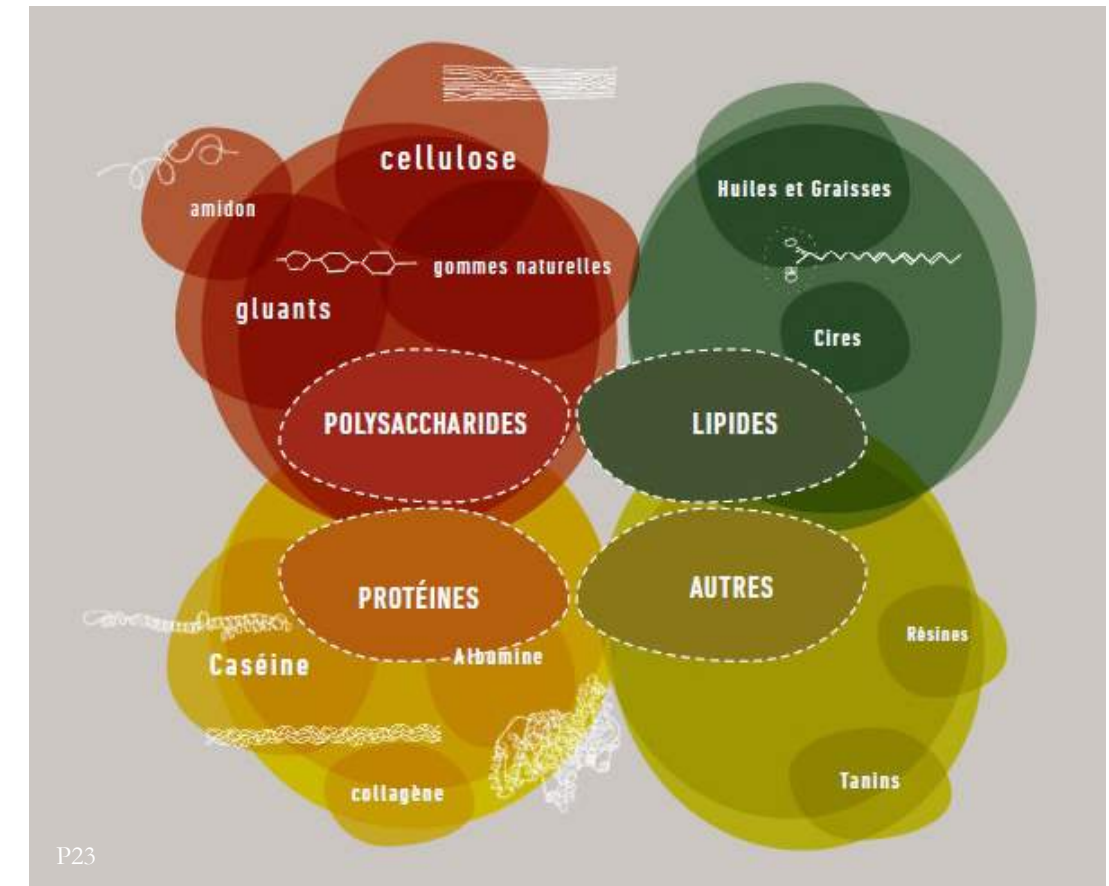
Les lipides sont les éléments gras des êtres vivants. Ils sont hydrophobes, insolubles dans l'eau, de part la présence de longues chaînes d'acides gras.

Les protéines sont des macromolécules vivantes, composées d'une ou plusieurs chaînes d'acides aminés. Ils ont autant de parties hydrophobes que hydrophiles. La caséine de lait, l'albumine issue du sang ou des oeufs et le collagène issu de la peau et des os sont des protéines d'origine animale.

La dernière catégorie regroupe les autres molécules vivantes qui n'entrent dans aucune des les trois grandes familles précédemment décrites. Ce sont principalement des composés phénoliques: tannins, résines, etc.⁵⁹

This research will focus on the natural stabilisers traditionally added to earthen plasters in the region of Kerala. Apart from the common natural additives listed above the study looks into ingredients that were added specific to the culture and traditions of the region.

Cette recherche va se focaliser sur les stabilisants naturels traditionnellement ajoutés dans les enduits terre dans la région du Kerala. A part les adjuvants naturels communs listés ci-dessus, l'étude explore les ingrédients qui étaient ajoutés, spécifiques à la culture et les traditions de la région.



⁵⁹ Aurélie Vissac, Ann Bourges, David Gandreau, Romain Anger, and Laetitia Fontaine, *Argiles & Biopolymères: Les Stabilisants Naturels Pour La Construction En Terre* (Villefontaine: CRAterre Editions, 2017), 13.

P23 - Aurélie Vissac, Ann Bourges, David Gandreau, Romain Anger, and Laetitia Fontaine, *Classification of Biopolymers*. A graphic representation. "Argiles & Biopolymères: Les Stabilisants Naturels Pour La Construction En Terre" (Villefontaine: CRAterre Editions, 2017). 12.

3.2 | Source of Information Source d'information

An inventory of this kind that throws light on traditional know-how is of good value as it documents the lesser known. The ingredients and recipes in this dissertation have been drawn from centuries of use and experience. One must not ignore the journey to the destination, this chapter speaks about that journey which resulted in this inventory of traditional stabilisers in Kerala.

The data collection process followed a bipartite approach, one that looked into the large knowledge base in the traditional practices of Kerala. The other was to tap into the wisdom of the wide network of human resource through interviews, field visits and mutual exchange of know-how.

Un inventaire de cette sorte, qui donne un aperçu des savoir-faire traditionnels est d'une grande valeur, en documentant ce qui est moins connu. Les ingrédients et recettes dans ce mémoire sont le résultat de siècles d'utilisation et d'expérience. On ne doit pas ignorer le trajet jusqu'au résultat, ce sous-chapitre parle de ce trajet, qui résulte en cet inventaire des stabilisants naturels du Kerala.

Le processus de collecte des données s'est fait en deux temps, la constitution d'une base de connaissance des pratiques traditionnelles du Kerala. puis l'exploitation de la sagesse du vaste réseau des ressources humaines, à travers des entretiens, des visites de sites et des partages de savoir-faire.

The links between the traditional Practices | Les liens entre les pratiques traditionnelles

To get a more holistic and well-rounded view about traditional practices in the field of mud construction, it was necessary to look beyond it, into other ancient traditional practices particular to Kerala in the fields of medicine, art and into architecture at a macro level. There are lots of common links that tie these traditional fields together; this brings to light the simplicity and complexity of ancient know-how. Simplicity in the common ingredients used and complexity in its varied applications of the same ingredient spanning across various fields.

It gives us insight on the richness of knowledge concerning natural resources during ancient times and how a truly sustainable lifestyle was practised. This section gives a brief overview on ayurveda, mural art and architecture with focus on the unique natural ingredients used for varied applications.

Pour obtenir un aperçu plus hollistique des complet et pratiques traditionnelles dans le domaine de la construction terre, il était nécessaire de regarder plus loin, dans d'autres pratiques traditionnelles anciennes, spécifiques au Kerala, dans le champ de la medecine, de l'art et dans l'architecture à une échelle macro. Il y a de nombreux points communs qui lient ces domaines traditionnels ensembles; illustrant la simplicité et la complexité des savoirs-faire anciens. La simplicité dans les ingrédients communément utilisés et la complexité dans la variété d'application de mêmes ingrédients à travers les différents domaines.

Cela nous donne un aperçu de la richesse des connaissances concernant les ressources naturelles durant l'ancien temps et comment les modes de vies étaient pratiqués de manières réellement durables.



P24



P25



P26

Traditional medicine - Ayurveda | La médecine traditionnelle - Ayurveda

Ayurveda is a system of traditional medicine that originated in India. It is a system of medicine which does not separate the body and the mind, and takes into consideration the environment - oneness of body, mind and spirit. *Ayur* means life and *Veda* means the science of knowledge.

It was brought to Kerala between the 6th and 7th century CE by Vagbhata, a Buddhist from Sind(north India) which developed into a dynamic medical culture. It made significant progress between the 13th and the 17th centuries, thanks to generous royal and individual patronage. The knowledge of this science was initially given to 18 upper caste families and they were called the *Astavaidyas*, later students outside the family were accepted as disciples. This helped disseminate their knowledge beyond the family circle and create new lineages of transmission.⁶⁰

In the present day, Ayurveda in Kerala is still widely popular both inside and outside of Kerala. There are many formal colleges that teach ayurvedic medicine. Tourism being an important source of economy in Kerala, ayurveda is one of the prominent sciences on which tourism is promoted. There are many *ayurvediya shalas* (Ayurvedic centres) that are set up all over Kerala that practise this alternative medicine.

L'ayurveda est un système de médecine traditionnelle originaire de l'Inde. L'ayurveda est une approche de la médecine qui ne sépare pas le corps de l'esprit, et prend en considération l'environnement – l'unité entre corps, pensée et esprit. *Ayur* signifie vie et *Veda* signifie la science du savoir.

Cette approche de la médecine a été amenée au Kerala entre le 6^{ème} et le 7^{ème} siècle de notre ère, par Vagbhata, un Bouddhiste venant de Sind (au nord de l'Inde) qui mis au point une culture médicale dynamique. L'Ayurveda a fait des progrès significatifs entre le 13^{ème} et le 17^{ème} siècle, grâce à de généreux mécènes royaux ou individuels. Cette science a été initialement transmise au sein de 18 familles de caste supérieure, appelées les *Astavaidyas*, plus tard, des étudiants hors de ces familles ont été acceptés comme disciples. Ceci participe à la diffusion de cette science hors du cercle familial, créant ainsi une nouvelle chaîne de transmission.⁶⁰

De nos jours, l'Ayurveda au Kerala est toujours très populaire, autant dans le Kerala que en dehors du Kerala. Il existe de nombreux collèges officiels, qui enseignent la médecine ayurvédique. Le tourisme étant une source économique importante au Kerala, l'Ayurveda, en tant que l'une des sciences les plus renommées du Kerala

⁶⁰ Spudich, Annamma, and Indudharan Menon, "The Ashtavaidya Physicians of Kerala: A Tradition in Transition," *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine* 1, no. 4 (2010).

P24 - *Medicinal plants, herbs and oil*. Digital image. Dabur. Accessed July 18, 2018. <https://www.dabur.com/in/en-us/about/science-of-ayurveda>

P25 - *Kerala mural art*. Digital image. Gatha. Accessed July 18, 2018. <http://shop.gaatha.com/image/catalog/data/Zola/kerala-mural-jewellery/5k.jpg>.

P26 - *Vadamkuntham temple*. Digital image. Thrissur City Police. Accessed July 19, 2018. <https://www.dabur.com/in/en-us/about/science-of-ayurveda>.

The ingredients used in Ayurveda include herbs, spices, animal products, alcohol, metals in small quantities. Plant-based treatments in Ayurveda may be derived from roots, leaves, fruits, bark, or seeds, hence it requires an in-depth understanding of regional herbs and its varied benefits.

As part of this research on natural additives, interactions with an ayurvedic *vaidy-an* (ayurvedic doctor) brought to light that almost all of the natural additives added to mud constructions seem to find a place in ayurvedic medicine. For example *Kadduka* or gall nut is a popular natural stabiliser added into mud plasters for its water resistive properties. *Kadukka* plays a very important role in ayurvedic medicine as it is used as an ingredient in 80% of the ayurvedic medicines due to its numerous benefits. It is referred to as *haritaki* in Ayurveda and treats many illnesses from digestive disorders to skin conditions and improves immunity. Another example would be the *avanakka maram* (castor) whose vegetal gel from leaves is used as a protective external coating in mud plasters. In Ayurveda, the roots and seeds of the tree are used in the treatment from rheumatism.

représente un réel atout pour le tourisme de la région. Les ingrédients utilisés par l'Ayurveda incluent des herbes, des épices, des produits animaux, de l'alcool, des métaux en petites quantités. Les traitements à base de plantes, dans l'Ayurveda, peuvent être dérivés de racines, de feuilles, de fruits, d'écorces ou de graines, de ce fait, cela nécessite une compréhension approfondie des plantes régionales et leurs bienfaits variés.

Dans le cadre de cette recherche sur les adjuvants naturels, l'échange avec un *Vaidyan* ayurvedique (docteur ayurvedique), a mis en évidence que pratiquement tous les adjuvants naturels utilisés dans la construction terre semblent trouver une place dans la médecine ayurvedique. Par exemple, le *Kadduka* ou la noix de galle est un stabilisant naturel populaire dans les enduits terre, pour sa capacité de résistance à l'eau. Le *Kadukka* joue également un rôle très important dans la médecine ayurvedique et est utilisé comme ingrédient dans 80% des remèdes ayurvedique, du fait de ses nombreux bienfaits. En Ayurveda, il est appelé "*Haritaki*" et traite de nombreuses maladies, tels que les problèmes de digestion, les maladies de peau et augmente également l'immunité des patients. On peut également citer le *Avanakka maram* (ricin), dont le gel végétal issu des feuilles est utilisé comme couche protectrice des enduits terre. Dans l'Ayurveda, ce sont les racines et les graines de l'arbre qui sont utilisées comme traitement contre les rhumatismes.





Traditional Art – Chuvar Chitrakala | Art traditionnel – Chuvar Chitrakala

Mural paintings in Kerala are referred to as *Chuvar Chitrakala*. The earliest mural paintings can be dated back to the rock cut caves of Ajanta and Ellora which are more than a millennia old. In Kerala mural art can be traced back to the 7th and 8th century.⁶¹

The mural paintings of Kerala are famous for its richness of colours. Murals in Kerala are painted with basic five colours: ochre-yellow, ochre-red, blue, green and black and their desirable combinations. Traditionally they were done using completely natural pigments over lime plastered walls. The steps in creating a Mural painting can be broadly divided into 4 processes – Preparation of the wall, sketching of the outline, and application of natural colour and the addition of decorative details.⁶²

In the topic of natural additives to natural plasters - it is steps 1 and 3 that are of interest to us. The wall is prepared with lime very carefully since it becomes the canvas and plays an important role in the vibrancy of the painting. Different natural additives are added to lime from the first layer to the last. Murals were painted on granite or mud walls (laterite).

Les peintures murales dans le Kerala sont appelées “*Chuvar Chitrakala*”. Les plus anciennes peintures murales se trouvent dans les grottes d’Ajanta et d’Ellora et peuvent être datées de plus d’un millénaire. Dans le Kerala, l’art mural peut être tracé jusqu’au 7^{ème} et 8^{ème} siècle.⁶¹

Les peintures murales du Kerala sont connues pour leur richesse en couleurs. Les murs au Kerala sont peints avec les 5 couleurs primaires : ocre-jaune, ocre-rouge, bleu, vert et noir et leurs mélanges souhaités. Traditionnellement, les peintures murales étaient réalisées uniquement à l’aide de pigments naturels sur des murs enduits de chaux. Les étapes pour créer une peinture murale peuvent être divisées en 4 procédés – Préparation du mur, dessin des contours et application de la couleur naturelle ainsi que des détails décoratifs.⁶²

Dans le cadre des adjuvants naturels aux enduits naturels – ce sont les étapes 1 et 3 qui nous intéressent. Le mur à la chaux est préparé de manière très minutieuse, car il devient le support de la peinture et joue un rôle important dans l’éclat de la peinture. Différents additifs naturels sont ajoutés à la chaux depuis la première couche jusqu’à la dernière. Les peintures murales étaient réalisées sur des murs en granit ou en terre (laterite).

⁶¹ Nayar, T.S., S. Binu, and P.Pushpangadan, “Uses of Plants and Plant Products in Traditional Indian Mural Paintings,” *Economic Botany* 53(1) (1999): 41-50.

⁶² *Ibid.*, 43

P28 –v *A Mural painting by artist Minikumar.* Image taken by Rosie Paul.

Preparation of the wall -

Layer 1 – Lime and sand (1:2) was mixed with *kadukka* (*Terminalia chebula*) or *oonjal valli* (*Cissus glauca Roxb.*)

Layer 2 - The base mix of lime and sand is added with cotton fibres (*Gossypium herbaceum*) in 2mm thickness giving brightness to the wall.

Final Layer – This is a more fluid mix where lime is mixed with the milk of an immature coconut (*Cocos nucifera*) and the wall is coated 20-25 times maintaining the thickness to be 1mm or less. After this step the walls will attain a gleaming white colour ready to take the natural pigments of the painting.

Preparation of Pigments -

Pigments are all got from natural herbs and the gum of the Neem tree (*Azadirachta Indica*) is used as a basic adhesive for the paints.

Apart from this many other natural herbs are used in Mural paintings for the brush, the wooden handle etc.⁶³

Préparation du mur -

Première couche – La chaux et le sable (1:2) sont mixés avec du *Kadukka* (*Terminalia chebula*) ou *Oonjal valli* (*Cissus glauca Roxb.*)

Deuxième couche - Le mélange de base est constitué de chaux et de sable, auquel on ajoute des fibres de coton (*Gossypium herbaceum*) sur une épaisseur de 2mm, donnant la brillance au mur.

Couche finale – C'est un mélange plus liquide, dans lequel la chaux est mélangée avec le lait d'une noix de coco pas mure (*Cocos nucifera*) et le mur est enduit 20-25 fois assurant une couche de 1mm ou moins. Après cette étape, les murs obtiennent une couleur blanche, brillante, prête à recevoir les pigments naturels de la peinture.

Préparation des pigments -

Les pigments sont tous issus de plantes naturelles et la gomme de l'arbre de Neem (*Azadirachta Indica*) est utilisée comme un élément adhésif basique pour les peintures.

De nombreuses autres plantes naturelles sont utilisées dans les peintures murales, dans les pinceaux, les manches en bois etc.⁶³

Traditional Architecture | Architecture traditionnelle

Indian traditional architecture, has been found to construct using mud and lime since 4000 years ago⁶⁴ - the Indus valley civilisation of Mohenjodaro and Harappa, presently located in Pakistan.⁶⁵ The Charminar in Hyderabad, Andhra Pradesh built in 1591 was the first public monument in the world built using lime mortar and stone. It is 56m high and brought worldwide recognition to the strength of lime mortar.⁶⁶

In Kerala the primary building materials used in vernacular constructions were timber and laterite blocks.⁶⁷ Other common building materials included mud, lime mortar, wood, bamboo, clay roofing tile and coconut palm leaves. Mud was used in walling, bricks, as mud mortar for laterite masonry and as filler for timber floors. Laterite blocks are usually bonded and plastered with lime mortar.⁶⁸

The Padbhanabhapuram Palace presently a UNESCO World heritage site, was built in the 16th century in the capital of the old Travancore state.* The Palace is an exceptional example of indigenous building techniques and craftsmanship in wood, a style unparalleled in the world and based on historic building system, *Taccushastra* - the science of carpentry that is unique to this region. The Palace is known for its shiny black flooring, which is made from

L'architecture traditionnelle indienne, construit en utilisant de la terre et de la chaux depuis plus de 4000 ans⁶⁴ – les civilisations Mohenjodaro et Harappa des vallées hindous, actuellement localisées au Pakistan.⁶⁵ Le Charminar à Hyderabad, Andhra Pradesh construit en 1591 était le premier monument public au monde construit en utilisant de la pierre et un mortier de chaux. Il fait 56m de haut et apporta une reconnaissance internationale de la résistance du mortier de chaux.⁶⁶

Au Kerala, les premiers matériaux de construction utilisés dans l'architecture vernaculaire étaient le bois et les blocs de laterite.⁶⁷ On pouvait également voir quelques autres matériaux tels que la terre, le mortier de chaux, le bois de bambou, les toits en tuiles de terre cuite et les feuilles de cocotier. La terre était utilisée pour les murs, sous forme de briques ou comme mortier pour la maçonnerie de latérite et comme un remplissage de planchers bois. Les blocs de latérite étaient habituellement liés et enduits avec un mortier de chaux.⁶⁸

Le palais de Padbhanabhapuram, actuellement classé comme site du patrimoine mondial de l'UNESCO, a été construit au 16ème siècle, dans la capitale de l'ancien état de Travancore.* Ce palais est un exemple exceptionnel des techniques constructives indigènes et de l'artisanat en bois, un

⁶³ Ibid.43-45

⁶⁴ Thirumalini P. et al., "Study on the performance enhancement of lime mortar used in ancient temples and monuments in India," *Indian Journal of Science and Technology* 4, no. 11 (2011): 1.

⁶⁵ Aurangzeb Khan and Carsten Lemmen, "Bricks and urbanism in the Indus Civilization," *PLOS* 1, (2014): 1.

⁶⁶ Thirumalini P. et al., *Study on the performance enhancement of lime mortar used in ancient temples and monuments in India*, 1484.

⁶⁷ Gopinath, Gini, "Transformation of Traditional to Contemporary Residential Architecture of Kerala: a critical analysis", March diss. Indian Institute of Technology Roorkee, 2014.

⁶⁸ A.S Dili, M.A. Naseer and T. Zacharia Varghese, "Passive environment control system of Kerala vernacular residential architecture for a comfortable indoor environment: A qualitative and quantitative analyses," *Energy and Buildings* 42 (2010): 920.

* After independence the Malayalam speaking regions of the old Travancore state was formed into Kerala. The palace is now located in Kanyakumari, Tamil Nadu but is in the custody of the Kerala government.

jaggery lime, a combination of egg white, charcoal, burnt coconut, and river sand, buttermilk and curd. This flooring is well known for its mirror finish and durability.⁶⁹

It is clear that lime was a preferred construction material of ancient times and there is a lot of traditional know how around lime constructions and the natural additives added to it. Hence in this study, natural additives added to both lime and mud constructions were considered. It was found that often similar additives were added to both mud and lime constructions. For example *kadukka* (*Terminalia chebula*) used in Mural wall preparation with lime is a common additive often added to mud plasters for waterproofing. Certain ingredients traditionally used solely in lime plasters were tested in pure earth mixes and found to be effective in earth plasters as well.

style unique et basé sur des techniques de construction ancestrales, *Taccushastra* – la science de la charpente spécifique à cette région. Ce palais est connu pour son sol noir et brillant, réalisé à partir de chaux de *jaggery*, une combinaison de blancs d'œuf, de charbon, de noix-de coco brûlées et du sable de rivière, du babeurre et de lait caillé. Ce sol est particulièrement connu pour sa finition effet miroir et sa perennité.⁶⁹

Il est évident que la chaux était l'un des matériaux de prédilection dans les constructions de traditionnelles et il existe de nombreux savoirs-faire autour de la construction chaux et les adjuvants naturels utilisés avec. Ainsi, dans cette étude, les adjuvants naturels utilisés dans les constructions de chaux et de terre crue ont été pris en considération. On s'est d'ailleurs aperçu que généralement, les adjuvants utilisés dans la construction chaux étaient les mêmes que ceux utilisés pour la terre. Par exemple, le *Kadukka* (*Terminalia chebula*) utilisé pour les préparations de peintures murales à la chaux, est un adjuvant souvent utilisés dans les enduits terre pour les imperméabiliser. Des expérimentations ont donc été réalisées avec certains ingrédients traditionnellement utilisés uniquement dans les enduits chaux, pour les tester dans des mélanges de terre crue et l'on s'est rendu compte qu'ils sont efficaces également dans les enduits terre.

⁶⁹ Swati Singh, "Padmanabhapuram Palace – An Ancient Architectural Magic of South India," *Indian Heritage Sites*, June 19, 2014, <https://indiaheritagesites.wordpress.com/2014/06/19/padmanabhapuram-palace-an-ancient-architectural-magic-of-south-india/future> (accessed July 6, 2018).

P2v9 – *Flooring of Padmanabhapuram palace*. Digital image. Accessed September 1, 2018. <https://indiaheritagesites.wordpress.com/2014/06/19/padmanabhapuram-palace-an-ancient-architectural-magic-of-south-india>.



Knowledge Sharing | Partage de connaissances

Knowledge sharing and mutual exchange was the second part of the data collection process. It draws lessons from persons with practical experiences in diverse contexts. This was carried out through a series of interviews and discussions. The questionnaire used as a reference for the interviews can be found in annexure 1. The persons involved in this process can be widely grouped into professionals, artisans and inhabitants of earthen structures.

In the context of this research, professionals include architects, archaeologists, contractors and doctors of Ayurveda. The artisans consist of masons and mural artists. The inhabitants include local/indigenous persons who have built mud structures using traditional ingredients that have been passed down from generations.

The map gives insight on the type of persons interviewed (professionals, artisans or inhabitants) and places covered during this process.

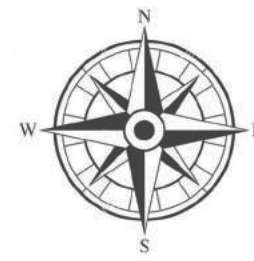
The information collected has been sourced from experiences of both the past and the present, through the living heritage, the built heritage, present constructions and also oral history.

L'échange de savoirs constituait le second objectif du processus de collecte de données. Cette partie s'appuie sur des enseignements tirés de personnes ayant une expérience pratique dans divers contextes. Ceci a été réalisé à travers une série d'interviews et de discussions. Le questionnaire utilisé comme référence pour les entretiens se trouve dans l'annexe 1. Les personnes impliquées dans cette démarche étaient des professionnels, des artisans et des habitants de constructions en terre.

Dans le contexte de cette recherche, les professionnels regroupent des architectes, des archéologues, des entrepreneurs et des docteurs en Ayurveda. Les artisans interviewés étaient des maçons et des peintres muraux. Les habitants interrogés étaient des personnes locales/indigènes qui ont construit des structures en terre en utilisant des ingrédients traditionnels, transmis de générations en générations.

La carte donne un aperçu du type de personnes interviewées (professionnels, artisans ou habitants) et les emplacements durant cette démarche.

Les informations recueillies sont originaires d'expériences passées comme présentes, à travers le patrimoine vivant, le patrimoine construit, les constructions actuelles, mais aussi l'histoire orale.



Living Heritage | Patrimoine vivant

The local knowledge of the indigenous people who continue to practice traditions passed on from their ancestors and live in mud homes that was built using this traditional know-how forms part of the living heritage.

Field visits were carried out in remote villages of Manathavadi, Koyileri, Koottyoor, Kaatikulum, Aravanazhy and Thirunelli in the Wayanad district of Kerala. The data was collected from the local inhabitants of the mud dwellings which were built by them or their ancestors. In the case of the latter the traditional knowledge concerning these structures have been passed onto them from past generations and practiced by them through maintenance and repairs of their houses.

Wayanad is located on an elevated plateau (700-2100m above MSL) in the Western Ghats of India. Most part of Wayanad is encircled in forests with rich cultural and bio diversity. This region was ideal for conducting field visits as Wayanad is home to many indigenous populations. It is reported that 36% of tribal population of the state live here. It is home to 6 different tribes (Paniyas, Adiyas, Kurichiyas, Mulakuruma, Uralikuruma and Kattunaikas) with distinctive culture, heritage and living habits. the community which constituted mainly of hunter-gatherers is now made of farmers and labourers⁷⁰

⁷⁰ Pradheeps M., "Studies on biocultural heritage diversity and bioresources for conservation and sustainability in Wayanad region Kerala" Thesis, Pondicherry University, 2014, <http://shodhganga.inflibnet.ac.in/handle/10603/195354>.

Les savoirs locaux des communautés qui continuent de pratiquer les traditions transmises par leurs ancêtres et qui vivent dans des maisons en terre construites selon les savoirs-faire traditionnels font partie du patrimoine vivant.

Des visites de sites ont été réalisées dans les villages isolés de Manathavadi, Koyileri, Koottyoor, Kaatikulum, Aravanazhy et Thirunelli dans le district du Wayanad au Kerala. Les données ont été collectées auprès des locaux habitant dans des maisons en terre construites par eux ou leurs ancêtres. Dans le cas de ces derniers, les connaissances traditionnelles concernant ces structures leur ont été transmises par des générations passées et ont été pratiquées à travers l'entretien et la réparation de leurs maisons.

Le Wayanad est situé dans les hauts plateaux (700-2100m d'altitude), dans les ghats occidentaux de l'Inde. La majeure partie du Wayanad est encerclée par des forêts qui recèlent une culture riche et une grande biodiversité. Cette région était idéale pour réaliser des visites de site, car le Wayanad abrite de nombreuses populations indigènes. Il est rapporté que 36% des populations tribales de l'état habitent là. C'est le territoire de 6 tribus différentes (Paniyas, Adiyas, Kurichiyas, Mulakuruma, Uralikuruma et Kattunaikas), avec des



The areas studied saw mud structures made of mainly *alagu* (wattle and daub) in the Thirunelly district and *mannu katta* meaning adobe blocks were found in places near Manathavadi namely Koyileri and Kootyoor near Thirunelly. The houses of adobe blocks have roofs made from rice straw with large overhangs, and wide verandahs. The wattle and daub structures were smaller structures with straw roofs. The wattle was done with bamboo poles and weaving. The verandah was wide, made of stones and formed a base for the wattle to sit in. The floors were either exposed mud floors coated with cow dung or mud floors coated with a thin layer of

cultures, des patrimoines et des habitudes de vies spécifiques. La communauté constituée principalement de chasseurs-cueilleurs est désormais composée de fermiers et d'ouvriers⁷⁰

Les zones étudiées comprennent des structures en terre faites principalement de torchis (*Alagu*) dans la région de Thirunelly et des *mannu katta*, signifiant blocs de terre, ont été trouvées dans des endroits près du Manathavadi, notamment Koyileri et Kootyoor près de Thirunelly. Les maisons en blocs d'adobes ont des toits réalisés à partir de paille de riz, avec de larges débords, et de grandes vérandas. La structure en torchis est plus petite avec des toits

rice husk/straw ash and herbal extracts.

Both these techniques were plastered with mud in the final layers with additives used that were found in the forest. The knowledge on natural stabilisers shared by these indigenous communities has greatly enriched the inventory as it was a direct sharing and transfer of know-how and allowed for personal interactions that helped in better understanding of their traditions, culture and future aspirations.

In the areas visited it was noted that the local building culture was under threat due to urbanisation and government housing schemes that do not incorporate the local building techniques. This is clear from the diminishing numbers of these mud dwellings.

de chaume. Les structures de torchis sont en bambou pour les poteaux et le tressage.

La grande véranda est faite d'une base en pierre, formant une assise pour insérer la structure bois. Les sols sont soit des sols en terre enduits avec de la bouse de vache ou des sols en terre enduits avec de fines couches de cendres de balles de riz ou paille de riz et des extraits végétaux.

Ces deux techniques utilisent la terre pour les enduits de finition, mélangée à des adjuvants trouvés dans la forêt. Le présent inventaire fut grandement enrichi par la connaissance des stabilisants naturels, partagée par ces communautés indigènes, en permettant un échange direct et un transfert de savoir-faire et en permettant une interaction personnelle qui a aidé à mieux comprendre leurs traditions, cultures et leurs aspirations futures.

Dans les zones visitées, on a remarqué que les cultures constructives locales étaient menacées à cause de l'urbanisation et des programmes de logements gouvernementaux qui n'utilisent pas les techniques constructives locales. Ce phénomène est d'autant plus clair lorsqu'on constate que le nombre de maisons en terre diminue.

Built Heritage | Patrimoine bâti

The inventory looks into restoration works of plasters that include natural ingredients that were used during construction. The restoration work of the Vadakkunnathan temple in Thrissur was chosen as the case study to understand the natural additives that were added to the restoration of external lime plasters to the temple. The temple is a marvel made out of wood and stone where most of the walls are lime plastered.

The restoration work was awarded the UNESCO Asia-Pacific Heritage Award for Cultural Heritage Conservation. The 1200 year old temple restoration work was carried out by a team of archaeologists, artisans and others with architect Vinod Kumar from DD architects as the project co-ordinator. The lime plasters and the wood work was restored using only the original materials – the wood was repaired and coated with a special oil made up of eight natural ingredients to protect against termites.⁷¹

The lime plaster was done using powdered shells with jaggery and nine different herbs. The whole preparation, which took 40 days and the mix and plastering was done using skilled traditional craftsmen.

Details regarding the restoration process of the exterior lime plasters were given by

L'inventaire étudie les travaux de restauration d'enduits et notamment les ingrédients naturels qui étaient utilisés lors de la construction. Les travaux de restauration du temple Vadakkunnathan à Thrissur ont été choisis comme étude de cas, pour comprendre les adjuvants naturels utilisés dans la restauration extérieure des enduits chaux du temple. Le temple est une merveille faite de bois et de pierres où la majorité des murs sont enduits en chaux.

Les travaux de restauration ont été récompensés par le prix UNESCO du patrimoine Asie-Pacifique pour la conservation du patrimoine culturel. Les travaux de restauration du temple vieux de 1200 ans ont été menés par une équipe d'archéologues, d'artisans ainsi que l'architecte Vinod Kumar de DD architectes, en tant que coordinateur de projet. Les enduits chaux et les travaux de menuiseries ont été restaurés en utilisant les matériaux d'origine – le bois a été réparé et enduit par une huile spéciale faite de 8 ingrédients naturels pour protéger contre les termites.⁷¹

L'enduit chaux a été réalisé en utilisant des coquilles pulvérisées et du *Jaggery* (sucre non raffiné) avec 9 herbes différentes. La préparation a duré 40 jours et les enduits ont été réalisés par des artisans traditionnels qualifiés.

⁷¹ Asha Prakash, "Extraordinary renovation effort wins UNESCO award for Vadakkunnathan Temple," *The Times of India*, September 15, 2015, <https://timesofindia.indiatimes.com/city/kochi/Extraordinary-renovation-effort-wins-UNESCO-award-for-Vadakkunnathan-Temple/articleshow/48974572.cms> (accessed July 6, 2018).

the conservation architect and the mason who was involved in the restoration process. This work which has been documented to great detail in the research paper “The study on performance enhancement of lime mortar used in ancient temples and monuments of India” by T.Thirumalini was particularly useful.

Apart from this an archaeologist Dr.Hema chandran in Trivandrum, Kerala was also consulted on natural additives commonly found to be used in the natural plasters and mortars of built heritage in Trivandrum.

Les détails du processus de restauration de l'enduit chaux extérieur a été donné par l'architecte du patrimoine et le maçon impliqué dans le processus de restauration. Ce travail a également été documenté de manière très détaillée, grâce à un travail de recherche intitulé “The study on performance enhancement of lime mortar used in ancient temples and monuments of India” de T. Thirumalini.

D'autre part, l'archéologue Dr Hema Chandran, à Trivandrum, Kerala a été consultée au sujet des adjuvants naturels fréquemment utilisés dans les enduits naturels et mortiers du patrimoine construit de Trivandrum.



Oral History | Histoire orale

Oral history can be defined as the recording, preservation and interpretation of historical information, based on the personal experiences.⁷² Certain ingredients mentioned in the inventory are no longer actively used as additives to earthen plasters. They exist only in the memories of individuals from past traditions or practices that were followed during the construction of their mud houses which have now been demolished. The ingredients mentioned from oral history have been verified from multiple sources. India has a rich tradition of knowledge transfer from one generation to another through apprenticeship. It is rare to find written texts on practical skills that are used or were practiced. Thus, any research in the Indian context would be incomplete without a section on Oral history which can be later be validated through test samples and laboratory analysis.

L'histoire orale peut être définie comme l'enregistrement, la préservation et l'interprétation d'informations historiques, basée sur les expériences personnelles.⁷² Certains ingrédients mentionnés dans l'inventaire ne sont actuellement plus utilisés comme adjuvants dans les enduits terre. Ils existent uniquement par la mémoire des individus ayant la connaissance des traditions passées et des techniques pratiquées pendant la construction de leurs maisons en terre qui sont maintenant détruites. Les ingrédients mentionnés par l'histoire orale ont été vérifiés par des multiples sources. L'Inde détient une riche tradition de la transmission de connaissance de génération en génération, à travers l'apprentissage. Il est rare de trouver des textes écrits sur les compétences pratiques utilisées ou pratiquées. Ainsi, n'importe quelle recherche dans le contexte indien serait incomplète sans une partie sur l'histoire orale, qui peut être ensuite validée par des échantillons test et des analyses en laboratoire.

Present Constructions | Construction actuelle

This focuses on present constructions that are built from past influences. For this part of the research, discussions with artisans and architects who are pioneers in earthen construction were helpful in throwing light on certain natural additives that are used in earthen plasters. The inventory of natural stabilisers in this dissertation also borrows from the research carried out by them on certain recipes or ingredients that have been used by them presently. The interviews with architects were not restricted to the region of Kerala alone but were also carried out with some organisations and individuals outside of Kerala but have a good understanding of it.

⁷² "Oral traditions and expressions including language as a vehicle of the intangible cultural heritage," *Intangible cultural heritage, UNESCO*. <https://ich.unesco.org/en/oral-traditions-and-expressions-00053>. (accessed July 6, 2018).

Cette partie s'intéresse aux constructions actuelles qui ont été construites selon des influences passées. Pour cette partie de la recherche, les discussions avec des artisans et des architectes pionniers de la construction terre, ont été très utiles pour mettre en avant certains adjuvants naturels utilisés dans les enduits terre. L'inventaire sur les stabilisants naturels dans ce mémoire emprunte aussi certaines recettes des recherches menées par eux, qui sont utilisés actuellement. Les interviews avec les architectes n'étaient pas limitées à la région du Kerala, mais étaient aussi menées avec des organisations et individus en dehors du Kerala, mais qui ont une bonne compréhension de cette région.

Ci-dessous, la liste des architectes / artisans qui ont été consultés dans et autour du Kerala. Listed below are the architects/artisans that were consulted in and around Kerala for the same –

- . Auroville Earth Institute – Auroville, Tamil Nadu
- . Thannal , Thiruannamalai
- . Masons Ink, Bangalore
- . Ar. Sreenivasan – Vasthukam, Thrissur
- . Ar. Vinod Kumar– Thrissur
- . Mason Vijaykumar – Thrissur
- . Ar. PB Sajan , .Mason Mani – COSTFORD, Trivandrum
- . Mason Balettan – Wayanad
- . Ar.K Sudhir –Peoples Architecture Commonweal, Chennai
- . Habitat constructions, Trivandrum

This inventory of natural stabilisers in the earthen plasters of Kerala was developed as a result of these processes. This inventory only touches the surface of the vast treasury of natural ingredients that were used as additives to mud plasters and lays foundation for more research to be conducted in this field.

Cet inventaire sur les stabilisants naturels dans les enduits terre au Kerala a été développé comme un résultat de cette démarche. Cet inventaire aborde seulement une petite partie d'un vaste trésor et d'une multitude d'ingrédients naturels qui étaient utilisés comme adjuvants dans les enduits terre et établit une base pour de futures recherches à conduire dans ce domaine.

3.3 | Inventory of Natural Ingredients L'Inventaire des ingrédients naturels

This sub-chapter contains the documentation on the traditional ingredients that were found during the period of this research.

Kerala was the area chosen for the study, hence the inventory covers natural stabilisers to mud plasters used in the state of Kerala, though many of these ingredients are also found to be used in the neighbouring states of Tamil Nadu, Karnataka and some throughout the country.

The sketch on the following page is a pictorial representation of the ingredients which shows the places where these ingredients can be found and their benefits when added to mud plasters.

Ce sous-chapitre contient la documentation des ingrédients traditionnels trouvés pendant la période de cette recherche. Cet inventaire ne touche que la surface du vaste trésor d'ingrédients naturels utilisés comme additifs dans les enduits terre.

Le Kerala était la région choisie pour l'étude. L'inventaire couvre donc les stabilisants naturels des enduits terre utilisés dans l'État du Kerala, mais beaucoup de ces ingrédients sont également utilisés dans les États voisins du Tamil Nadu, du Karnataka et dans tout le pays.

Le croquis dans la page suivant est une représentation graphique des ingrédients qui montre les endroits où ces ingrédients peuvent être trouvés et leurs avantages lorsqu'ils sont ajoutés aux enduits terre.



Natural Stabilizers of Kerala

The secret ingredients of ancient traditional recipes



CHEMBHARATHI THALLI*

(*Hibiscus rosasinensis*)
Makes the mix water resistant and partially scratch resistant



KULAMAYU

(*Persea macrantha*)
Improves bonding. Increases the viscosity (stickiness) and strength of the mix



CHAKKARA

(*Borassus flabellifer*)
Used to harden the lime mortar to make it set faster



KADUKKA

(*Terminalia chebula*)
Commonly used for waterproofing all over Kerala



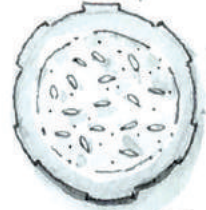
PANACHIKAYA

(*Cochlospermum religiosum*)
Increases resistance to water



VARAAL

(*Channa striatus*)
Fresh water fish. Increases bonding strength and resistance of the plaster



KANJI VELLAM

(RICE HUSK)
Improves bonding. Makes plasters harder and resists against abrasion



UMMI

(RICE HUSK)
Reduces cracks and increases water resistance



KARI

(ASH)
Improves water resistance and provides dry compressive strength



OONJAL VALLI

(*Cissus glauca*)
Reduces crack formation and makes the mixture water resistant

GAU MUTHIRAM*

(LOW URINE)
Reduces cracking and improves resistance to erosion (EF)



GAU CHANAKAM*

(LOW DUNG)
Natural insecticide, makes the plaster more cohesive, reduces cracking and provides water



MAP NOT TO SCALE

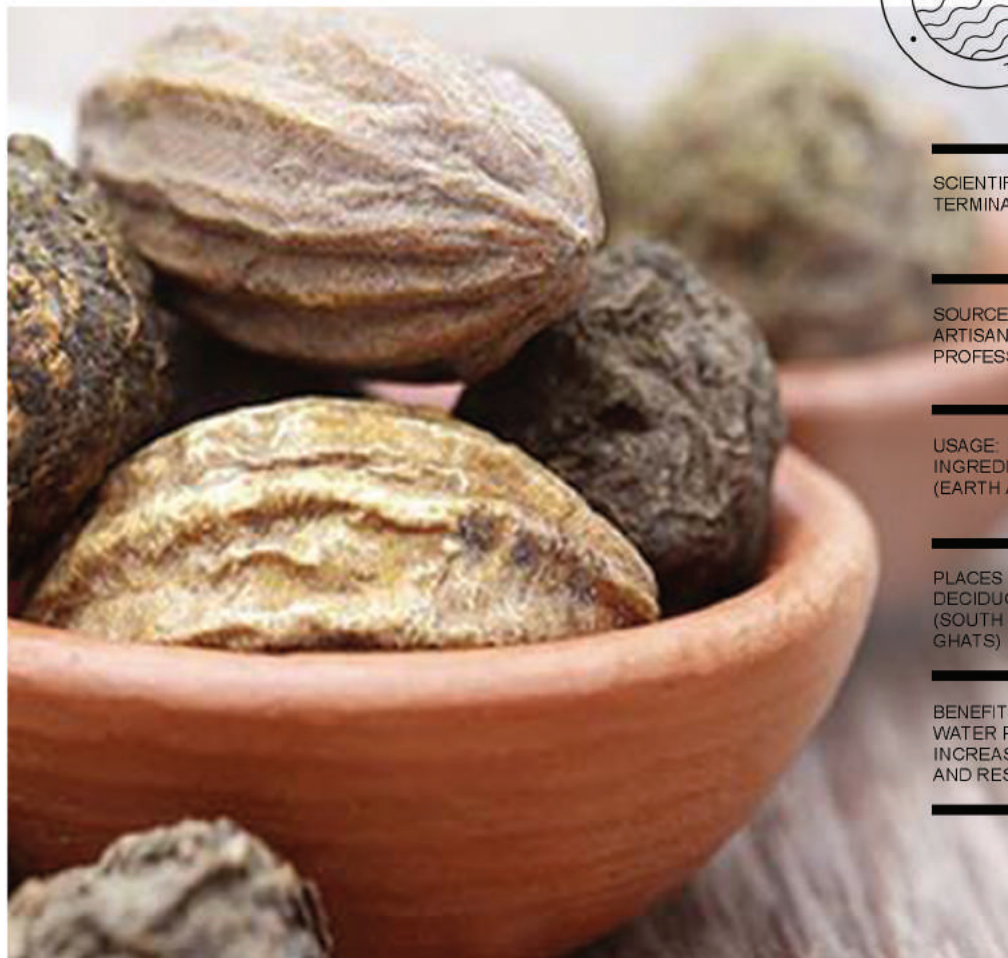
*Commonly found across the state

Map prepared in the year 2018

Illustrated by Noorain-Ahmed

ING
NO. 01

KADUKKA



SCIENTIFIC NAME:
TERMINALIA CHEBULA

SOURCE OF INFORMATION:
ARTISAN
PROFESSIONAL

USAGE:
INGREDIENT IN PLASTER
(EARTH AND LIME)

PLACES FOUND:
DECIDUOUS FORESTS
(SOUTH WESTERN
GHATS)

BENEFITS:
WATER PROOFING
INCREASES BONDING
AND RESISTANCE

Kadukka is the local name of a tree found in forests of Northern India, Central Provinces and Bengal, common in Madras, Mysore and the deciduous forests of Kerala in the south Western Ghats.⁷³ It is commonly called gall nut or myrobalan.

Kadduka est le nom local d'un arbre trouvé dans les forêts du nord de l'Inde, des provinces centrales et du Bengale, qui est également commun à Madras, Mysore et dans les forêts de feuillus du Kerala au sud des Ghâts occidentaux.⁷³ Il est communément appelé noix de galle ou myrobalan.

Usage | Usage

The fruit of this tree is sun dried and its extract is used for different purposes. This is a common additive added to both lime and earth plasters which is mixed within the plaster itself or is applied as an external coating.

Le fruit de cet arbre est séché au soleil et son extrait est utilisé à des fins différentes. Il est un adjuvant commun ajouté également à la chaux et aux enduits terre qui est mélangé dans l'enduit lui-même ou est appliqué comme un badigeon.

Classification | Classification

The extract of the *kadukka* seed is rich in tannin, which has been proven to have high water proofing qualities by forming complex molecular bonds with clay.⁷⁴

L'extrait de la graine de *kadduka* est riche en tanin qui s'est révélé avoir de hautes propriétés d'étanchéité en formant des liaisons moléculaires complexes avec l'argile.⁷⁴

⁷³ "Kadukka," *Online Manual for the Forest Tree Seeds of Kerala*, <https://treeseeds.kau.edu/index.php?a=view&recid=155> (accessed May 19, 2018).

⁷⁴ Aurélie Vissac, *Argiles & Biopolymères: Les Stabilisants Naturels Pour La Construction En Terre*, 14.

P33 – *Kadukka*. Digital Image. Accessed July 18, 2018. <https://www.onlymyhealth.com/side-effects-triphala-1317622425>

Areas found | Régions présent

This is an ingredient that is used widely all over India with examples of it being used in both lime and mud plasters in Kerala, Tamil Nadu and different parts of north India on floors, walls and roofs. Historically the use of *kadukka* has also been documented in the final layers of the traditional flat roofs known as “madras terrace roofing” for water proofing the roof. This type of roofing technique mainly consists of lime, fired bricks and terracotta.

Cet ingrédient est largement utilisé dans toute l'Inde, par exemple dans les enduits chaux et terre au Kerala, au Tamil Nadu et dans différentes régions du nord de l'Inde, sur les sols, les murs et les toits. Historiquement, l'utilisation de *kadukka* a également été documentée dans les couches finales des toits plats traditionnels connus sous le nom de «Madras Terrace Roof» pour étanchéifier le toit. Cette technique de couverture est principalement constituée de chaux, de briques et de terre cuite.

Benefits | Avantages

Its main use in mud plasters have been for water proofing. *Kadukka* has powerful binding and hardening properties.⁷⁵ There have been various tests conducted on the addition of *kadukka* to lime that has shown increased compressive strength when added to mortars.⁷⁶

Son utilisation principale dans les enduits terre est pour l'étanchéification. Le *kadukka* possède de puissantes propriétés de liaison et de durcissement.⁷⁵ Divers essais ont été menés sur l'ajout du *kadukka* à la chaux, dont la résistance à la compression s'est accrue avec son ajout aux mortiers.⁷⁶

Other uses | D'autres utilisations

Kadukka is called the king of medicines in Ayurveda, used in about 80% of all the ayurvedic medicines due to its multiple benefits. It is used as a laxative, reduces blood density and promotes good sleep.

It is used as a natural dyeing agent for fabrics and leather.

Le *kadukka* est appelé le roi des médicaments dans l'Ayurveda, utilisé dans environ 80% de tous les médicaments ayurvédiques en raison de ses multiples avantages. Il est utilisé comme laxatif, réduit la densité sanguine et favorise un bon sommeil.

Il est utilisé comme agent de teinture naturel pour les tissus et le cuir.

⁷⁵ P. Vijay Prabhu et al., “Experimental study on Mortar using Natural Admixtures,” *International Journal of Scientific & Engineering Research* 7, no. 5 (2016).

⁷⁶ Emayan R. and Abdul Rahuman S., “Study on the compressive Strength of Lime Mortar Using Admixtures,” *International Journal of Innovative Research in Engineering & Management* 3, no. 1 (2015).

P34 –P39 Preparation of *Kadukka* Extract. Images taken by Rosie Paul

Preparation

- Break the dried seeds with a hammer and cover them in a cotton cloth. This is advisable to avoid straining once the extract is got.
- Put the tied cloth with the seeds into clear water.
- As soon as the seeds are added into the water, the water starts to change color.
- Leave it to rest for 3-4 days after which the water turns a blackish color. This is the tannin that is released into the water.
- This water is then added to the mud mix in appropriate quantity or is added as a final coating.



- Casser les graines séchées avec un marteau et les recouvrir d'un chiffon en coton. Ceci est conseillé pour éviter l'étape de filtrage une fois l'extrait obtenu.

- Mettez le chiffon noué avec les graines dans de l'eau claire.

- Dès que les graines sont ajoutées dans l'eau, l'eau commencera à changer de couleur.

- Laisser reposer pendant 3-4 jours, après quoi l'eau devient noirâtre. C'est le tannin qui est libéré dans l'eau.

- Cette eau peut être ensuite ajoutée au mélange de terre en quantité appropriée ou utilisée en tant qu'un badigeon.

ING
NO. 02

VARAAL



SCIENTIFIC NAME:
CHANNA STRIATUS

SOURCE OF INFORMATION:
PROFESSIONAL
INHABITANT

USAGE:
INGREDIENT IN PLASTER
(EARTH)

PLACES FOUND:
FRESH WATER FISH-
BACK WATERS OF
KERALA

BENEFITS:
INCREASES BONDING
STRENGTH AND
RESISTANCE OF PLASTER

Varaal or snakehead murrel is a freshwater fish found mainly in ponds, paddy fields and in rivers in Southeast Asia. They are found in plenty in the backwaters of Kerala. They can breathe in air and crawl on land, as they have additional respiratory organs. During drought, they bury themselves in mud, and remain there in dormant stage, till the next monsoon comes⁷⁷

Le *varaal* ou or *snakehead murrel* est un poisson d'eau douce que l'on trouve principalement dans les étangs, les rizières et les rivières en Asie du Sud-Est. Ils se trouvent en abondance dans les backwaters du Kerala. Ils peuvent respirer de l'air et ramper sur la terre, car ils ont des organes respiratoires supplémentaires. Pendant les sécheresses, ils s'enterrent dans la boue et y restent en dormance jusqu'à la prochaine mousson.⁷⁷

Usage | Usage

Interestingly, unlike examples in Africa where the fish (silure) is steamed to get oils or its extracts which is mixed into the mud plaster,⁷⁸ here the fish is unharmed. The mucus/slime that is naturally secreted into the water is taken and mixed with the mud to form a more resistant plaster.

Fait intéressant, contrairement aux exemples en Afrique où le poisson (silure) est cuit à la vapeur pour obtenir des huiles ou de ses extraits à mélanger dans l'enduit terre,⁷⁸ dans ce cas le poisson ne subit pas de dommages. Le mucus naturellement sécrété dans l'eau est cueilli et mélangé à la terre pour former un enduit plus résistant.

Classification | Classification

Varaal mucus is rich in protein and contain networks of amino acids namely collagen* (*the chemical composition is a hypothesis from the presence of amino acid and needs to be verified scientifically) Proteins react strongly with clays as the clay absorbs the hydrophilic particles bringing the hydrophobic particles to the surface of the matter making it more water resistant.⁷⁹

Le mucus du *varaal* est riche en protéines et contient des chaînes d'acides aminés, notamment le collagen* (*la composition chimique est une hypothèse basée sur la présence d'acides aminés et doit être vérifiée scientifiquement) Les protéines réagissent fortement avec les argiles, car l'argile absorbe les particules hydrophiles, amenant les particules hydrophobes à la surface de la matière, ce qui la rend plus résistante à l'eau.⁷⁹

⁷⁷ "Fishes in Kerala – Common fresh water fishes," *Fishes in India*, <http://www.fishesinindia.com/kerala-fresh-water-fishes-01> (accessed May 21, 2018).

⁷⁸ Aurélie Vissac, Laetitia Fontaine and Romain Anger, "Recettes traditionnelles&Classification des stabilisants d'origine animale ou végétale," *PaTerre+Interactionsargiles/biopolymeres:PatrimoinearchitecturalenTerreetstabilisantsnaturelsd'origi neanimaleetvégétale09/2011-09/2013*: 35.

⁷⁹ Aurélie Vissac, *Argiles & Biopolymeres: Les Stabilisants Naturels Pour La Construction En Terre*, 30.

P40 – *Varaal*. Digital Image. . Accessed July 18, 2018. <https://kolkata.jalongi.com/in/c/Fresh-Water-Fish/14/1/full/2/pricefrom/300/priceto/600>

Areas found | Régions présent

This recipe was commonly used in places adjoining the back waters or rivers namely the traditional mud houses of Thrissur, Guruvayoor and Kottayam region. However, in the recent years this ingredient is no longer used and no live examples were found during this research.

Cette recette était couramment utilisée dans les locaux adjacents aux backwaters ou aux rivières, notamment pour les maisons traditionnelles en terre de la région de Thrissur, Guruvayoor et Kottayam. Cependant, ces dernières années, cet ingrédient n'est plus utilisé et aucun exemple contemporain n'a été trouvé lors de cette recherche.

Benefits | Avantages

The sticky water from the released mucus of the fish helps in better bonding of all the components and makes for a stronger plaster and makes it more resistant to water.

L'eau collante provenant du mucus libéré du poisson contribue à une meilleure adhérence de tous les composants et permet d'obtenir un enduit plus fort et plus résistant à l'eau.

Other uses | D'autres utilisations

Varaal is part of the local cuisine in Kerala and is a delicacy in the Thrissur district.

Varaal also has many medicinal benefits, extracts from this fish has been used in wound healing and tissue formation. It is a good source of Albumin and Zinc.⁸⁰

Le *varaal* fait parti de la cuisine régionale de Kerala et est considéré comme un délice au district de Thrissur.

Le *varaal* possède également des avantages médicaux, et des extraits du poisson ont été utilisés dans la cicatrisation des plaies et la formation des tissus. C'est une bonne source d'albumine et de zinc.⁸⁰

⁸⁰ Annasari Mustafa, Aris Widodo M. and Yohanes Kristianto, "Albumin and Zinc content of Snakehead Fish (*Channa striata*) Extract and Its Role in Health," *IEESE International Journal of Science and Technology(IJSTE)* 1, no. 2 (2012).

P41 –P43 – Preparation of *Varaal* water. Images taken by Rosie Paul

Preparation

- Catch the desired number of *varaal* and transfer them into a contained basin, it is advisable to cover the basin as the *varaal* are jumpers and can get out of a deep basin easily.
- Leave the *varaal* in the contained water for 3-4 days. A noticeable change in color and consistency of the water can be seen
- It is also preferred if the fish swims in the water which releases more mucous into the water and turns the water into a slimy consistency.
- This sticky water is taken and mixed into the mud instead of clear water to get the desired consistency to the mud plaster.

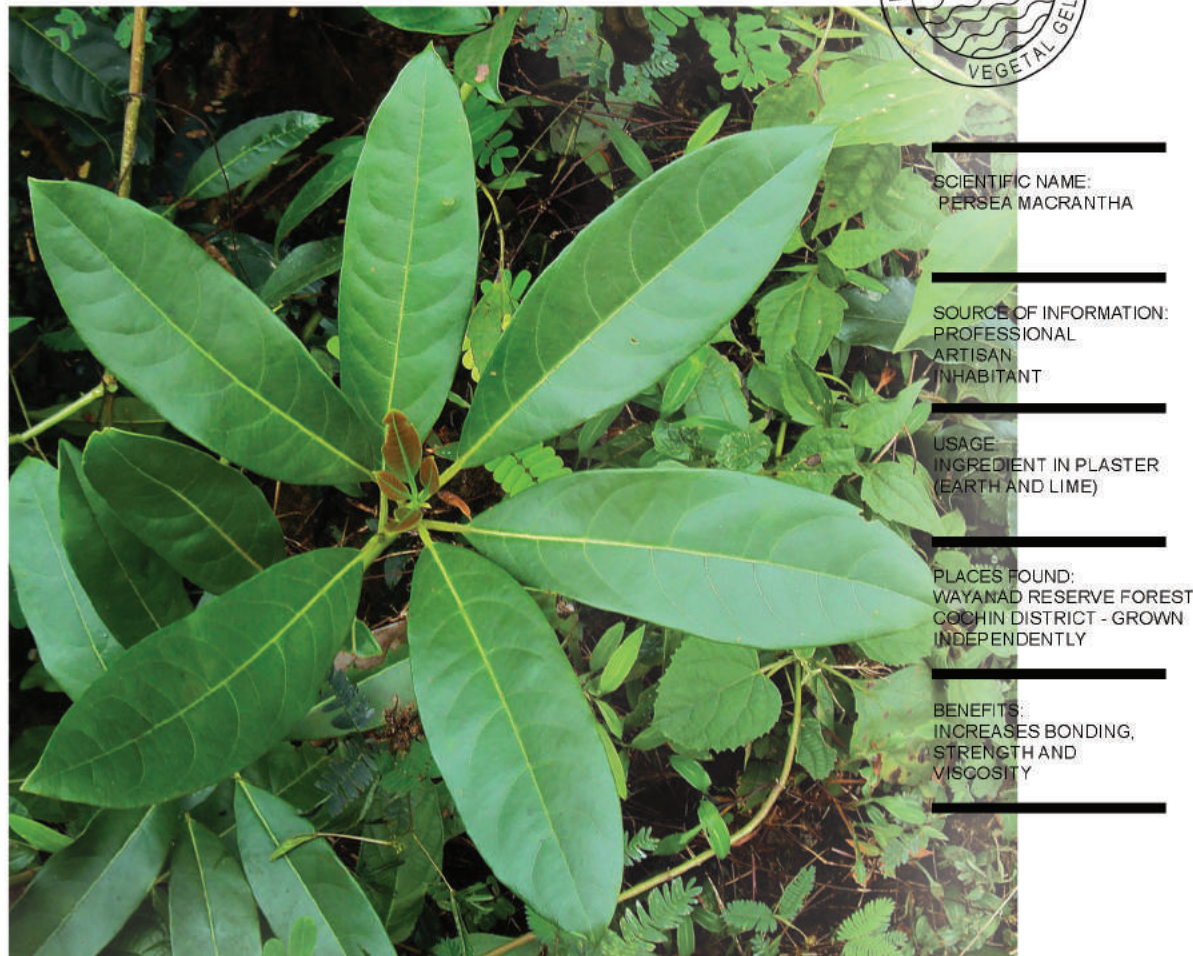


P41 –P43

- Attraper le nombre désiré de varaal et transférer-les dans un bassin contenu. Il est conseillé de couvrir le bassin car les varaals sont des sauteurs et peuvent sortir facilement d'un bassin profond.
- Laisser le varaal dans l'eau confinée pendant 3-4 jours. Un changement notable de la couleur et de la consistance de l'eau est visible
- Il est également préférable que le poisson continue à nager, ce qui libère plus de mucus dans l'eau et transforme l'eau en une consistance visqueuse.
- Cette eau collante est cueillie et mélangée avec la terre au lieu d'eau claire pour obtenir la consistance désirée de l'enduit terre.

ING
NO. 03

KULAMAVU



Kulamavu is a tree local to the western ghats of India, 40% of the western ghats lies in the state of Kerala. It is otherwise known as *Ooravu*.

C'est un arbre local des ghats occidentaux de l'Inde, 40% des ghats occidentaux se trouvent dans l'état du Kerala. Il est connu localement sous le nom de *kulamavu* ou *ooravu*.

Usage | Usage

Both the bark of this tree and the leaves give a vegetal gel that is used as natural additives in both earth and lime plasters. The some pieces of the bark/ leaves of the tree are put in water which makes it viscous in a few hours (consistency of an egg-white) and this gel is what is mixed for both lime and earth plasters.

L'écorce de cet arbre et les feuilles peuvent donner un gel végétal utilisé comme adjuvant naturel dans les enduits terre et chaux. Les morceaux d'écorce et les feuilles de l'arbre sont submergés dans de l'eau ce qui la rend visqueuse en quelques heures (avec une consistance d'un blanc d'œuf) et ce gel est ce qui est mélangé pour les enduits à la chaux et à la terre.

Classification | Classification

Like all vegetal gels mentioned here, this too belongs to the family of Polysaccharides. Polysaccharides consolidate the earth by forming microscopic reinforcement between the clay particles. The long chains of complex sugars are capable of connecting several mineral particles together, to create a network. It also modifies the consistency of the mortar and facilitates the application of the plaster.⁸¹

Comme tous les gels végétaux mentionnés ici, celui-ci appartient également à la famille des polysaccharides. Les polysaccharides consolident la terre en formant un renforcement microscopique entre les particules d'argile. Les longues chaînes de sucres complexes sont capables de relier plusieurs particules minérales pour créer un réseau. Il modifie également la consistance du mortier et facilite l'application de l'enduit.⁸¹

⁸¹ Aurélie Vissac, *Argiles & Biopolymères: Les Stabilisants Naturels Pour La Construction En Terre*,14
P44 – *Kulamavu*. Digital Image. Accessed July 18,2018. https://vi.m.wikipedia.org/wiki/Persea_macrantha

Areas found | Régions présent

The use of *Kulamavu* can be seen even today in the earthen walls and plasters of the traditional mud houses in Wayanad. Since this tree is found mainly inside the protected reserve forests (part of the large nilgiris reserve) only the indigenous people of that area are allowed to use the resources or take the resources from this area. In the lime plaster recipe that uses 9 different herbs, *Kulamavu* was also a common herb.

L'utilisation du *kulamavu* se voit encore aujourd'hui dans les murs de terre et les enduits des maisons en terre traditionnelles à Wayanad. Étant donné que cet arbre se trouve principalement dans les forêts de réserve protégées (ce qui font partie de la grande Réserve des Nilgiris), seuls les peuples autochtones de cette zone sont autorisés à utiliser les ressources ou à tirer les ressources de cette zone. Dans la recette de l'enduit chaux qui utilise 9 herbes différentes, le *kulamavu* était également parmi les herbes.

Benefits | Avantages

The gel of *kulamavu* helps in better binding of the clay and increases the plasticity of the mix. It makes for a more resistant and stronger plaster.

Le gel de *kulamavu* contribue à une meilleure fixation de l'argile et augmente la plasticité du mélange. Cela en fait un enduit plus fort et plus résistant.

Other uses | D'autres utilisations

It is used in the treatment of asthma and rheumatism.

Il est utilisé dans le traitement de l'asthme et des rhumatismes.

Preparation

-Pieces of the bark are peeled from the tree or the leaves of the tree are plucked in desired quantity.

-The leaves/slices of the bark are put into water, the water immediately changes consistency

-the ratio of leaves/bark to water is by sight till the egg white consistency is reached.

-This can be used immediately or in 2-3 days. The stickiness similar to the other vegetal gels reduces and disappears after the 3rd day.

- Les morceaux d'écorce sont arrachés de l'arbre ou les feuilles de l'arbre sont cueillies en quantité désirée.

- Les feuilles ou les tranches de l'écorce sont mises dans l'eau et l'eau changera immédiatement de consistance.

- Le rapport des feuilles ou de l'écorce à l'eau est visible jusqu'à ce que la consistance du blanc d'œuf soit atteinte.

- Cela peut être utilisé immédiatement ou dans 2-3 jours. Comme pour les autres gels végétaux, la viscosité diminue et disparaît après le 3ème jour.



ING
NO. 04

CHAKKARA

SCIENTIFIC NAME:
BORASSUS FLABELLIFERSOURCE OF INFORMATION:
ARTISAN
PROFESSIONALUSAGE:
INGREDIENT IN PLASTER
(LIME)PLACES FOUND:
PALGHATBENEFITS:
USED TO HARDEN OR
STRENGTHEN LIME
MORTAR

Chakkara or Palm Jaggery is traditional raw sugar got from evaporating water from palm sap consumed in Asia, Africa and some countries in the Americas. In Kerala they are found in large numbers in Trivandrum and Palakad.

La *chakkara* ou le jaggery de palme est le sucre brut traditionnel obtenu en évaporant l'eau de la sève de palme qui est consommée en Asie, en Afrique et dans certains pays des Amériques. Au Kerala, elle se trouve en grande quantité à Trivandrum et à Palakad.

Usage | Usage

Jaggery is a common additive used often in lime plasters and mortars in Kerala and other parts of the country as well. The jaggery is mixed in water and allowed to dissolve, this water is then mixed into lime. Jaggery needs to be added carefully in the right quantity to achieve best results. As part of this study, jaggery was tried as an additive to mud and was seen to have some positive alterations similar to when it is added to lime.

Le jaggery est un adjuvant commun utilisé souvent dans les enduits et les mortiers de chaux au Kerala et dans d'autres régions du pays. Le jaggery est mélangé à de l'eau et laissé se dissoudre, puis cette eau est ensuite mélangée à de la chaux. Le jaggery doit être ajouté soigneusement dans la bonne quantité pour obtenir les meilleurs résultats. Dans le cadre de cette étude, le jaggery a été essayé comme adjuvant à la terre et il a été constaté qu'il présentait des modifications positives similaires à celles qui présentent quand il est ajouté à la chaux.

Classification | Classification

The key component that reacts with the lime in the jaggery is sucrose.

Le composant clé qui réagit avec la chaux est le saccharose.

Areas found | Régions présent

This mix of lime with jaggery can be found in numerous heritage lime constructions including temples, dams, mansions and also in the lime mortar of smaller constructions. Pothundi dam in Palakad was constructed in the 19th century where the core of the dam is built with lime and jaggery instead of concrete.⁸² In constructions today where lime is used in mortars or for plasters, jaggery is often a key component.

Ce mélange de chaux et de jaggery se retrouve dans de nombreuses constructions à base de chaux, y compris les temples, les barrages, les manoirs et aussi dans le mortier de chaux des constructions plus petites. Le barrage de Pothundi à Palakad a été bâti au 19^{ème} siècle et le cœur du barrage est construit avec de la chaux et du jaggery au lieu de béton.⁸² Dans les constructions actuelles où la chaux est utilisée dans les mortiers ou les enduits, le jaggery est souvent un élément clé.

Benefits | Avantages

Addition of jaggery to lime or mud increases hardness of the plaster and has shown to have higher compressive strength in cases of lime mortar.⁸³

L'ajout de jaggery à la chaux ou à la terre augmente la dureté de l'enduit et s'avère une résistance à la compression plus élevée en cas de mortier de chaux.⁸³

Other uses | D'autres utilisations

Palm Jaggery is mainly consumed and is healthier than refined sugar. The palm sap used to obtain jaggery is also fermented to produce local alcohol known as *arack*.

Le jaggery de palme est principalement consommé et est plus sain que le sucre raffiné. La sève de palme utilisée pour obtenir le jaggery est également fermentée afin de produire de l'alcool local appelé *arack*.

⁸²“Pothundi Dam,” *Yatramantra*, <https://www.yatramantra.com/kerala/tourist-place/pothundi-dam/> (accessed May 19, 2018).

⁸³ Emayan R, *Study on the compressive Strength of Lime Mortar Using Admixtures*.

P52 – P57 - Preparation of Jaggery water. Images taken by Rosie Paul

Preparation

-Preparation of the chakkara water is fairly simple,

-Powder the jaggery blocks and add them to a measured quantity of water as per recipe, leave the mix to rest until all the jaggery is fully dissolved in the water.

-Once fully dissolved, the jaggery water is ready to be added to the lime or mud mix. In some recipes it is also advised to leave the mix to ferment for a day before it is added to the plaster mix.



- La préparation de l'eau de chakkara est assez simple,

- Faire poudrer les blocs de jaggery et ajoutez-les à une quantité d'eau mesurée selon la recette, laissez reposer le mélange jusqu'à ce que toute la pâte soit complètement dissoute dans l'eau.

- Une fois complètement dissous, l'eau de jaggery est prête à ajouter au mélange de chaux ou de terre. Dans certaines recettes, il est également conseillé de laisser le mélange fermenter pendant une journée avant de l'ajouter au mélange d'enduit.

ING
NO. 05

OONJAL VALLI



P58

Oonjal valli is a trailing herb. It is distributed in eastern India, Maharashtra, Konkan south wards up to Kerala and the Andamans.⁸⁴ The plant is also called *Marigampuli* in Malayalam.

L'oonjal valli est une herbe traînante. Elle est distribuée dans l'est de l'Inde, au Maharashtra, de Konkan au sud jusqu'au Kerala et dans les Andamans.⁸⁴ La plante est aussi appelée *marigampuli* en malayalam.

Usage | Usage

The stem of this climber is crushed and put into water which makes it viscous in a few hours (consistency of an egg-white) This vegetal gel got from the stem of this climber is used as an additive in lime and earth plasters

La tige de ce grimpeur est écrasée et mise dans l'eau ce qui la rend visqueuse en quelques heures (consistance d'un blanc d'œuf) Le gel végétal issu de la tige est utilisé comme adjuvant dans les enduits à base de chaux et de terre.

Classification | Classification

The gel belongs to the family of polysaccharides, most traditional stabilisers that come from plants/herbs fall into this category. The grinding of the stem to get the gel facilitates the gel to stick to the clay molecules in the mud. Polysaccharides consolidate the mud by forming microscopic reinforcement with the clay particles. It also modifies the consistency of the mortar and facilitates the implementation of the plaster.⁸⁵

Le gel appartient à la famille des polysaccharides, et la plupart des stabilisants traditionnels issus des plantes / herbes tombe dans cette catégorie. Le broyage de la tige afin d'obtenir le gel facilite l'adhérence du gel aux molécules d'argile dans la terre. Les polysaccharides consolident la terre en formant un renforcement microscopique avec les particules d'argile. Il modifie également la consistance du mortier et facilite la mise en place de l'enduit.⁸⁵

⁸⁴ George T. Abraham, "Studies on secondary metabolites of a few plants in Malabar" Thesis, University of Calicut, 2008, <http://shodhganga.inflibnet.ac.in/handle/10603/3904>.

⁸⁵ Aurélie Vissac, *Argiles & Biopolymères: Les Stabilisants Naturels Pour La Construction En Terre*, 14. P58 –Oonjalvalli. Images taken by Rosie Paul

Areas found | Régions présent

The use of *oonjalvalli* as an additive in lime was found on a manuscript from the 16th century in the padbhanabhuram palace, Kanyakumari along with 15 other herbs including *chakkara*.⁸⁶ It is used by the indigenous tribes of Kerala in mud plasters interchangeably with *Kulamavu* extract (ingredient no. 3) depending on availability.

L'utilisation de l'*oonjalvalli* comme adjuvant dans la chaux a été comprise dans un manuscrit datant du 16ème siècle dans le palais du Padbhanabhuram, Kanyakumari, avec 15 autres herbes, y compris la *chakkara*.⁸⁶ Il est utilisé par les tribus indigènes de Kerala dans les enduits terre de manière interchangeable avec l'extrait de *Kulamavu* (ingrédient n° 3) en fonction de la disponibilité.

Benefits | Avantages

The use of *oonjalvalli* as an additive in mud when studied showed increased water resistance. In lime, it has been proven to slow down drying process, thereby reducing shrinkage cracks and has higher compressive strength to a pure lime mix.⁸⁷

L'utilisation d'*oonjalvalli* comme adjuvant à la terre lors de l'étude a montré une résistance accrue à l'eau. Dans la chaux, il a été prouvé qu'elle ralentit le processus de séchage, réduisant ainsi les fissures de retrait et offrant une résistance à la compression supérieure à un mélange de chaux pure.⁸⁷

Other uses | D'autres utilisations

The fruits and leaves of this plant are used in Ayurveda to treat skin and respiratory disorders.⁸⁸

This mix of lime and *oonjalvalli* is also used over the wall that acts as a canvas for traditional mural paintings.⁸⁹

Les fruits et les feuilles de cette plante sont utilisés en Ayurveda pour traiter les troubles cutanés et respiratoires.⁸⁸

Ce mélange de chaux et d'Oonjalvalli est également utilisé sur le mur qui sert de la toile blanche des peintures murales traditionnelles.⁸⁹

⁸⁶Thirumalini P. et al., *Study on the performance enhancement of lime mortar used in ancient temples and monuments in India*, 2.

⁸⁷Ravi R., Rajesh M. and Thirumalini S., "Mechanical and physical properties of natural additive dispersed lime," *Journal of Building Engineering* 15 (2018)

⁸⁸ Abraham, *Studies on secondary metabolites of a few plants in Malabar*.

⁸⁹ Mini P. V., "Preparation techniques of pigments for traditional mural paintings of Kerala," *Indian Journal of Traditional Knowledge* 9, no.4 (2010):636

P59 – P64 - Preparation of *Oonjalvalli* extract. Images taken by Rosie Paul

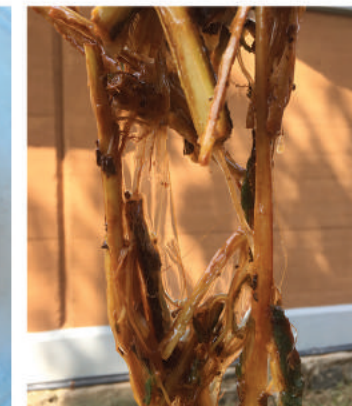
Preparation

-Cut the stem into smaller pieces and crush/grind them over with an Ammi kal (granite stone)

-Take the crushed stem and put them in a basin of water (the quantity of crushed onjalvalli depends on the change on the consistency of the water) add crushed *oonjalvalli* till the water reaches egg white consistency. Leave the mix to rest a few hours (2-3)

-This gel is then strained and can be used immediately into the mud or lime mix.

-This gel can be used for 2-3 days but the stickiness of the water reduces or is lost after 3 or 4 days.



- Couper la tige en petits morceaux et les écraser / broyer avec un ammi kal (pierre de granit)

- Prendre la tige broyée et mettre-les dans une bassine d'eau (la quantité d'*oonjalvalli* broyée dépend de la modification de la consistance de l'eau). Laisser le mélange reposer quelques heures (2-3)

- Ce gel est ensuite filtré et peut être utilisé immédiatement dans le mélange de terre ou de chaux.

- Ce gel peut être utilisé pendant 2-3 jours mais le collage de l'eau diminue et disparaît après 3 ou 4 jours.

ING
NO. 06

PANCHIKAYA



Pananchikaya is a tree that can be found in tropical climates, in Kerala and can be found in the Kochi district. It is a tree that was traditionally used for many purposes.

Le *pananchikaya* est un arbre retrouvé dans les climats tropicaux comme au Kerala et peut être découvert dans le district de Kochi. C'est un arbre qui était traditionnellement utilisé à plusieurs fins.

Usage | Usage

The fruit of this tree secretes a sticky liquid that is used as an additive in natural plasters. The fruit has a thick skin (approx. 5mm) and is crushed and put into water along with the thick skin, the water becomes slightly frothy and sticky. This gel is not very viscous like the gel of *oonjahvalli*. This has been mainly seen as an additive in lime plaster.

Le fruit de cet arbre sécrète un liquide collant utilisé comme adjuvant dans les enduits naturels. Le fruit a une peau épaisse (environ 5 mm) et peut être écrasé et mis dans l'eau, qui devient légèrement mousseuse et collante avec sa peau épaisse. Ce gel n'est pas très visqueux comme le gel d'*oonjahvalli*. Cela a été principalement observé comme un adjuvant dans l'enduit chaux.

Classification | Classification

The gel belongs to the family of polysaccharides, most traditional stabilisers that come from plants/herbs fall into this category. Similar to *oonjahvalli*, the crushing of the fruit to release the gel facilitates the adherence to the clay. Polysaccharides from vegetal gels modify the consistency of the mortar and facilitate the implementation of the plaster.⁹⁰

Le gel appartient à la famille des polysaccharides et la plupart des stabilisants traditionnels issus des plantes / herbes tombent dans cette catégorie. Semblable à l'*oonjahvalli*, le concassage du fruit pour obtenir le gel facilite l'adhérence à l'argile. Les polysaccharides des gels végétaux modifient la consistance du mortier et facilitent la mise en place de l'enduit.⁹⁰

⁹⁰ Aurélie Vissac, *Argiles & Biopolymères: Les Stabilisants Naturels Pour La Construction En Terre*, 14.
P65 - *Panachikaya*. Images taken by Rosie Paul

Areas found | Régions présent

The restoration of the Vadakkanathan temple in Thrissur uses the same composition of lime plaster that was used during its construction, some structures inside the temple complex go back to the 5th century. During the restoration process, the lime used was shell lime (got from powdered shells) along with 9 different herbs and jaggery. The herbs include *kadukka*, *oonjalvalli*, *kulamavu*, *pananchikaya*.⁹¹

La restauration du Temple Vadakkanathan à Thrissur a utilisé la même composition d'enduit chaux que celle utilisée lors de sa construction – certaines structures à l'intérieur du temple datent du 5^{ème} siècle. Au cours du processus de restauration, la chaux utilisée était de la chaux obtenue à partir de coquilles en poudre avec du jaggery et 9 herbes différents. Les herbes comprennent le *kadduka*, l'*oonjalvalli*, le *kulamavu* et le *pananchikaya*.⁹¹

Benefits | Avantages

The benefits of *Pananchikaya* are similar to *Oonjalvalli* and in the case of lime is often used together. For the purpose of this study *pananchikaya* gel was used as an additive to mud and saw a very high resistance to water.

Les avantages de *pananchikaya* sont similaires à ceux d'*oonjalvalli* et dans le cas de la chaux, ils sont souvent utilisés ensemble. Pour le traitement de cette étude, le gel de *pananchikaya* a été utilisé comme adjuvant à la terre et a montré une très grande résistance à l'eau.

Other uses | D'autres utilisations

The same gel of the *Pananchikaya* fruit is used to dip fishing nets to render them resistant to the wear and tear of sea water.

The resin of *pananchikaya* is used to reset the skin of a traditional percussion instrument called *thappu* as it is a great adhesive.

Le même gel de fruit de *pananchikaya* est utilisé pour tremper les filets de pêche afin de les rendre résistants à l'usure de l'eau de mer.

La résine de *pananchikaya* est utilisée pour ses propriétés d'adhésion pour réinitialiser la peau d'un instrument de percussion traditionnel appelé *thappu*.

⁹¹Thirumalini P. et al., *Study on the performance enhancement of lime mortar used in ancient temples and monuments in India*,1484.

P66 – P68 - Preparation of *Panachikaya*. Images taken by Rosie Paul

Preparation

- Cut the fruits in half for ease in crushing; crush the fruit thoroughly including the seed using the ammi kal (granite stone).

- Once crushed into small pieces, this is added into a small quantity of water.

- Again here the ratio of the fruit to water is measured by sight and touch, the water needs to become a sticky consistency.

- The mix is left for a few hours such that the stickiness of the fruit has entirely mixed with the water.

- The sticky water is strained before mixing it into the plaster mix, this too loses its stickiness in 2-3 days from when the mix is made.



- Couper les fruits en deux pour faciliter le broyage; écraser soigneusement les fruits, y compris la graine en utilisant l'ammī kal (pierre de granit).

- Une fois broyé en petits morceaux, ajouter le fruit dans une petite quantité d'eau.

- Là encore, le rapport du fruit à l'eau est mesuré par la vue et le toucher, l'eau doit devenir d'une consistance collante.

- Le mélange est laissé quelques heures de telle sorte que le caractère collant du fruit se soit entièrement mélangé à l'eau.

- L'eau collante est filtrée avant d'être ajoutée dans le mélange d'enduit, cela perd également son adhérence dans les 2-3 jours suivant son mélange.

Derivatives of Rice | Dérivés de Riz

The economy of the state of Kerala is largely dominated by agriculture thanks to its abundant water supply from the monsoons and the network of streams, rivers and backwaters. Rice is a staple crop grown in Kerala, rice paddy fields are found throughout Kerala in the plains. So it is natural that traditionally as well, rice has played an important role even in natural buildings.

It is a good example of zero waste as there are areas where all the parts of the rice crop was used in construction. While the grains are de-skinned and used for cooking, the husk, the straw and also the water from the cooking are added to the mud in constructions. The straw is added as a mineral like sand to get a more stable mix and avoid cracks whilst husk, rice water (*kanjivellam*) is added as an additive to improve the performance of the mud plaster.

The manner and method in which these additives have been incorporated into mud plasters are discussed in the following pages.

L'économie de l'état du Kerala est largement dominée par l'agriculture, grâce à son abondant approvisionnement en eau grâce aux moussons et au réseau de cours d'eau, de rivières et de backwaters. Le riz est une culture de base au Kerala, les rizières sont présentes dans tout le Kerala dans les plaines. Il est donc naturel que le riz joue traditionnellement un rôle important, même dans les bâtiments naturels.

C'est un bon exemple de zéro déchet car il y a des zones où toutes les parties de la récolte de riz ont été utilisées dans la construction. Tandis que les grains sont dépouillés et utilisés pour la cuisson, la balle, la paille et l'eau de cuisson sont ajoutées à la terre dans les constructions. La paille est ajoutée en tant que minéral comme le sable pour obtenir un mélange plus stable et éviter les fissures tandis que la balle et l'eau de riz (*kanjivellam*) sont ajoutées comme adjuvant pour améliorer les performances de l'enduit terre.

La manière et la méthode dans lesquelles ces adjuvants ont été incorporés dans les enduits terre sont discutées dans les pages suivantes.



ING
NO. 07a

KANJI VELLAM



P70

Kanji(boiled rice) **vellam**(water), *Kanji vellam* is the Malayalam term given to the water the rice is boiled in.

De *Kanji* (riz bouilli) et *vellam*(eau), *kanjivellam* est le terme malayalam donné à l'eau dans laquelle le riz est bouilli.

Usage | Usage

The water got as a residue of boiling brown rice was mainly used as an additive to mud walls and mud plasters.

L'eau obtenue comme résidu du bouillonnement de riz brun était principalement utilisée comme adjuvant aux murs en terre et aux enduits terre.

Classification | Classification

The component present in the boiled rice water is starch. This also belongs to the family of Polysaccharides. The starch gel is shear-thinning, the more it is agitated, the more fluid it becomes. By drying, the polysaccharide gels stick more to the clays in the mud, reinforcing the properties of the coating.⁹²

Le composant présent dans l'eau de riz bouillie est l'amidon. Ceci appartient également à la famille des polysaccharides. Le gel d'amidon est rhéofluidifiant, plus il est agité, plus il devient fluide. En séchant, les gels de polysaccharides collent davantage aux argiles dans la terre, renforçant les propriétés du revêtement.⁹²

⁹² Ibid.,14.

P70 - *Kanjivellam*. Images taken by Rosie Paul

Areas found | Régions présent

Currently there are not many areas where this is still being used as the house are now out of conventional fired brick or other materials than mud. It is hypothesised that this was a common ingredient used in the plains of Kerala abundant in rice paddy fields like Palakad, and Alapuzha.

Actuellement, il n'y a pas beaucoup d'endroits où cela est toujours en cours d'utilisations car les maisons sont construites maintenant avec des briques cuites conventionnelles ou autres matériaux que la terre. On suppose qu'il s'agissait d'un ingrédient commun utilisé dans les plaines du Kerala, abondant dans les rizières comme Palakad et Alapuzha.

Benefits | Avantages

The adding of *kanjivellam* to the earth mix makes it more workable at the time of plastering. After drying, the starch helps to glue the particles of clay together making it more hard. Plasters that use starch as a stabiliser also keep to prevent dusting or flakiness of the plaster.⁹³

L'ajout de *kanjivellam* au mélange de terre le rend plus pratique au moment du plâtrage. Après séchage, l'amidon aide à coller ensemble les particules d'argile, ce qui le rend plus dur. Les enduits qui utilisent de l'amidon comme stabilisant empêchent également la formation de poussière ou la friabilité de l'enduit.⁹³

Other uses | D'autres utilisations

It is a staple diet in almost all the households in Kerala.

The water is also used as a stiffener for clothes, shirts and sari's are dipped into the rice water to achieve stiffness in the clothing.

C'est un aliment de base dans presque tous les foyers du Kerala.

L'eau est également utilisée comme raidisseur pour les vêtements : les chemises et les saris sont plongés dans l'eau du riz pour obtenir une rigidité dans les vêtements.

⁹³ Michael Henry, *Essential Natural Plasters: A Guide to Materials, Recipes, and Use.*

P71- P76 - Preparation of *Kanjivellam*. Images taken by Rosie Paul

Preparation

- The water that the rice boils in (rich in starch) is *kanjivellam*. Locally available brown rice is used and this type of rice requires 3 times the quantity of water to cook. This water is used as an additive.

- L'eau dans laquelle le riz bout (riche en amidon) est le *kanji vellam*. Du riz brun disponible localement est utilisé et ce type de riz nécessite 3 fois la quantité d'eau à cuire. Cette eau est utilisée comme additif.



P71- P76

ING
NO. 07_b

UMMI



Ummi or rice husk is the hard protecting covering of the grains of rice. Ummi though a by-product of agricultural produce has found a lot of importance and has been used traditionally for various purposes.

L'*ummi* ou la balle de riz est l'enveloppe protectrice des grains de riz. Pourtant un sous-produit des produits agricoles, l'*ummi* a trouvé beaucoup d'importance et a été utilisé traditionnellement à diverses fins.

Usage | Usage

It is a common additive added to earthen plasters and mortars. The husk can be used directly into the mud mix and left to ferment while the mix rests a day or 2 before application.

C'est un additif commun ajouté aux enduits terre et aux mortiers. La balle peut être utilisée directement dans le mélange de terre, laissée fermenter pendant que le mélange repose un jour ou deux avant l'application.

Classification | Classification

As the *ummi* decomposes/ferments it releases cellulose, a polysaccharide. Fermentation enables the cellulose molecules and other microscopic fibers to separate - the contact surface between the clays and these microscopic plant fibers multiplies. Some bacteria also produce exopolysaccharides that bind the particles and are real glues that make the plasters more viscous and easy to apply.⁹⁴

Comme l'*ummi* se décompose et fermente, il libère de la cellulose, un polysaccharide. La fermentation permet de séparer les molécules de cellulose et d'autres fibres microscopiques - la surface de contact entre les argiles et ces fibres végétales microscopiques se multiplie. Certaines bactéries produisent également des exopolysaccharides qui lient les particules et sont de véritables colles qui rendent les enduits plus visqueux et faciles à appliquer.⁹⁴

⁹⁴ Aurélie Vissac, *Argiles & Biopolymères: Les Stabilisants Naturels Pour La Construction En Terre*, 18.
P77 – Ummi. Digital Image. Accessed July 28, 2018. <https://www.tradeindia.com/fp4365844/Rice-Husk.html>

Areas found | Régions présent

The indigenous houses of the wayanad area widely used *Ummi* as an additive to their mud walls, mortars and plasters. *Ummi* is still widely used in mud constructions in Kerala today as it is easily available and not very expensive.

Les maisons indigènes de la région de Wayanad ont largement utilisé l'*ummi* comme adjuvant à leurs murs de terre, à leurs mortiers et à leurs enduits. L'*ummi* est encore largement utilisé dans les constructions en terre au Kerala aujourd'hui, car il est facilement disponible et pas très cher.

Benefits | Avantages

The rice husk strengthens the plaster, reduces the cracks and makes it more durable.

La balle de riz renforce l'enduit, réduit les fissures et la rend plus durable.

Other uses | D'autres utilisations

It is also used as a fertilizer, as an insulation material, or as fuel.

Il est également utilisé comme engrais, comme matériau isolant ou comme combustible.



ING
NO. 07c

KARI



COMMON NAME: ASH

SOURCE OF INFORMATION:
INHABITANTUSAGE:
COATING ON PLASTER
(EARTH)PLACES FOUND:
ALL PADDY FIELDSBENEFITS:
WATER RESISTANCE
INCREASED COMPRESSIVE
STRENGTH

Kari is the term given to for ash in Malayalam. *Kari* got from both rice husk and also rice straw is used as an additive.

Kari est le terme donné pour les cendres en malayalam. Le *kari* obtenu de la balle de riz ou de la paille de riz est utilisée comme adjuvant.

Usage | Usage

Kari is used as a coating over the mud plaster or added to the mix of the final mud plaster layer. The rice straw/husk is burnt and the residue ash is collected and used for mud plastering.

Le *kari* est utilisé comme un badigeon sur un enduit terre ou adjuvant au mélange de la couche d'enduit finale. Une quantité de paille ou de balle de riz est brûlée et les cendres résiduelles sont collectées et utilisées pour les enduits en terre.

Classification | Classification

Kari is known to have pozzolonic properties.⁹⁵ The *kari* contains silica in it which is a mineral and as it mixes with the clay particles and enhances the performance of the mix.

Le *Kari* est reconnu d'avoir des propriétés pozzolaniques.⁹⁵ Le *kari* contient de la silice, un minéral qui se mélange aux particules d'argile et améliore la performance du mélange.

⁹⁵ M.R. Yogananda and K.S Jagadish, "Pozzolanic properties of rice husk ash, burnt clay and red mud," Building and Environment 23, no. 4 (1988): 303-308. P79 -*Kari*. Digital Image. Accessed July 28, 2018. <https://www.tradeindia.com/fp4746396/Pulverized-Rice-Husk-Ash.html>

Areas found | Régions présent

The mud houses in the thirunelly region, Wayanad also used kari as a coating to protect the mud walls from the back-splash when it rains.

Les maisons en terre de la région de Thirunelly, Wayanad ont également utilisé le *kari* comme un badigeon pour protéger les murs en terre des éclaboussures quand il pleut.

Benefits | Avantages

The rice husk ash has been proven to increase resistance to water and acid.⁹⁶

Il a été prouvé que la cendre de balle de riz augmente l'érosion hydrique et la résistance aux acides.⁹⁶

Other uses | D'autres utilisations

In Kerala, *Ummikari* (rice husk ash) was used for cleaning teeth for centuries before toothpaste.

Au Kerala, l'*ummkari* (la cendre de la balle de riz) a été utilisé pendant des siècles pour nettoyer les dents, avant le dentifrice.



⁹⁶Leslie Rainer, Angelyn Bass Rivera and David Gandreau. "Terra 2008: Proceedings of the 10th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage," (Los Angeles: Getty Conservation Institute/Getty Publication, 2011). P80 - Mud house using ash in the earth plaster. Images taken by Rosie Paul

Derivatives from the cow | Dérivés de la vache

The cow has been central to Indian economy, life and culture. The cow is considered a sacred animal in India. The benefits of cow have been described at length in relation to economy and spiritual progress. Products from the cow are used in traditional sciences such as agriculture, environment, health and construction. The derivatives from the cow in India is referred to as *panchagavya* meaning 5 elements of the cow which include – Milk, Curd, Ghee, Urine and Dung.

In ayurvedic medicine the use of *panchagavya* is of great importance as each ingredient has specific healing properties. Hence each of these ingredients are used individually too for different ailments. It is said to improve mental health, strengthen immune system and helps in de-toxification.⁹⁷

Three of the above mentioned elements – Curd, dung and Urine mentioned have been used as natural stabilisers to mud constructions in different parts of the world. In India it is more common to use Dung and Urine. This has been added into traditional mud constructions from centuries all over India. Hence any inventory would be incomplete without mentioning them.

La vache a été au centre de l'économie, de la vie et de la culture indiennes. La vache est considérée comme un animal sacré en Inde. Les avantages de la vache ont été longuement décrits en relation avec l'économie et le progrès spirituel. Les produits de la vache sont utilisés dans les sciences traditionnelles telles que l'agriculture, l'environnement, la santé et la construction. Les dérivés de la vache en Inde sont désignés sous le nom de *panchagavya*, ce qui signifie 5 éléments de la vache: le lait, le lait caillé, le ghee, l'urine et le fumier.

En médecine ayurvédique, l'utilisation du *panchagavya* revêt une grande importance car chaque ingrédient possède des propriétés curatives spécifiques. Ainsi, chacun de ces ingrédients est utilisé individuellement pour différentes affections. On dit qu'elle améliore la santé mentale, renforce le système immunitaire et aide à la détoxification.⁹⁷

Trois des éléments mentionnés ci-dessus – le lait caillé, la bouse et l'urine - ont été utilisés comme stabilisants naturels dans les constructions en terre dans différentes parties du monde. En Inde, il est plus courant d'utiliser la bouse et l'urine. Ils sont utilisés dans les constructions en terre traditionnelles depuis des siècles partout en Inde. Ainsi, tout inventaire serait incomplet sans les mentionner.

⁹⁷ Meeta Jain, "Panchagavya – Uses, Benefits & Preparation," *Vedic Gift shop*, <http://www.vedicgiftshop.com/cow-products/panchagavya-uses-benefits-preparation/> (accessed May 19, 2018).

P81 - *Cows found on the streets of Varanasi*. Digital image. Chuansong.me. Accessed July 23, 2018. <http://m.chuansong.me/n/2797064>



ING
NO. 08a

CHANAKAM



COMMON NAME:
COW DUNG

SOURCE OF INFORMATION:
INHABITANT
PROFESSIONAL
ARTISANS

USAGE:
COATING ON PLASTER
(EARTH)

PLACES FOUND:
COMMON FARM ANIMAL

BENEFITS:
INSECTICIDE
BETTER PLASTER COHESION
LESS CRACKING
WATER RESISTANCE

The cow is a common farm animal in Kerala. Cow dung is locally known as **Chanakam** and has many benefits. It is used as a fertiliser, an insecticide and fuel to name a few.

La vache est un animal de ferme commun au Kerala. La bouse de vache est connue localement sous le nom de *chanakam* et présente de nombreux avantages. Il est utilisé comme engrais, insecticide et carburant, entre autres.

Usage | Usage

Chanakam is used in mud plasters either directly or after dilution in water. Only the dung of a cow restricted to eating grass/straw is taken. Traditionally in Kerala before taking the dung of a cow, the cow was fed only grass for a week. This ensured the size of the fibres in the mix.

Le *chanakam* est utilisé dans les enduits terre directement ou après dilution dans l'eau. On ne prend que la bouse d'une vache restreinte à manger de l'herbe et de la paille. Traditionnellement au Kerala avant de prendre la bouse d'une vache, la vache était nourrie uniquement d'herbe pendant une semaine. Cela garantissait la taille des fibres dans le mélange.

Classification | Classification

Chanakam contains cellulose which is a Polysaccharide. The partial decomposition of the fibers of cellulose and other plant tissues allows a continuous distribution of fiber size in the mixture. The cellulose macro molecule is long enough to attach to several clay platelets at a time and link them between them. When the mix is homogeneous and well proportioned, it contributes to cohesion mortar and increases the strength of the plaster.⁹⁸

Le *chanakam* contient de la cellulose qui est un polysaccharide. La décomposition partielle des fibres de cellulose et d'autres tissus végétaux permet une distribution continue de la taille des fibres dans le mélange. La macro-molécule de cellulose est suffisamment longue pour s'attacher à plusieurs plaquettes d'argile à la fois et les lier entre elles. Lorsque le mélange est homogène et bien proportionné, il contribue à la cohésion du mortier et augmente la résistance de l'enduit.⁹⁸

⁹⁸ Aurélie Vissac, *Argiles & Biopolymères: Les Stabilisants Naturels Pour La Construction En Terre*, 16.

P82 - *Chanakam*. Digital Image. Accessed July 28, 2018. <https://www.infomagic.com/kerala-classifieds/plant-nurseries-fertilizers-kerala/cow-dung-for-sale-at-pettah/27132005>

Areas found | Régions présent

Mud plasters with cow dung used as an additive is a fairly common mix and examples can be found right from the hilly western ghats of Wayanad to the flat plains of Palakkad and Thrissur.

Les enduits terre avec la bouse de vache comme adjuvant sont un mélange assez courant et des exemples peuvent être trouvés des Ghâts vallonnés de Wayanad jusque dans les plaines de Palakkad et Thrissur.

Benefits | Avantages

The cow dung adds to the fiber content in the mud mix which results in a stronger plaster. It also shows improved water resistance and reduces cracks.⁹⁹ It is also a good insecticide and prevents insects from laying eggs inside the mud plaster.

La bouse de vache ajoute à la teneur en fibres du mélange de terre, ce qui donne un enduit plus fort. Il montre également une résistance à l'eau améliorée et réduit les fissures.⁹⁹C'est aussi un bon insecticide et empêche les insectes de pondre des œufs dans l'enduit.

Other uses | D'autres utilisations

Cow dung cakes are made and dried and used as fuel for cooking.

If packed on the outside walls of a house, cow dung acts as an insulator, keeping heat out in the summer and holding it inside in winter.

Les tourteaux de bouse de vache sont fabriqués et séchés pour l'utilisation comme combustible pour la cuisine. Si appliquée sur les murs extérieurs d'une maison, la bouse de vache sert d'isolant, détenant la chaleur en été et la retenant à l'intérieur en hiver.

⁹⁹ Henry and Therrien, *Essential Natural Plasters*.

P83 –Image of mud but that has used cow dung in the earth plaster. Image taken by Karthik Padmanabhan



ING
NO. 08_b

MUTHRAM



Gau Muthrum is the local term for Cow Urine. In Hinduism, cow urine has a special significance as a medicinal drink and sprinkling of cow urine is considered to have a spiritual cleansing effect.¹⁰⁰

*Le gau muthrum est le terme local pour urine de vache. Dans l'hindouisme, l'urine de vache a une signification particulière en tant que boisson médicinale et l'aspersion d'urine de vache est considérée comme ayant un effet nettoyant spirituel.*¹⁰⁰

Usage | Usage

Cow Urine is added to the mud plaster while mixing all the ingredients – it is added normally along with water until the right consistency is achieved. It is normally advised to collect the first urine in the morning.¹⁰¹

*L'urine de vache est ajoutée à l'enduit terre en mélangeant tous les ingrédients - elle est ajoutée normalement avec de l'eau pour obtenir la consistance voulue. Il est normalement conseillé de recueillir la première urine le matin.*¹⁰¹

Classification | Classification

Urine is usually consists of 95% water, urea, creatinine, uric acid, salt and ammonia and other elements and hormones. Urea is the principal component of urine, it is an organic compound with the chemical term $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$.¹⁰²

*L'urine est généralement composée de 95% d'eau, d'urée, de créatinine, d'acide urique, de sel et d'ammoniac et d'autres éléments et hormones. L'urée est le principal composant de l'urine, c'est un composé organique avec l'abréviation chimique $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$.*¹⁰²

¹⁰⁰“Gomutra,” *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, <https://en.wikipedia.org/wiki/Gomutra> (accessed May 19, 2018).

¹⁰¹Anushree Tendolkar, Musharaff Hebbali and Biju Bhaskar, “Devan’s Earthen Plaster using lime, husk & cow urine,” *Thannal*, <http://thannal.com/devans-earthen-plaster-using-lime-husk-cow-urine/> (accessed May 19, 2018).

¹⁰²Ali MVohammed and Mohammed Bahobail, “The mud additives and their effect on thermal conductivity of adobe bricks” *Journal of Engineering Science - Faculty of Engineering - Assiut University* (2011).

P84 – *Gau Muthrum*. Digital image. Accessed September 6, 2018. <https://www.amazon.com/Pure-Original-Gomutra-Urine-200ml/dp/B074J9P7M7>

Areas found | Régions présent

Mud plasters that include Urine have been found in Thrissur and many contemporary mud structures have also used this as an additive in Kerala and other states in India

Des enduits terre contenant de l'urine ont été trouvés à Thrissur et de nombreuses structures en terre contemporaines l'ont également utilisé comme adjuvant au Kerala et dans d'autres états de l'Inde.

Benefits | Avantages

It is found that the urea acts as a binding material and it can be used to reduce soil shrinkage, eliminates cracking and improve the ability of the soil to withstand erosion.¹⁰³

On a constaté que l'urée agit comme un liant et qu'elle peut être utilisée pour réduire le retrait du sol, éliminer la fissuration et améliorer la capacité du sol à résister à l'érosion.¹⁰³

Other uses | D'autres utilisations

Cow urine is often used as a disinfectant for wounds.

In Ayurveda, it is widely used for treatment of various skin problems and gastrointestinal problems.

L'urine de vache est souvent utilisée comme désinfectant pour les plaies.

En Ayurveda, il est largement utilisé pour le traitement de divers problèmes de peau et de problèmes gastro-intestinaux.

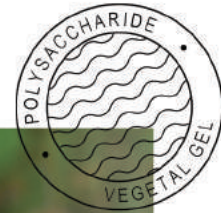
¹⁰³ Ibid.



P89 – P91

ING
NO. 09

CHEMBHARATHI THALLI



SCIENTIFIC NAME:
HIBISCUS ROSA-SINENSISYT

SOURCE OF INFORMATION:
INHABITANT

USAGE:
COATING ON PLASTER
(EARTH)

PLACES FOUND:
FOUND EVERYWHERE-
GROWN COMMONLY

BENEFITS:
WATER RESISTANCE
SCRATCH RESISTANCE

Hibiscus linn, is a large genus of herbs, shrubs and trees widely distributed in the tropical and subtropical regions of the world. It is grown as an ornamental plant in gardens throughout India. In Kerala the red hibiscus is called the “*chembarath?*”.

Hibiscus linn. est un grand genre d’herbes, d’arbustes et d’arbres largement répartis dans les régions tropicales et subtropicales du monde. Il est cultivé comme plante ornementale dans les jardins en Inde. Au Kerala, l’hibiscus rouge s’appelle le *chembarathi*.

Usage | Usage

Thalli is the extract got from the leaves and the flowers of the plant when put in water and crushed. The water turns into a greenish watery gel. This is a very popular traditional hair wash in Kerala but the lesser known however is its use as a protective coating over a mud plaster. Over 3-4 coats are given over the mud plaster.

Le *thalli* est l’extrait obtenu à partir des feuilles et des fleurs de la plante lorsqu’il est mis dans l’eau et écrasé. L’eau se transforme en gel aqueux verdâtre. Ceci est un lavage de cheveux traditionnel très populaire au Kerala, mais moins connu est son utilisation comme revêtement protecteur sur les enduits terre. Plus de 3-4 couches sont appliquées sur un enduit terre.

Classification | Classification

It is assumed that the vegetal gel belongs to the wide family of polysaccharides, however it needs to be verified scientifically.

On suppose que le gel végétal appartient à la grande famille des polysaccharides, mais reste à être vérifié scientifiquement.

Areas found | Régions présent

This natural coating of *chembarathi thalli* has been used in mud plasters and flooring in the indigenous homes of Wayanad. Examples of the use of this ingredient in floors and walls were found in Thirunelly district where the primary layers of mud plaster was done with a mix of cow dung and ummi and the final coating over the plaster was given with thalli.

Les revêtements naturels de *chembarathi thalli* ont été utilisés avec des enduits terre et pour des revêtements de sol dans les maisons indigènes de Wayanad. Des exemples de l'utilisation de cet ingrédient dans les sols et les murs ont été trouvés dans le district de Thirunelly, où les couches primaires d'enduit ont été réalisées avec un mélange de bouse de vache et d'*ummi* et le badigeon sur l'enduit étaient du *thalli*.

Benefits | Avantages

Traditionally it is used as a protective coating which protects the mud plasters from erosion and surface abrasions. As part of this study, some tests were conducted on *chembarathi thalli* coating and it was found to have a very high resistance to water.

Traditionnellement, il est utilisé comme revêtement protecteur qui défend les enduits terre de l'érosion et des abrasions de surface. Dans le cadre de cette étude, des tests ont été effectués sur des revêtements de *chembarathi thalli* et ont montré une très grande résistance à l'eau.

Other uses | D'autres utilisations

For centuries it has been used as a natural shampoo is still very popular in Kerala. Numerous healthcare brands have commercialised it and is easily available in the market. It is said to prevent premature aging of the hair and darken hair colour.

Pendant des siècles, il a été utilisé comme shampoing naturel, toujours très populaire au Kerala. De nombreuses marques de soins de santé l'ont commercialisé et il est facilement disponible que sur le marché. On dit qu'il empêche le vieillissement prématuré des cheveux et assombrit la couleur des cheveux.

Preparation

- Cut the leaves into smaller pieces and leave them to soak in a small quantity of water for a few hours
- Start crushing the leaves in the water; they will start to secrete a greenish viscous gel.
- Once all the leaves are crushed, strain the gel to remove the leaves from it.
- This gel can be used to coat the mud plastered walls.



- Couper les feuilles en petits morceaux et laisser-les tremper dans une petite quantité d'eau pendant quelques heures.
- Faire broyer les feuilles dans l'eau; ils commenceront à sécréter un gel visqueux verdâtre.
- Une fois que toutes les feuilles sont écrasées, filtrer le gel pour en retirer les feuilles.
- Ce gel peut être utilisé pour revêtir les murs enduits.



P96

Avanakka

Scientific Name – *Ricinus Communus*. *Avanakka Maram* is otherwise known as castor tree. The leaves of the Castor tree can be used as a substitute for Hibiscus Thalli. The leaves are moistened and then rubbed over the plaster to get a protective coating over the plaster. Castor wax can also act as a substitute for Carnuba wax¹⁰⁴ Carnuba wax has been known to be used to provide a wax coating for mud floorings.¹⁰⁵

L'Avanakka

Nom scientifique – *Ricinus Communus*. *L'Avanakka Maram* est également connu sous le nom de ricin commun ou « castor tree » en anglais. Les feuilles de ricin peuvent être utilisées pour remplacer le chembarathi thalli. Les feuilles sont humidifiées puis frottées sur l'enduit pour obtenir une couche protectrice sur l'enduit. La cire de ricin peut également remplacer la cire de carnauba.¹⁰⁴ La cire de carnauba est connue pour son utilisation comme revêtement de cire pour les sol en terre.¹⁰⁵

Other Natural Additives

Apart from the 12 natural additives that have been discussed in detail some additional ingredients have been mentioned below. Five of them are coatings that can be used over mud plasters.

D'autres adjuvants naturels

Outre les 12 additifs naturels qui ont été discutés en détail, certains ingrédients supplémentaires ont été mentionnés ci-dessous. Cinq d'entre eux sont des revêtements pouvant être utilisés sur des enduits terre.

¹⁰⁴ *The Useful Plants of India*. New Delhi: National Institute of Science Communication, Council of Scientific & Industrial Research, 2000. 539.

¹⁰⁵ Marie Milesi, Johannes Riesterer, and Jean-Jacques Raynal, *Les Sols En Terre: Manuel Dautoconstruction* (Mens: Terre Vivante, 2012). 65

P96 – *Avanakka*. Digital Image. Accessed September 6, 2018. https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2015/08/150827_vert_earth_plantas_venenosas_ml

P97 – *Karingotta*. Digital Image. Accessed September 6, 2018. <http://tropical.theferns.info/image.php?id=Samadera+indica>

P98 – *Koovalam*. Digital Image. Accessed September 6, 2018. <https://www.foodbevq.com/IN/Mumbai/761469540566513/TAJ>

Le Karingotta

Nom scientifique - *Samadera Indica*. *Le Karingotta* est communément appelé arbre Niepa, les feuilles de cet arbre sont utilisées comme traitement anti-termites. Dans les maisons en terre traditionnelles, une couche de ces feuilles se trouve au-dessus du plancher en bois sur lequel une couche épaisse de terre fournit de l'isolation. Cela empêche les termites de manger le bois, et la même chose peut être trouvée au-dessus des cadres de fenêtre et de porte pardessus lesquels des murs en terre sont construits. Les feuilles peuvent également être déposées dans de l'eau qui devient noire et ce liquide est ajouté au mélange de terre qui agit comme un traitement anti-termite organique.

Karingotta

Scientific Name - *Samadera Indica*. *Karingotta* is commonly known as Niepa tree, the leaves of this tree are used as an anti-termite treatment. In heritage mud houses, a layer of these leaves can be found above the wooden flooring over which a thick layer of mud was provided for insulation. This prevented the termites from eating the wood, the same can be found above the window and door frames over which the mud walls are built. The leaves can also be put in water which turns black and this liquid is mixed with the mud mix which acts as an organic anti-termite treatment.



P98

Koovalam Kaya

Scientific Name - *Aegle marmelos*. The fruit of this tree gives a gum which is extremely sticky and this gum is used as an external coating to mud plaster and is said to increase water resistance. In Maharashtra, it has been used in combination with Jaggery - it is heated together with water till the consistency thickens and coated over a mud plaster to make it more resistant and hardy against weather exposure.

Le Koovalam Kaya

Nom scientifique - *Aegle marmelos*. Le fruit de cet arbre donne une gomme extrêmement collante et cette gomme est utilisée comme revêtement externe pour enduire la terre et augmenterait la résistance à l'eau. Dans le Maharashtra, il a été utilisé en association avec le jaggery - il est chauffé avec de l'eau jusqu'à ce que la consistance devienne plus épaisse et est appliqué sur un enduit terre pour le rendre plus résistant et résistant aux intempéries.



P97



P99

Veppu pasha

Scientific name - Azadirachta indica. Veppu Maram is commonly known as neem tree, Veppu pasha means gum of veppu. The glue from the bark/gum from the leaves is very sticky and is used in Mural paintings to mix the colored pigments as a binding agent, to make them stick well to the surface. Neem gum can be used interchangeably with Arabic gum. It has been known to be used on lime plasters as well, it could be a good final coat for mud plasters to prevent dusting.

Le Veppu Pasha

Nom scientifique - *Azadirachta indica*. Le *veppu maram* est communément appelé arbre de neem et veppu pasha signifie gomme de veppu. La colle de l'écorce et de la gomme des feuilles est très gluante et est utilisée dans les peintures murales pour mélanger les pigments colorés en tant que liant, pour les faire adhérer à la surface. La gomme de neem peut être utilisée indifféremment avec la gomme arabique. Il a été connu pour être utilisé sur les enduits chaux et se montre une bonne couche finale pour les enduits terre avec l'atout additionnel d'empêcher la friabilité.

Le Vajra Pasha

Le *vajra pasha* est une cire utilisée pour sceller des lettres / enveloppes. Ceci, une fois fondu, se transforme en une cire incolore qui peut être un bon mastic. Lors du lavage traditionnel à la chaux, cette cire a été utilisée pour donner la couche finale pour la rendre moins friable. Dans l'Ayurveda, il est également utilisé pour légèrement revêtir les pillules pour qu'elles gardent leur forme. Les sacs de jute sont également trempés dans cette cire pour les rendre plus durable.

Vajra pasha

Vajra pasha is a wax that was used to seal letters/envelopes. This when melted turns into a colorless wax which can be a good sealant. In traditional lime wash this wax was used to give the final coat to prevent dusting of the lime. In Ayurveda it is also used to give some coating to pills such that it keeps its form. Jute gunny bags are also dipped in this wax to make it more durable.

Thetanbarali

Although there is no knowledge of its use in mud plasters, lime masons add this to the lime plaster mix to increase its hardness. The seeds are heated and the crushed about 20 powdered seeds can be added 40kgs of the lime plaster mix.

Le Thetanbarali

Bien qu'on ne connaisse pas son utilisation dans les enduits terre, les maçons ajoutent ceci au mélange d'enduit à la chaux pour augmenter sa dureté. Les graines sont chauffées et environ 20 graines en poudre broyées peuvent être ajoutées pour 40 kg de mélange d'enduit chaux.



P100



3.4 | Set of recipes Carnet des recettes

-
- P101 – *Mixing of a herbal juice as an additive in earth plaster.* Image taken by Rosie Paul
 - P102 – *Lady with the traditional plasterwork she carried out.* Image taken by Rosie Paul
 - P103 – *Earthen plasters of Koyileri Wayanad.* Image taken by Rosie Paul
 - P104 – *Bindu with the earthen flooring and plaster of her house.* Image taken by Rosie Paul
 - P105 – *Lime Plaster experiment by Thannal, Thirumannalai*

RECIPE FROM INHABITANT

Name : Dinesh

Location : Thirunelly, Wayanad,
Kerala, India.



INGREDIENTS

Base

1. Soil
2. Sand

Additives

1. Cow dung
2. Ash
3. Hibiscus Thalli
4. Rice husk

RECIPE:

Layer 1: Soil, sand and rice husk are mixed together, kneaded by foot and applied on the wall.

Layer 2: Soil and sand without rice husk are mixed together and applied over Layer 1.

Layer 3: Dung, soil and ash are mixed together and applied over the wall after letting it rest for a minimum of 24 hours.

Layer 4: After application of the third layer, the Hibiscus Thalli is coated over the layer once the 3rd layer has set for an hour or two.

RECIPE FROM INHABITANT

Name : Ramettan
 Location : Koyileri, Wayanad
 Kerala, India.



INGREDIENTS

Base

1. Soil

Additives

1. Rice husk
2. Ash
3. Kulamavu

RECIPE:

Layer 1: Soil and rice husk are mixed together by adding Kulamavu water instead of plain water. The mix is left to rest for 24 hours and applied over the wall. This layer is repeated if necessary.

Layer 2: Ash and Kulamavu are mixed together and coated over the first layer. While it is applied, interesting patterns are created with the motion of the fingers.

RECIPE FROM INHABITANT

Name : Bindu

Location : Thirunelly, Wayanad
Kerala, India.



INGREDIENTS

Base

1. Soil

Additives

1. Cow dung
2. Ash
3. Hibiscus Thalli

RECIPE:

Layer 1: Water is added to pure soil to get the desired consistency and applied as layer 1.

Layer 2: This layer uses a mix of pure soil, cow dung and water after it has rested for a period of 24 hrs.

Layer 3: Once the previous layer is dry, a mix of dung, thalli and ash (rested for 24 hours) is used to create a final coating over it. This coating is re-applied every two weeks.



RECIPE FROM ARTISAN

Name : Vijaykumar
 Location : Thrissur,
 Kerala, India.



INGREDIENTS

Base

1. Sand
2. Lime

Additives

1. Panachikaya
2. Oonjal valli
3. Kulamavu
4. Jaggery
5. Kadukka

RECIPE:

Step 1: 2 volumes of river sand is added to 1 volume of lime (this volume is measured with a vessel used in construction sites, locally known as *chatti*)

Step 2: Jaggery water and Kadukka water are mixed together in equal volumes and kept aside.

Step 3: A herbal juice is made mixing the extracts of Kulamavu, Oonjal valli and Panachikaya.

Step 4: The lime mix (2 *Chattis -lime* and 4 *Chattis- sand*) are mixed with the Jaggery and Kadukka water (1 cup) and the herbal juice is added to the mix instead of water to get the desired consistency. This mix is rested for 15 days and ground with a granite stone.

Step 5: The newly powdered mix is remixed in the same proportions with Jaggery, Kadukka water and herbal juice and applied as a plaster.

04 | PERFORMANCE TESTS LES TESTS DE PERFORMANCE

This chapter looks into scientifically testing the performance of the various natural additives. These tests were done to understand how each additive performs and the specific property they bring to the mud mix in terms of water resistance, resistance to mechanical shock etc. The chapter will give details about the tests conducted and their results. It will include details about the soil which was used to mix these additives and the protocols followed.

Hence this chapter covers

- 4.1 The base materials
- 4.2 The protocols
- 4.3 Water erosion test
- 4.4 The abrasion test
- 4.5 The sponge test
- 4.6 External Exposure

Ce chapitre aborde la méthodologie scientifique suivie pour tester les différents adjuvants naturels. Ces essais ont été réalisés dans le but de comprendre le comportement de chaque ingrédient ainsi que la ou les propriétés spécifiques qu'ils confèrent à la terre (résistance à l'eau, résistance mécanique, etc.). Les essais réalisés, ainsi que leurs résultats, mais également les protocoles suivis et les terres utilisées seront détaillés.

Plan du chapitre :

- 4.1 Les matières premières
- 4.2 Les protocoles
- 4.3 Essai de perméabilité
- 4.4 Essais d'abrasion
- 4.5 Test de l'éponge de contact
- 4.6 Exposition à l'extérieur



4.1 | The base materials Les matières premières

Soil | La terre

Some of the commonly used soils in the traditional mixes were locally known as *Puttu mannu*, *Chemmanu* and *Kallimannu*. *Puttu mannu* is a fine white soil that was often used for the finishing coat as it was devoid of any stones or large particles. It cannot be commonly found and is known to be found in the Wayanad region of Kerala. *Kallimannu* is the soil found from the alluvial plains i.e. the agricultural fields of Kerala. It is known to be very clayey and hence most often was mixed with *Attumanalu* or river sand. *Chemmannu* is the name given to the lateritic family of soils, it is found abundantly across Kerala. Nowadays low and medium quality (lesser iron content) lateritic soils are used as an in-fill material. For these performance tests, a lateritic soil of medium quality was chosen keeping in mind ease in availability and future revival of these traditional mixes into conventional construction. Sensitive tests were carried out on the selected soil and also laboratory analysis of its grain size distribution (annexure 2) The soil was found to have over 40% clay.

Les terres utilisées fréquemment dans les recettes traditionnelles sont connues sous les termes *Puttu mannu*, *Chemannu* et *Kallimannu*. *Puttu mannu* est une terre fine et blanche souvent utilisée pour les enduits de finition, car elle ne contient pas de gros éléments ou graviers. Elle n'est pas très répandue et provient surtout de la région du Wayanad. *Kallimannu* est une terre venant des plaines alluviales, et donc des régions agricoles du Kerala. C'est une terre très argileuse et donc très souvent mélangée à *Attumanalu*, le sable de rivière. *Chemmannu* est le nom commun regroupant toutes les terres latéritiques qu'on trouve partout dans le Kerala. Aujourd'hui, les terres latéritiques de qualité inférieure et moyenne (teneur basse en oxyde de fer) sont beaucoup utilisées comme matériau de remplissage. Pour ces essais, nous avons choisi une terre latéritique de qualité moyenne qu'on peut trouver facilement. Cette terre a été testée d'une part avec les tests de terrain, et sa granulométrie a été déterminée en laboratoire (annexe 2). Sa teneur en argile est supérieure à 40 %.

P107 – Soil used for testing. Image taken by Mini Kumar

M-sand | Le sable

Traditionally in the case of earthen plasters the soil was used either directly or mixed with river sand depending on the quality of the soil. Nowadays, the use of river sand in construction takes a heavy toll on the environment as it is becoming scarce due to its excessive use in the construction industry. In India, quarry dust or m-sand is finding prominence due to this scarcity. Moreover for the purpose of testing it is important to use the same quality of sand throughout the testing phase. In the case of Kerala, it would be very difficult to maintain the same parameters of sand throughout this phase (area of extraction, size and shape of sand particles and quality) as the extraction site may be different in case more loads are needed. Hence for the test samples, m-sand was used to maintain similar quality of grain size distribution and also for future researchers to be able to maintain similar quality. In addition the use of M-sand seemed viable in the view of incorporating these earthen mixes with natural additives into future constructions. For plasters, the grain size distribution used is smaller (3mm or lesser) and is referred to as P-Sand.

Traditionnellement, les terres à enduits étaient utilisées telles quelles, ou, en fonction de leur qualité, mélangées à du sable naturel. Mais de nos jours, l'utilisation intensive du sable de rivière par l'industrie de la construction fait peser une pression monumentale sur l'environnement, et ce sable est devenu rare et cher. Le sable concassé devient donc une alternative très répandue. Aussi, pour les tests de terre, parce qu'il est nécessaire d'avoir une consistance dans la qualité des matériaux pour maintenir une uniformité de résultat, utiliser du sable naturel du Kerala n'est pas souhaitable car sa qualité varie beaucoup trop. Cette raison nous a amenés à utiliser du sable concassé (M-sand en anglais, pour *manufactured sand*) pour nos essais, afin d'avoir une qualité homogène du matériau et de conserver des granulométries similaires. Cela pourra aussi aider des recherches ultérieures que de se baser sur un matériau connu, ainsi que de faciliter la répliquabilité de nos recettes et donc leur appropriation par de futurs constructeurs. Pour nos enduits, nous avons utilisé un sable concassé avec une granulométrie plus fine ($< 3\text{mm}$) appelé P-sand (*plastering sand*).



P108

Natural ingredients | Ingrédients naturels

From the inventory of 18 natural ingredients found in this research, 8 of these ingredients were chosen for testing. The number of ingredients tested was reduced in order to be able to study the ingredients in greater detail. The remaining ingredients will be tested as part of the future research. The ingredients used for these performance tests were :

Nous avons sélectionné 8 ingrédients à tester parmi les 18 additifs répertoriés au cours de cette recherche. Afin de réaliser des essais détaillés sur ces matériaux, leur nombre a été réduit à 8, mais les ingrédients restants feront l'objet d'une recherche ultérieure. Ces 8 premiers ingrédients à faire l'objet d'essais sont :

- | | |
|----------------|---------------|
| - Kadukka | - Panachikaya |
| - Varaal | - Brown Rice |
| - Jaggery | - Kulamavu |
| - Oonjal Valli | - Hibiscus |

4.2 | The protocols Les protocoles

The Base Mix | Le mélange de base

The best performing proportions of soil and sand were used as a base mix for the earthen plaster samples. The soil was sieved in a 5mm mesh and mixed. No fibres were added to the mix. Four samples of plaster mixes was tried on the walls in the following proportions to find the best working mix.

1 soil:0 p-sand

1 soil:1/2 p-sand

1 soil:1p-sand

1 soil:2 p-sand

It was found that the plain soil mix (sample 1) was too clayey and started to crack as soon as it started drying. Cracks were seen to reduce with the addition of p-sand as can be seen in samples 2 and 3. Sample 4 seemed to be the stable mix with no cracks and was decided to become the base mix for the earthen plaster samples.

Un mélange optimal terre/sable a été préparé pour l'enduit de base, avec une terre tamisée à 5mm. Aucune fibre n'a été rajoutée au mélange. Quatre mélanges ont été testés sur un mur pour trouver les meilleures proportions.

terre :1 / sable : 0

terre : 1 / sable : 1/2

terre : 1 / sable : 1

terre : 1 / sable : 2

L'échantillon no.1, sans sable, était trop argileux et des fissures sont apparues au séchage. Ces fissures étaient moindres sur les échantillons 2 et 3 grâce à l'addition de sable concassé. L'échantillon no.4 ne présentant aucune fissuration au séchage, le mélange terre : 1 / sable : 2 fut celui retenu pour les échantillons d'enduits.



P109

The Natural additives | Les adjuvants naturels

The natural ingredients were transformed to obtain an extract or juice that can be directly mixed with the earthen plaster mix. Details of preparation of these extracts and juices can be found in the chapter of natural stabilisers under the sub chapter named Inventory.

Ces ingrédients furent transformés pour obtenir un extrait ou jus qui pourra être directement mélangé à la base de l'enduit. Les détails de préparation de ces extraits peuvent être trouvés au chapitre sur les stabilisants naturels dans le sous-chapitre intitulé Inventaire.

Kadukka ----- >The extract of Kadukka

Varaal ----- >The mucal residue of the fish from the water it swam in

Jaggery----- >The dissolved jaggery water

Oonjal Valli----- > Sticky extract of Oonjalvalli

Panachikaya----- >Sticky extract of Panachikaya

Brown Rice----- >Starch water (Kanivellam)

Kulamavu----- > Sticky extract of Kulamavu

Hibiscus----- > Vegetal gel from Hibiscus (Thalli)

The test samples | Les échantillons

The test samples with the natural additives were tested against a pure sample(1 soil:2 p.sand) in order to understand the performance differences between the pure mix and the earthen plaster mixes stabilised by natural additives. The water content added to get the consistency desired for plaster was maintained constant through all the testing samples.

All the samples were made from a mould 10cmsx10cmsx2cms and where dried in a hot air oven at low temperatures between 50-100° C.

The temperature and relative humidity during the time these mixes were prepared were at an average of 28°C and 80%

The sample were divided into 3 different sets –

- Five where chosen as main ingredients (Kadukka, Varaal, Jaggery and Oonjalvalli) that would be tested in 4 different parameters. These were grouped as **Set 1**

- Two ingredients were chosen to be tested with only 2 different parameters (Kanjivellam, Panachikaya). These were grouped as **Set 2**.

À chaque échantillon contenant un ingrédient traditionnel était comparé un échantillon témoin (base terre : 1 / sable : 2), ceci afin de faire ressortir les différences de résultats entre le mélange de base et le mélange stabilisé. La quantité d'eau utilisée est restée constante pour tous les échantillons testés.

Tous les échantillons ont été réalisés avec un moule de 10 x 10 x 2 cm puis séchés dans un séchoir à basse température (entre 50 et 100° C)

La température et l'humidité relative pendant la durée de préparation de ces mélanges étaient en moyenne de 28° C et 80%.

Les 8 ingrédients sélectionnés pour être testés ont été divisés en 3 séries de tests.

- Cinq ont subi des essais complets selon 4 paramètres (Set 1 : Kadukka, Varaal, Jaggery, Oonjalvalli, Kulamavu)

- Deux ont subi des essais partiels selon 2 paramètres (Set 2 : Kanjivellam, Panachikaya).

- The 8th ingredient that is thalli (vegetal gel of hibiscus) was grouped under **Set 3** as it is more a coating was tested under different parameters that is with 3 (sample A) and 5 coatings (sample B) over the pure sample.

- The natural stabilisers were added to the base mix of earthen plaster in percentage by weight of 1% 5% and 10%. Each sample was named A, B and C respectively. Another sample of each additive mixed at 5% was made to rest 5 days and then put into the mould; this sample was called B/5.

The table below helps us better understand the various samples and their nomenclature.

- Le 8^{ème} ingrédient testé (Set 3 : *thalli*, gel d'hibiscus) a été utilisé comme un badigeon posée sur l'enduit de base sur les deux échantillons A (3 couches) et B (5 couches).

- Les stabilisants naturels ont été ajoutés au mélange de terre en pourcentage en poids de 1% à 5% et à 10%. Chaque échantillon était nommé A, B et C respectivement. Un autre échantillon de chaque additif mélangé à 5% a été mis au repos pendant 5 jours et ensuite mis dans le moule; cet échantillon s'appelait B / 5.

Le tableau ci-dessous nous aide à mieux comprendre les différents échantillons et leur nomenclature.

	Additives	Percentage of Additive added to the Pure Mix			
		1%	5%	10%	5 Days @ 5%
Set 1	Kadukka	1A	1B	1C	1B/ 5
	Varaal	2A	2B	2C	2B/ 5
	Jaggery	3A	3B	3C	3B/ 5
	Oonjalvalli	4A	4B	4C	4B/5
	Kulamavu	7A	7B	7C	7B/ 5
Set 2	Panachikaya	×	5B	×	5B/ 5
	Kanjivellam	×	6B	×	6B/ 5
Set 3		3 Coatings		5 Coatings	
	Thalli	8A		8B	

The tests | Les Essais

The tests were done to understand how each additive performs as an external plaster and hence their resistance to water and abrasion. The tests carried out during this research were also selected keeping in mind the facility and ease of replicating these tests on construction sites and make-shift laboratories. In the view of continued research on performance of the natural additives found in different villages in India, basic tests were selected which would allow to understand performance enhancements without complicated equipment.

Les essais réalisés ont permis de mesurer le comportement des additifs naturels sélectionnés lorsqu'ils sont utilisés dans un corps d'enduit, en particulier la résistance à l'eau et la résistance à l'abrasion. Ces essais ont été réalisés aussi en pensant à leur facilité de reproduction sur des chantiers ou dans des laboratoires improvisés. Dans l'optique d'une recherche de terrain continue sur les caractéristiques et les performances des additifs naturels utilisés en milieu rural en Inde, nous avons choisi des tests basiques ne nécessitant pas d'équipements sophistiqués.

4.3 | Water Erosion Test – Drip test Essai de perméabilité - le test du goutte à goutte

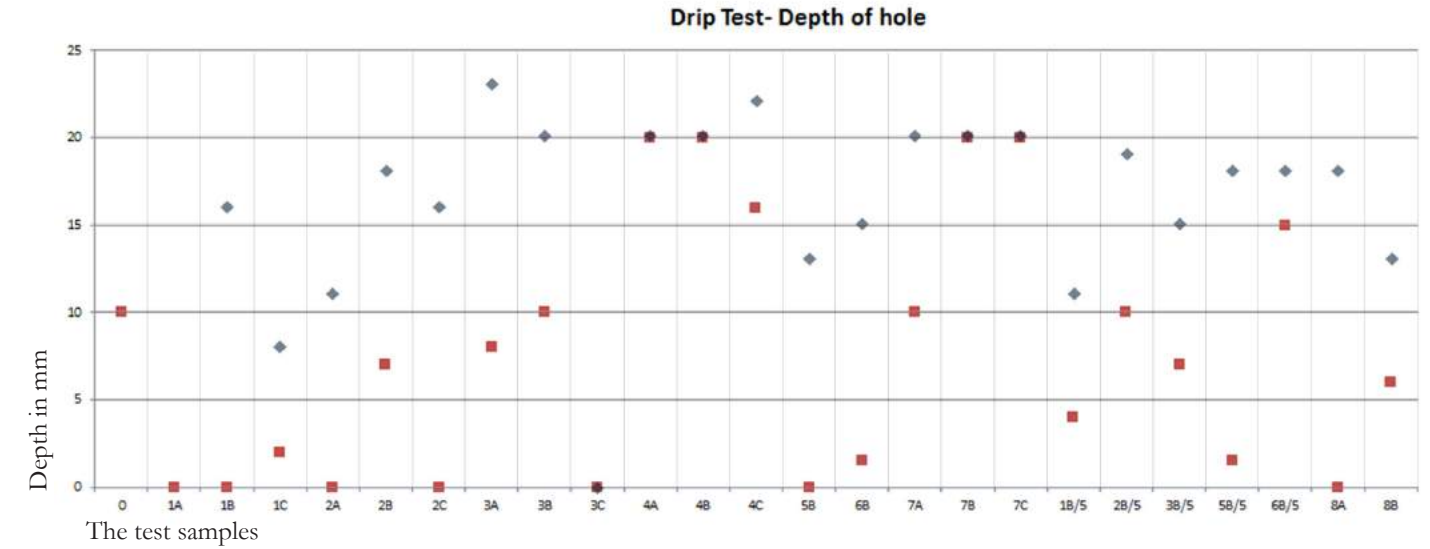
The principle of this test is to take the test samples and subject them to the falling of water droplets from a height (145 cm) and in a certain time (30 min). This test makes it possible to observe the behaviour of each mixture to continued exposure to water and therefore deduce its behaviour in the wall and the water resistance.

Le principe de cet essai est de soumettre un échantillon de terre à la chute d'une goutte d'eau d'une hauteur et dans un temps déterminé (145 cm et 30 min). Cet essai permet d'observer les comportements de chaque mélange de terre face à l'eau et, donc, d'en déduire son comportement dans le mur.



P110

P110 – Test samples after the drip test. Image taken by Rosie Paul



■ Depth(mm)
@ 10 min
◆ Depth(mm)
@ 30 min



P111-P112

P111 – P112 – Drip test set up. Image taken by Rosie Paul

The graph shows the performance of each of the samples to its continued exposure to water (1 drop per second) Out of the 8 ingredients the best performing mixes were found to be *Thalli* 8B coating, *Panachikaya* 5B. The detailed table during laboratory testing along with observations can be found in annexure 3.

Ce graphique montre le comportement de chaque échantillon, soumis à une exposition continue de chute d'eau (1 goutte par seconde). Parmi les 8 ingrédients naturels testés, ceux démontrant les meilleurs résultats (résistance à l'eau) sont les échantillons *Thalli* 8B et *Panachikaya* 5B. Des fiches détaillées sur les tests en laboratoires sont à consulter en annexe 3.

4.4 | Abrasion Test - Metal Brush Test Essais d'abrasion - le test à la brosse métallique

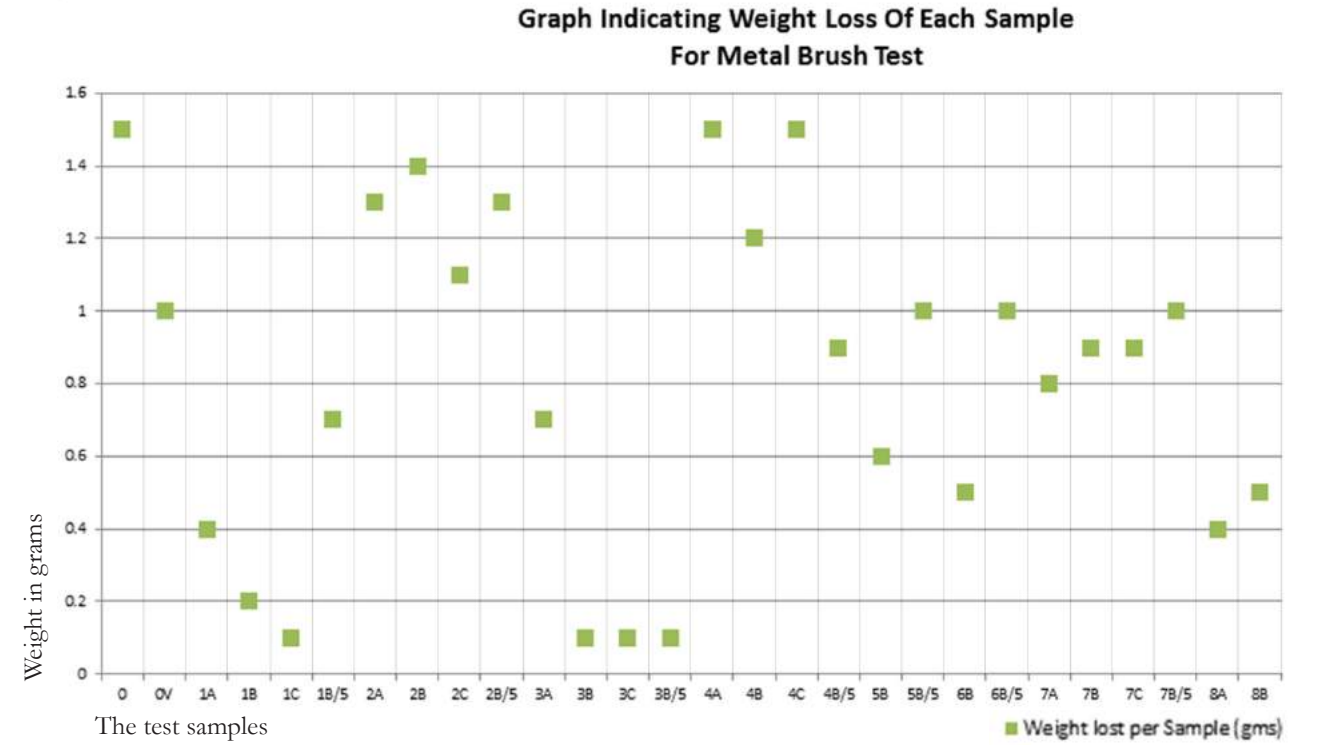
A metal brush weighted to 3kg is used to scrub the face of the test sample. A single back and forth motion of the brush is regarded as one cycle of abrasion. Brushing is continued for 10 cycles. The measurement consists of weighing the sample before and after brushing.

Une brosse métallique de 3kg est utilisée pour frotter la surface de l'échantillon. Un seul aller-retour est considéré comme un cycle d'abrasion. Le brossage dure 10 cycles. La mesure de l'abrasion consiste en la pesée des échantillons avant et après le brossage.



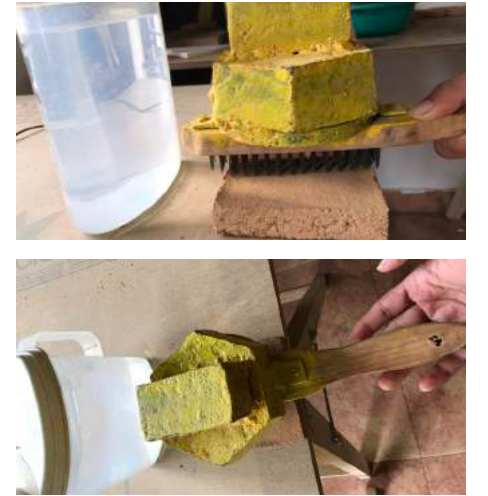
P113

P113 – Test samples after abrasion test. Image taken by Rosie Paul



The graph shows the resistance of each of the samples to abrasion. It was found that out of the 8 ingredients the best performing mixes were found to be Jaggery 3C, *Kadukka* 1C. The detailed table during laboratory testing along with observations can be found in annexure 4.

Le graphique montre la résistance de chacun des échantillons à l'abrasion. Il apparaît que sur les 8 ingrédients testés, les résultats les plus probants sont ceux contenant du jaggery 3C et *Kadukka* 1C. Des fiches détaillées sur les tests en laboratoires sont à consulter en annexe 4.



P114

P114 – Metal Brush with weights. Image taken by Rosie Paul

4.5 | The Sponge test Test de l'éponge de contact

This test is an easy method to measure the capillarity of the soil sample. A sponge of a certain size containing a measured amount of water is pressed to the test sample for a certain amount of time (3 minutes). The plastic case in which the sponge sits ensures that pressure exerted to the sponge on every sample is the same.

The sponge is measured before and after the experiment and from the difference in its mass the co-efficient of capillarity can be calculated.

Ideally it is best to conduct this experiment with a weighing balance precise to 0.01 grams, for this experiment conducted during this research a weighing balance precise upto 0.1 gram was used. Hence, the graph below indicates the efficiency of these mixes in a broad range and not to a 0.01g accuracy.

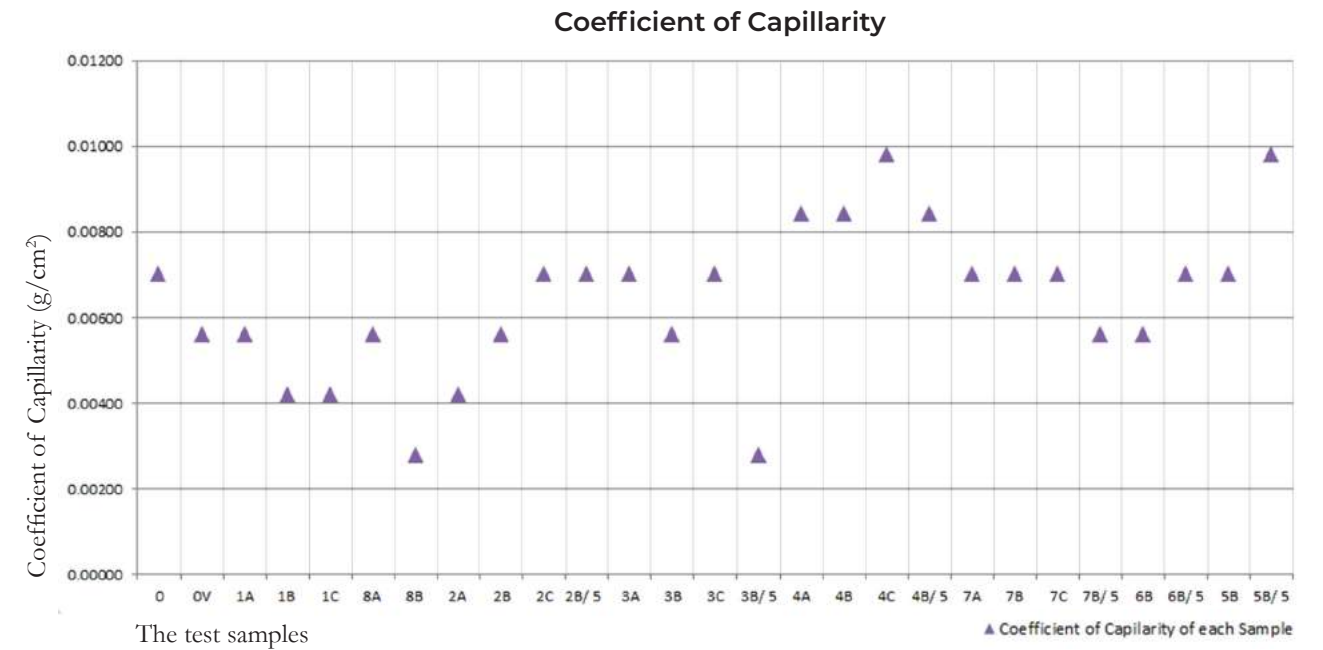
The detailed table during laboratory testing along with observations can be found in annexure 5.

Ce test est une méthode simple pour mesurer la capillarité d'un échantillon de terre. Une éponge de taille définie contenant une quantité donnée d'eau est appuyée sur un échantillon de terre durant un temps mesuré (3 minutes). La boîte en plastique dans laquelle l'éponge est logée permet de s'assurer que la pression exercée sur l'éponge est constante à chaque essai.

Le poids de l'éponge est mesuré avant et après le test d'absorption et la différence de son poids permet de calculer le coefficient de capillarité relatif à l'échantillon testé.

Pour obtenir les mesures les plus précises, il faut idéalement utiliser une balance avec un précision à 0.01g près. Mais pour cette expérience, nous n'avons pu utiliser qu'une balance avec une précision de 0.1g. Par conséquent, le graphique ci-dessous indique des plages de coefficients d'absorption des échantillons plutôt que des coefficients d'une précision au 0.01g près.

Des fiches détaillées sur les tests en laboratoires sont à consulter en annexe 5.



Coefficient of Capillarity

$$W_a = \frac{P_i - P_f}{23,75t}$$

W_a in g/cm².min

t = time of contact in minutes

P_i = initial weight in grams

P_f = final weight in grams

23.75 is surface area of sponge in cm²

P115-P118

P115 – P118 *Sponge test*. Image taken by Sridevi Changali

4.6 | External Exposure Exposition à l'extérieur

This test was conducted to understand the durability of these samples in the natural environment. They were exposed to natural weather conditions of sun, rain wind etc.

The materials required for this experiment include a metal mesh screen fitted to a wooden frame and placed at an angle of 45°. Each of the samples were placed on the screen and left to weather with time. These samples were observed at different times of the day. The sketch shows the order in which the samples were placed.

It is to be noted that during the course of this experiment the area experienced heavy rains and continuous down pour (annexure 6). By day 5, most of the samples had started to melt or had lost their first few layers. In the course of 15 days all samples had been washed away.

Although we could see significant performance enhancements through the addition of natural stabilisers from the previous laboratory experiments conducted, from external exposure, only mild improvements were observed as all samples were washed away in a relatively short period of time.

In the scope of future research certain improvements to the samples could be considered. The samples used were of size 20x20x2cms, preferably the samples could be thicker or applied over a mud block etc to mimic the actual layer of the plaster over a mud wall.

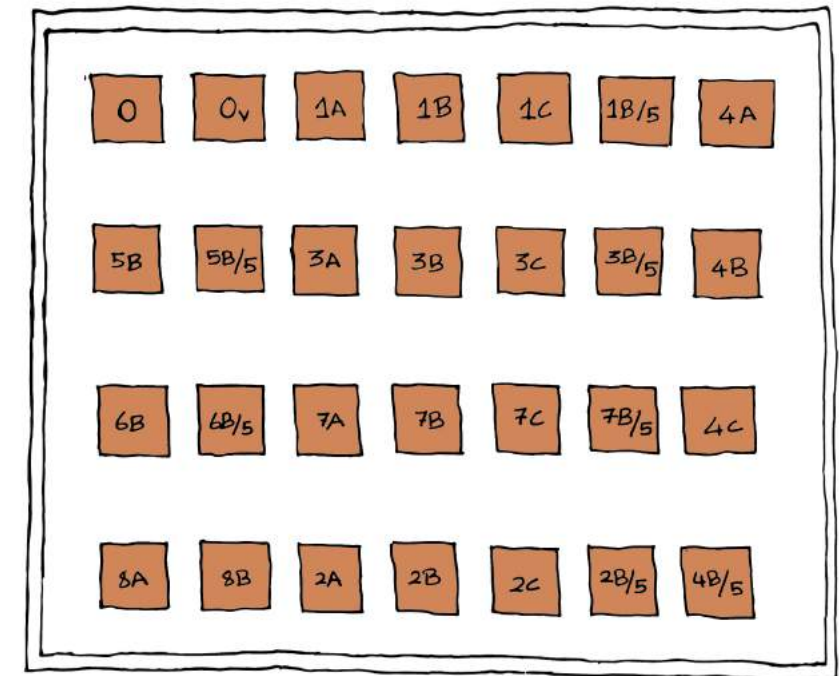
Cet essai a été mené pour mesurer la durabilité des échantillons testés dans l'environnement extérieur. Ils ont été exposés aux conditions climatiques réelles, correspondant à une application normale (soleil, pluie, vent, etc.)

Pour cet essai, nous avons utilisé un grillage métallique fixé à un cadre en bois et incliné à un angle de 45°. Les échantillons ont été placés sur le grillage, et observés à différents moments de la journée. Le dessin montre dans quel ordre les échantillons ont été placés.

Il faut noter que durant cette expérience, des pluies très fortes et ininterrompues se sont abattues localement (annexe 6). Au 5^{ème} jour, la plupart des échantillons avaient commencé à se désintégrer ou avaient perdu leurs couches supérieures. Au 15^{ème} jour, tous les échantillons avaient fondu intégralement sous la pluie.

Bien que nous ayons pu constater des résultats significatifs d'amélioration des formules enduits, grâce à l'addition d'adjuvants naturels au cours des expériences en laboratoires, cette exposition en situation climatique réelle nous a permis de constater que les améliorations réelles liées aux adjuvants naturels étaient en fait de faible valeur, étant donné que les échantillons ont été intégralement détruits.

Dans l'optique de recherches futures, nous aurons à travailler sur l'amélioration des techniques d'échantillonnage. Les échantillons utilisés pourraient être de taille 20 x 20 x 2cm ou plus épais. Les échantillons pourraient être directement appliqués sur un bloc de terre crue ou sur un mur de terre afin de reproduire le comportement d'une couche d'enduit de finition sur un mur en terre crue.





Day 1 | 28 May 2018v



Day 5 | 2 June 2018



Day 10 | 7 June 2018



Day 15 | 12 June 2018

P119 – P122

Test results of external exposure of samples
Résultats des tests d'exposition à l'extérieur des échantillons

P119 – P122 *Tests samples during external exposition.* Image taken by Rosie Paul

CONCLUSION CONCLUSION

This inventory of traditional stabilisers in earthen plasters of Kerala, was started keeping in mind the rich know-how that exists in traditional practices and the importance of documenting these practices before it is lost to globalisation and modernisation. Through this research it was remarkable to see how well our ancestors understood the balance of nature and their in depth knowledge on the natural resources around them that permitted its varied use. It is for this reason that most of the ingredients in this inventory were found to be used not only in mud constructions but also for medicinal and other purposes. Another interesting fact to note is how the ingredients used in traditional plasters depended greatly on the natural resources around them. For example from this research we see that the areas closer to

Cet inventaire de stabilisants traditionnels pour les enduits terre au Kerala a été lancé en gardant à l'esprit le savoir-faire riche des pratiques traditionnelles et l'importance de les documenter avant de les perdre à la globalisation et la modernisation. Par le biais de cette recherche il était remarquable de constater chez nos ancêtres le niveau de compréhension de l'équilibre naturel et leur connaissance approfondie des ressources naturelles autour d'eux qui permettaient leurs utilisations variées. Pour cette raison la plupart des ingrédients inventoriés ne servaient pas uniquement comme adjuvants pour la construction en terre, mais également pour, entre autres, des fins médicinales. Il est autant intéressant à noter la manière dont les ingrédients utilisés dans les enduits traditionnels dépendent largement des ressources naturelles qui les

the back waters and rivers used the *varaal* (fish) water to stabilise their plasters while the mountainous areas with access to wild trees like *kulamavu* used its vegetal juice for the same purpose. These key elements of resource management and use of locally available materials are important factors that are often pushed aside in constructions today.

Building materials are imported from all corners of the world with no concern on the region or place of construction leading to higher embodied energy and greater carbon footprint. It is thus evident that borrowing from the knowledge of our ancestors can help us find key solutions to our future concerns for development.

A primary objective of the research is to be able to bring to the forefront the use of these natural stabilisers into conventional construction. This would help reduce the carbon footprint of the built structure thereby reducing the dependency on cement and other energy intensive materials. During the course of this study it was alarming to find the speed at which this traditional know-how is being lost. In the case of earthen homes, the individuals who live or aspire to continue to live in earthen homes are diminishing. There is hence an urgent need to focus on not only documentation of these techniques but also look into its revival. This disser-

entourent. Dans cette recherche on constate par exemple que les zones à proximité de l'eau et des rivières utilisaient l'eau de *varaal* (un poisson) pour stabiliser leurs enduits tandis que les zones montagneuses ayant accès à des arbres sauvages comme le *kulamavu* utilisaient les jus végétaux dans le même but. Ces éléments clés dans la gestion des ressources et l'utilisation des matériaux locaux sont importants et sont souvent négligés dans les constructions d'aujourd'hui.

Les matériaux de construction sont importés de tous les coins de la planète sans aucun souci pour la région ou le site, ce qui entraîne des taux accrues d'énergie grise et des plus larges empreintes carbone. Il est donc évident que l'emprunt des connaissances de nos ancêtres peut aider dans la recherche de solutions clés à nos préoccupations futures en matière de développement.

Un objectif principal de cette recherche est la mise en valeur de l'utilisation des stabilisants naturels dans la construction conventionnelle. Cela aidera à réduire l'empreinte carbone des structures bâties, ce qui réduira la dépendance au ciment et à d'autres matériaux à forte intensité énergétique.

Au cours de cette étude, il était inquiétant de constater la vitesse à laquelle ce savoir-faire traditionnel se perd. Dans le

tation aims to answer this need but only provides as a starting point to the long road ahead. The future research on traditional stabilisers in earthen plasters can be broadly categorised into 3 parts –

- Advanced research and development of present findings,
- Further documentation of traditional recipes in this region and other parts of India.
- Revival of these traditional recipes into conventional construction practices.

cas des maisons en terre, les personnes qui vivent ou aspirent à continuer à vivre dans des maisons en terre diminuent. Il est donc urgent de se concentrer non seulement sur la documentation de ces techniques, mais aussi sur sa revalorisation. Cette thèse a pour but de répondre à ce besoin mais ne fournit que le point de départ du long chemin à parcourir. Les futures recherches sur les stabilisants traditionnels pour les enduits terre peuvent être divisées en trois parties –

- Recherches avancées et développement des observations actuelles,
- Documentation approfondie des recettes traditionnelles de cette région et d'autres zones de l'Inde,
- Revalorisation des recettes traditionnelles dans la pratique de la construction conventionnelle.



R&D on present findings | R&D sur les observations actuelles

The inventory in this dissertation lists about 18 different natural stabilisers that have been found to be used in the region of Kerala. Basic laboratory tests were conducted on 8 of these ingredients to scientifically understand how these ingredients perform against water and abrasion. These 18 ingredients need to be studied in greater detail in multiple dosages and tested for different parameters such as workability, efficiency, compatibility to the support (vapour permeability, adhesion) and durability (prolonged exposure to the natural environment). After the laboratory tests have been conducted, the best performing mixes need to be tested on larger surfaces to understand and evaluate their performance under natural conditions of weathering, building loads etc. This phase will require collaborations with institutions that are dedicated to research and development in the field of earthen construction in India. Some of the institutions identified for this purpose include Auroville Earth Institute in Tamil Nadu and Indian Institute for Science in Karnataka.

L'inventaire de ce mémoire énumère 18 stabilisants naturels différents qui sont utilisés actuellement dans la région du Kerala. Les essais basiques en laboratoire ont été menés pour 8 de ces ingrédients afin de comprendre leur comportement face à l'abrasion et l'eau. Ces 18 ingrédients doivent être étudiés minutieusement en plusieurs doses pour de différents paramètres comme la maniabilité, l'efficacité, La compatibilité avec le support (perméabilité de vapeur, adhésion) et la durabilité (avec une exposition prolongée à l'environnement naturel). Une fois les essais en laboratoire terminés, les meilleurs mélanges doivent être étudiés sur de plus larges surfaces afin de comprendre et évaluer leurs performance en conditions naturelles d'intempéries, de charge de bâtiment, etc. Cette phase nécessitera des collaborations avec des institutions qui sont dédiées à la recherche et au développement dans le domaine de la construction en terre en Inde. Parmi les institutions identifiées à cette fin sont l'Auroville Earth Institute au Tamil Nadu et l'Indian Institute for Science au Karnataka.

Further documentation | Documentation supplémentaire

This research focused solely on the region of Kerala and the traditional stabilisers used in this region. The goal is to develop an exhaustive inventory of traditional stabilisers used in India. The vastness of the country accompanied by its differences in both physical and cultural context ensures a wide range of ingredients that vary from one region to another. This dissertation aims to provide as a reference to conduct similar studies in different parts of the country. This would require collaboration of other individuals, organisations, institutions who are already doing research on this topic in other parts of the country. One such organisation that has been identified is Thannal in Thiruanmalai, Tamil Nadu who also greatly helped in the formulation of this inventory.

Cette recherche a porté uniquement sur la région du Kerala et les stabilisants traditionnels utilisés dans cette région. L'objectif est de développer un inventaire exhaustif des stabilisants traditionnels utilisés en Inde. L'immensité du pays, ainsi que ses différences tant physiques que culturelles, garantit un large éventail d'ingrédients qui varient d'une région à l'autre. Ce mémoire vise à servir de référence pour mener des études similaires dans les différentes régions du pays. Cela nécessiterait la collaboration des autres personnes, organisations et institutions qui effectuent déjà des recherches sur ce sujet dans les autres régions du pays. Thannal à Thiruannamalai, au Tamil Nadu, a été identifiée comme telle. Elle a également largement contribué à la formulation de cet inventaire.

Revival of traditional recipes using natural stabilisers | Revalorisation des recettes traditionnelles avec des stabilisants naturels

Inventorying followed by the R&D phase are the first steps towards revival of the traditional stabilisers into mainstream construction. Taking the ingredients that have been listed in this inventory as an example, once further research has been carried out in a larger scale, it is then necessary to do a feasibility study comparing the use of these natural additives vs the use of industrial stabilisers such as cement etc. Feasibility in terms of cost, availability, preparation time, application time, maintenance requirements along with environmental impact have to be studied. It is to be noted that not all traditionally used natural additives are suitable for large scale production to cater to the construction needs of the future. For example the vegetal gel of *Kulamavu* used in Wayanad as a stabiliser cannot be found in large quantities as these trees are mainly found in the reserve forests of Wayanad. The government of India permits only the indigenous popu-

L'inventaire et la phase de recherche et développement par la suite comprennent les premiers pas vers la revalorisation des stabilisants traditionnels dans la construction conventionnelle. En prenant les ingrédients énumérés dans cet inventaire à titre d'exemple, une fois que des recherches supplémentaires ont été menées à plus grande échelle, il est alors nécessaire de réaliser une étude de faisabilité comparant l'utilisation de ces adjuvants naturels à l'utilisation des stabilisants industriels tels que le ciment, etc. Il faut étudier la faisabilité en termes de coût, de disponibilité, de temps de préparation, de temps d'application, de besoins d'entretien et d'impact sur l'environnement. Il est également à noter que pas tous les adjuvants naturels sont adaptés à la production à grande échelle pour répondre aux besoins de construction dans le futur. Par exemple, le gel végétal de *kulamavu* utilisé à Wayanad comme stabilisant n'est pas disponible en

lations of the region to utilise the forest produce to conserve the forest and ensure balanced use of forest resources. Hence the revival of these natural stabilisers will require careful analysis of the ecological, social, economic and cultural impact of using these ingredients in a larger scale. Revival of certain ingredients can be done easily through collaboration with the local commerce which can benefit the local economy. For example the mucal water from the *varaal* fish can be easily obtained from the fish farms in Kerala. Since fish forms an important diet in the region of Kerala there are many fish farms that cultivate fish for alimentary purposes. Another advantage in Kerala that could help promote the revival of natural stabilisers in construction is the gaining popularity of Ayurveda in healthcare. As most of the herbal ingredients used as a natural additive are also used for medicinal purposes, a possible collaboration with ayurvedic practitioners can be envisaged for supply of these ingredients.

In conclusion this research has opened up a wide range of possibilities for future research. It is the need of the hour to promote traditional practices and bring the natural stabilisers to the forefront. The success of this objective lies in the collaborative efforts towards bringing this know-how to one platform. The victory would

grande quantité car ces arbres poussent dans les réserves forestières de Wayanad. Le gouvernement indien autorise uniquement les populations autochtones de la région à utiliser les produits forestiers pour conserver la forêt et assurer une utilisation équilibrée des ressources forestières. La revalorisation de ces stabilisants naturels nécessitera donc une analyse minutieuse de l'impact écologique, social, économique et culturel de l'utilisation de ces ingrédients à plus grande échelle. La reviviscence de certains ingrédients peut se faire facilement grâce à une collaboration avec les commerçants locaux, ce qui peut profiter à l'économie locale. Par exemple, l'eau muqueuse du *varaal* peut être facilement obtenue dans les fermes piscicoles du Kerala. Étant donné que le poisson constitue un élément alimentaire important dans la région du Kerala, de nombreuses exploitations piscicoles cultivent le poisson à des fins alimentaires. Un autre avantage au Kerala qui pourrait aider à promouvoir le renouveau des stabilisants naturels dans la construction est la popularité croissante de l'Ayurveda dans le secteur de la santé. Comme la plupart des ingrédients à base de plantes utilisés comme adjuvants naturels sont également utilisés à des fins médicinales, une collaboration possible avec des praticiens ayurvédiques peut être envisagée pour la fourniture de ces ingrédients.

be to engage all practitioners in the field to encourage more of such building practices. Thus increasing the demand for the resources and skill which will make these applications feasible and economically viable. A combination of natural stabilisers and mud can be the driver for a positive change in the construction industry.

En conclusion, cette recherche a ouvert un large éventail de possibilités de futures recherches. Il est impératif de promouvoir les pratiques traditionnelles et de mettre les stabilisants naturels au premier plan. Le succès de cet objectif dépend des efforts de collaboration pour amener ce savoir-faire sur une plate-forme unique. La victoire nécessite d'engager tous les praticiens sur le terrain pour encourager d'avantage de telles pratiques de construction. L'augmentation de la demande de ressources et de compétences rendra ces applications réalisables et économiquement viables. Une alliance de stabilisants naturels et de terre peut être le moteur d'un changement positif dans l'industrie de la construction.



Annexures | Tables des annexes

Annexure I

Doctoral Research
Laetitia Fontaine & Romain Anger
Questionnaire

« Recipes » - Organic and inorganic additives to earth material

(1 form for 1 product)

Name

1- Context

- I did myself...
- I saw somebody doing...
- I heard an account of somebody who did...
- I heard an account of somebody who saw somebody doing...
 - ...the preparation
 - ...the mixing
 - ...the application
- I read...

References of the documents:

2- Location

2.1- Country

2.2- Locality (as precise as possible)

3- Names (local, customary, scientific, etc.)

4- Origin of the additive (vegetal / animal / mineral, which tree, which plant, which animal, etc.)

5- Description of the additive as complete and precise as possible

6- Description of the earthen material

7- Construction technique (render, plaster, rammed earth, wattle and daub, cob, adobe, CEB, etc.)

8- If plaster or render, description of the support material

9- Recipe(s)

9.1- Preparation of the additive

9.2- Other(s) complementary additive(s)

9.3- Mixing

9.4- Application

10- Description of obtained product

11- Interaction (supposed or confirmed) between the additive and earthen material

12- Expected properties

13- Obtained properties

14- Do you have samples? If yes, where?

15- Do you have documents? If yes, references?

16- Do you have photos?

Annexure II

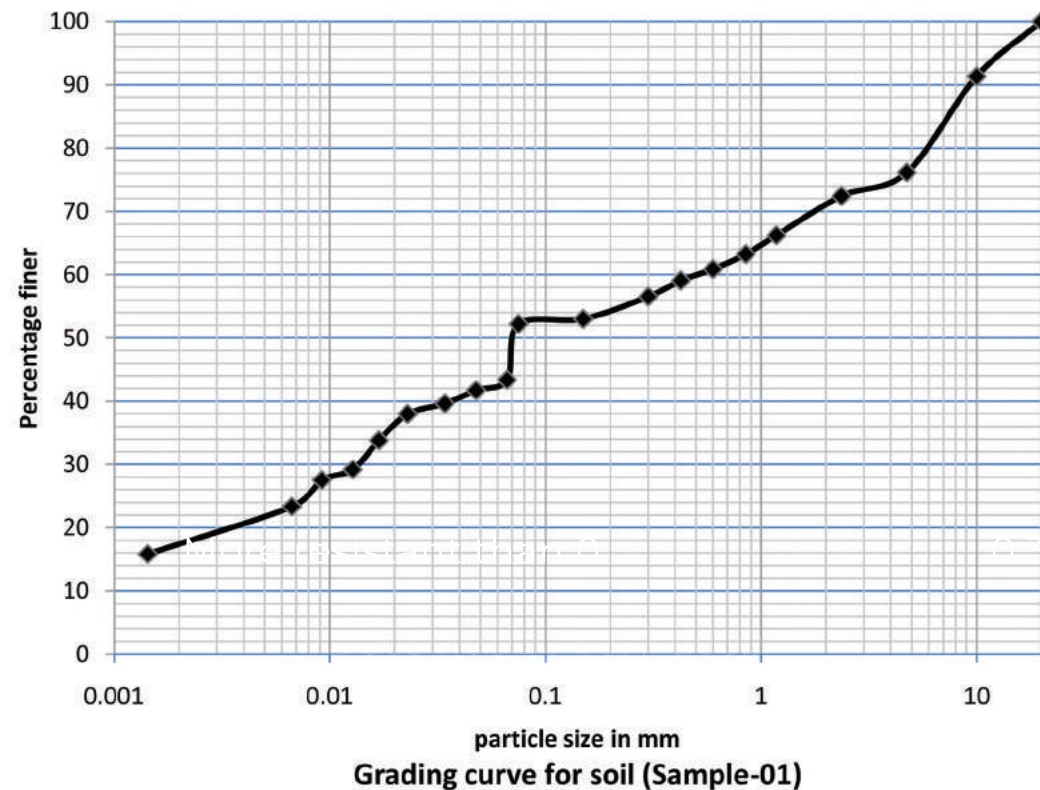
SOIL TEST REPORT

The following laboratory tests were conducted on the selected samples as relevant IS codes.

1) Grain Size Analysis (wet Sieve Analysis) (IS:2720 part 4)

Sample No.	Description of soil	Grain size distribution % finer										
		0.002mm	0.010mm	0.050mm	0.075mm	0.150mm	0.300mm	0.425mm	0.600mm	1.180mm	2.360mm	4.750mm
01	Clayey Gravelly sandy silt	18.0	28.0	42.0	52.17	53.0	56.54	59.03	60.86	66.2	72.4	76.14

2) Hydrometer Analysis (IS: 2720 Part 4)



Annexure III

DRIP TEST

Sl. No	Sample name	Sample No	Dry weight / kg	Time interval / min	Wet weight +Stand/ Kg	Wet weight / kg	Hole size		Observations
							Dia/ mm	Depth/ mm	
1	Pure sample	0	0.345	10	Nil	0.249	30	10	Surface started eroding @ 0-5 min Started deforming prominently on edges and the edge slipped @ 9 min
				30	Nil	Sample didn't exist	Nil	Nil	
2	Kadukkai water -1%	1A	0.358	10	0.674	0.362	Nil	Nil	Surface started eroding @ 0-1 min A bit of edge bulged and slipped @ 10 min Through hole formed @ 16min
				17	0.626	0.314	D1 - 25, D2 - 40	20	Edge slipped further and the drop was not touching the sample @ 17min
3	Kadukkai water -5%	1B	0.36	10	0.687	0.375	Nil	Nil	No major surface erosion @ 0-5 min A bit of edge slipped and the hole is forming @ 10- 15min Hole becoming deeper

				30	0.691	0.379	D1 - 30, D2 - 20	16	and is almost through @20 - 30 min
4	Kadukkai water - 10%	1C	0.362	10	0.694	0.382	18	2	Mild surface erosion seen @ 0 -3 min Shallow hole forming @ 10 -13 min Edge sagged and slipped as a lump @ 16 min
				30	0.695	0.383	D1 - 18, D2 - 25	8	Hole getting deeper and water started collecting @ 27 min
5	Varaal vellam - 1%	2A	0.366	10	0.697	0.385	Nil	Nil	Started giving mark on the surface @ 0-5 Min Edge is swollen and sagging @ 18 min Hole became deeper enough to hold water and edge started drifting mildly @ 20 - 30 min
				30	0.712	0.4	D1 - 15, D2 - 26	11	
6	Varaal vellam - 5%	2B	0.366	10	0.701	0.389	8	7	Trace marked to hole @ 3-4 min Hole getting deeper only where the water drips @ 5-9 min Hole becomes deeper

				30	0.721	0.409	D1 - 33, D2 - 25	18	and a mild sagging in the edge @ 18- 30 min
7	Varaal vellam - 10%	2C	0.364	10	0.697	0.385	Nil	Nil	No prominent change in the depression@ 5-10 min Hole formed and becoming bigger @ 15 min Edge swollen and slipped a bit @ 21 min
				30	0.708	0.396			
8	Jaggery - 1%	3A	0.368	10	0.702	0.39	12	8	Immediate erosion of the surface Hole seen in 2 mins and becomes wider and deeper @ 5 min Getting deeper @ 14 min Edge started bulging @ 20 min Through hole @ 25 min
				30	0.719	0.407	16	23	
9	Jaggery - 5%	3B	0.376	10	0.698	0.386	18	10	Immediate erosion of the surface Hole seen in 2 mins and becomes wider and deeper @ 5 min Getting deeper and

				30	0.688	0.376	2.5	20	edge slipped @ 14 min Edge started bulging and started deforming @ 20 min Through hole @ 23 min
10	Jaggery - 10%	3C	0.364	10	0.694	0.382	Nil	Nil	No major erosion of the surface A small spot is seen where the water drips The whole sample is bulged and the surface is moist
				30	0.71	0.398	Nil	Nil	
11	Ooyal valli - 1%	4A	0.346	10	0.687	0.375	17	20	Surface eroded immediately and prominent mark seen @ 2-4 min Almost through hole @ 7 min Sharp hole continues but the edge seems to be less sagging @ 15 min Hole is widening with a bit of the edge slipped @ 20 min
				30	0.709	0.397	25	20	
12	Ooyal valli - 5%	4B	0.346	10	0.686	0.368	18	20	Surface eroded immediately and prominent mark seen @ 2-4 min Through hole @ 8 min Sharp hole continues

				30	0.71	0.392	30	20	but the edge seems to be less sagging @ 20 min Hole is widening with a mild sagging of the edge @ 30 min
13	Ooyal valli - 10%	4C	0.349	10	0.689	0.38	20	16	Surface eroded immediately and prominent mark seen @ 2-4 min Mild sagging at the base @ 15 min
				30	0.713	0.404	30	22	Sharp hole continues but the edge seems to be less sagging @ 20 min Hole is widening with a mild sagging of the edge @ 30 min
14	Panchik aya - 5%	5B	0.365	10	0.71	0.398	Nil	Nil	No major surface erosion @ 0-5 min Erosion only where the water drips and a sharp hole is seen @ 13 min
				30	0.716	0.404	D1 - 8, D2 - 20	13	Hole getting deeper @ 18 min Edge sagging @ 23 min
15	Kanji vellam - 5%	6B	0.372	10	0.713	0.401	7	1.5	Small hole where the water drips @ 10 min Hole becoming prominent and deeper @ 13 min Edge started sagging

				30	0.721	0.409	D1 - 25, D2 - 32	15	and mud from the hole splashes in lumps @ 18 min Mud getting collected around the hole @ 25 min
16	Kulamava - 1%	7A	0.37	10	0.705	0.396	D1 - 15, D2 - 20	10	Water mark prominently seen @ 1.5 min Hole becoming prominent and deeper @ 5 min
				30	0.729	0.42	26	20	Edge started sagging and almost through hole @ 18 min Edge swollen and little more sagging @ 30 min
17	Kulamava - 5%	7B	0.346	10	0.689	0.371	20	20	Water mark prominently seen @ 1.5 min Almost through hole @ 7 min Edge swollen but not sagged @ 10 min
				30	0.719	0.401	32	20	Edge sagging and cracking @ 20 min Bulging where the water drips
18	Kulamava - 10%	7C	0.351	10	0.674	0.365	23	20	Water mark prominently seen @ 1.5 min Almost through hole @ 10 min Edge swollen but not

				30	0.715	0.406	30	20	sagged @ 10 min Edge sagging a little @ 18 min Hole widened @ 30 min
19	Kaduka - 5 days	1B/5	0.375	10	0.694	0.385	15	4	Water mark with slight erosion prominently seen @ 1 min Hole of 2 mm formed @ 4 min Bottom edge soft and begins eroding(becoz Rosie touched it) @ 7 min
				30	0.704	0.395	D1 - 18 D2 - 25	11	Mud loose around the hole - 2 concentric circles Bottom edge center - falling apart @ 20 min, edges intact
20	Varaal - 5 days	2B/5	0.371	10	0.71	0.401	D1 - 20 D2 - 25	10	Water mark prominently seen @ 2 min Muddy water starts dripping @ 3 min 2mm hole @ 5 mm
				30	0.725	0.416	D1 - 20 D2 - 25	19	Center of the bottom edge begins swelling Hole getting deeper and bigger @ 9 min Hole elongated 10-15 mins (no concentric erosion) Bottom edge stretch marks @ 15 min Sharp hole, no displacement around it

21	Jaggery - 5 days	3B/5	0.367	10	0.689	0.38	D - 18	7	Water mark prominently seen @ 4 min Slightly muddy water starts dripping @ 3 min Hole deeper @ 6 min Bottom edge remains firm 0-15 min Hole grows deeper not wider Hole has not grown in size, only in depth
				30	0.699	0.39	D1 - 21 D2 - 18	15	
22	Panachi - 5 days	5B/5	0.379	10	0.721	0.412	D - 15	1.5	Water mark prominently seen @ 4 min Mark widens, doesn't grow deeper 0-10 min Clear water, not muddy Mark getting deeper @ 10 min No displacement/erosion around hole Stretch marks @ bottom edge @ 20 min Hole goes almost through the sample @ 30 min
				30	0.734	0.425	D1 - 20 D2 - 27	18	
23	Kanji vellam - 5 days	6B/5	0.383	10	0.72	0.411	D - 18	15	Water mark prominently seen @ 1 min Hole size increasing in size 0-5 min Hole half way through @ 6 min

24	Thali coating - 3 days	8A	0.351	10	0.692	0.383	-	-	Center of bottom edge disintegrating @ 2 mins Bottom edge fell @ 3 min Further disintegration @ 12 min Mark at center @ 17 min Hole in the center - elongated and growing 20-25 min
				30	0.697	0.388	D1 - 21 D2 - 28	18	
25	Thali coating - 5 days	8B	0.321	10	0.642	0.333	D1 - 15 D2 - 10	6	Water mark prominently seen @ 4 min 2mm hole @ 6 min Muddy water dripping down 10-15 min Edges are firm, not disintegrated yet Hole drop shape, not circle @ 15 min Bottom edge slightly swollen @ 20 min Hole intact, not grown from 15 min
				30	0.654	0.345	D1 - 20 D2 - 12	13	

Annexure IV

METAL BRUSH TEST

Metal brush with weight = 3.173 Kgs
Cycles = 10

S.No	Sample	Dry weight / kg (Before)	Dry weight / kg (After)	Observations
1	0	0.34	0.325	
2	0V	0.373	0.363	A little harder than sun dried
3	1A	0.358	0.354	More resistant than 0 Does not go very deep
4	1B	0.363	0.361	Quite hardy, only surface is coming out
5	1C	0.356	0.355	C is very resistant Only a little powdery happened
6	1B/5	0.381	0.374	Once scraped a lot more went from the same side
7	2A	0.376	0.363	Did not show much resistance Just slightly lesser than 0
8	2B	0.358	0.344	No major resistance
9	2C	0.376	0.365	Better than 2A and 2B but no major resistance

10	2B/5	0.379	0.366	No major resistance
11	3A	0.359	0.352	Showed little resistance in the beginning but after first scrape, started coming off
12	3B	0.391	0.39	Very resistant, only powdering
13	3C	0.365	0.364	Similar to 3B, only powdering
14	3B/5	0.378	0.377	Loss near the cracks, otherwise super performance Close to no loss
15	4A	0.343	0.328	No major resistance Started to come away easily
16	4B	0.347	0.335	Better than 4A but still came off
17	4C	0.338	0.323	Eroded quite a lot Not better than 4B though first few scrapes showed better resistance
18	4B/5	0.355	0.346	Shows better result than 4C, similar to 4B
19	5B	0.373	0.367	Edge came away but quite resistant in centre Not very deep
20	5B/5	0.378	0.368	Did not perform as well as 5B Chipped away but still not too deep

21	6B	0.372	0.367	Initial resistance was good, not very deep-quite resistant
22	6B/5	0.389	0.379	Initial resistance is good but once chipped, layers kept coming off
23	7A	0.36	0.352	Uniformly scrapped off Initial resistance
24	7B	0.35	0.341	Not very resistant There is a deeper erosion but not as deep as 0
25	7C	0.357	0.348	Better than 7A and 7B Deep only in corners, not deep in middle
26	7B/5	0.361	0.351	Not too much chipping Top edge deeper vs bottom edge Medium resistance and erosion.
27	8A	0.336	0.332	Erosion is minimum Uniform only about 1 / 1.5 mm below Quite resistant
28	8B	0.345	0.34	Good resistance Scratch uniform but not deep - 1mm or lesser

Annexure V

SPONGE TEST					
S.No	Sample	Dry weight / kg (Sponge + Cap)	Pi	Pf	Observations
1	0	0.018	0.025	0.02	The watermark came beyond the cap Ø 6.5 to 7cm
2	0V	0.018	0.025	0.021	Ø 6 cm water mark
3	1A	0.018	0.025	0.021	Ø 6 cm water mark
4	1B	0.018	0.025	0.022	Ø 5.8 cm Showed thin wet layer on removal (wasn't fully absorbed)
5	1C	0.018	0.025	0.022	Ø 6 cm Showed thin wet layer on removal (wasn't fully absorbed)
6	1B/5	0.018	0.025	0.022	Ø 6 cm
7	8A	0.018	0.025	0.021	Ø 6 cm Dried before all of the above Wet layer seen again
8	8B	0.018	0.025	0.023	Ø 5.5 cm Dried before all of the above Wet layer seen again
9	2A	0.018	0.025	0.022	Ø 6 cm
10	2B	0.018	0.025	0.021	Ø 5.8 cm
11	2C	0.018	0.025	0.02	Ø 6.2 cm
12	2B/ 5	0.017	0.025	0.02	Ø 6.0 cm
13	3A	0.018	0.025	0.02	Ø 6.5 cm Almost perfect circle

14	3B	0.018	0.025	0.021	Ø 5.9 cm A film seen on surface
15	3C	0.018	0.025	0.02	Ø 6 cm Almost perfect 0 Film seen as well
16	3B/ 5	0.018	0.025	0.023	Different colour seen on edge of circle Ø 6 cm
17	4A	0.018	0.025	0.019	Ø 6.5 cm
18	4B	0.018	0.025	0.019	Ø 6.7 cm
19	4C	0.018	0.025	0.018	Ø 6.5 cm
20	4B/ 5	0.018	0.025	0.019	Ø 6.5 cm
21	7A	0.018	0.025	0.02	Ø 6.3 cm
22	7B	0.018	0.025	0.02	Ø 6.3 cm
23	7C	0.018	0.025	0.02	Ø 6 cm
24	7B/ 5	0.018	0.025	0.021	Ø 6.4 cm
25	6B	0.018	0.025	0.021	Ø 6.2 cm
26	6B/ 5	0.018	0.025	0.02	Ø 6.5 cm
27	5B	0.018	0.025	0.02	Ø 6.4 cm
28	5B/ 5	0.018	0.025	0.018	Ø 6.5 cm

Annexure VI

Climatic Data of Kerala - May 28th to June 14th

Date	Temperature Avg. HI/ LO	Humidity	Precipitation
28th May	32°/25°	93%	16 MM
29th May	32°/25°	88%	21 MM
30th May	31°/25°	89%	7 MM
31st May	31°/25°	79%	0 MM
1st June	31°/25°	81%	0 MM
2nd June	31°/25°	88%	12 MM
3rd June	31°/25°	90%	38 MM
4th June	31°/25°	87%	27 MM
5th June	31°/25°	91%	1 MM
6th June	31°/24°	86%	23 MM
7th June	31°/24°	94%	39 MM
8th June	31°/24°	72%	28 MM
9th June	30°/24°	86%	0 MM
10th June	30°/24°	88%	53 MM
11th June	30°/24°	90%	32 MM
12th June	30°/24°	87%	16 MM
13th June	30°/24°	89%	36 MM
14th June	30°/24°	93%	15 MM

Bibliography | Bibliographie

Books | Ouvrages

Acharya, Prasanna Kumar. *A Dictionary of Hindu Architecture*. London: Oxford University Press, 1934.

Government of India, Ministry of Statistics and Programme Implementation, «Housing» in *Statistical Year Book India*, 2011, New Delhi: Ministry of Statistics and Programme Implementation, 2011.

Government of Kerala, Department of Environment and Climate Change, *Kerala State Action Plan on Climate Change*, 2014.

Franke, Richards W. and Barbara H. Chasin. *Kerala : Radical Reform as Development in an Indian State. 2nd Edition*. California : The Institute for Food and Development Policy, 1994.

Houben, Hugo and Hubert Guillaud. *Earth Construction: A Comprehensive Guide*. Warwickshire: Practical Action Publishing, 2008.

Weismann, Adam and Katy Bryce. *Clay & Lime Renders, Plasters and Paints: A How-to-guide to Using Natural Finishes*. Totnes: Green Books, 2015.

Henry, Michael and Tina Therrien. *Essential Natural Plasters: A Guide to Materials, Recipes, and Use*. Gabriola Island, BC: New Society Publishers, 2018.

Racusin, Jacob Deva and Ace McArleton. *The Natural Building Companion: A Comprehensive Guide to Integrative Design and Construction*. White River Junction Vermont: Chelsea Green Publishing, 2012.

Vissac, Aurélie, Ann Bourguès, David Gandreau, Romain Anger, and Laetitia Fontaine. *Argiles & Biopolymères: Les Stabilisants Naturels Pour La Construction En Terre*. Villefontaine: CRAterre Éditions, 2017.

The Useful Plants of India. New Delhi: National Institute of Science Communication, Council of Scientific & Industrial Research, 2000.

Marie Milesi, Johannes Riesterer, and Jean-Jacques Raynal, *Les Sols En Terre: Manuel Dautoconstruction* (Mens: Terre Vivante, 2012).

Magazine | Magazine

Splendours of Water Architecture The Stepwells of Rajasthan. " *Power of Creativity for Sustainable Development*, Dec. 2009, 18-27.

Journals | Revues

Gupta, Vinod. "Natural Cooling Systems of Jaisalmer." *Architectural Science Review* 28, no. 3 (1985).

A., Madhumathi. "Sustainability of traditional rural mud houses in tamilnadu, India: An analysis related to thermal comfort." *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology* 1, no. 5 (2014).

Magni, Giorgia. "Indigenous knowledge and implications for the sustainable development agenda." Paper commissioned for the *Global Education Monitoring Report 2016, Education for people and planet: Creating sustainable futures for all* (2016).

UNESCO, Intangible Cultural Heritage, *Identifying and Inventorying Intangible Cultural Heritage*, 2011.

Sankhe, Shirish. "India's urban awakening: Building inclusive cities, sustaining economic growth." *McKinsey & Company* (2010).

United Nations, Department of Economic and Social Affairs (DESA), *The Sustainable Development Goals Report*, 2016, New York: United Nations Publications, 2016.

Imam, Bulu. "Comparative Traditions in village Painting and Prehistoric Rock Art of Jharkhand." *XXIV Valcamonica Symposium* (2011).

P., Thirumalini. "Study on the performance enhancement of lime mortar used in ancient temples and monuments in India." *Indian Journal of Science and Technology* 4, no. 11 (2011).

Bapat, Jd & S Sabnis, S & V Joshi, S & Hazaree, Chetan. "HISTORY OF CEMENT AND CONCRETE IN INDIA – A PARADIGM SHIFT." (2007).

Gupta, Natalie. «A Story of (Foretold) Decline: Artisan Labour in India,» *SSRN Electronic Journal*." (2011).

B. Baiche et al. "Attitudes towards earth construction in the developing world: a case study from Zambia." *Construction in developing World Countries International Symposium*, (2008).

Véron, René. "The "New" Kerala Model: Lessons for Sustainable Development." *World Development* 29, no. 4 (2001).

Spudich, Annamma, and Indudharan Menon. «The Ashtavaidya Physicians of Kerala: A Tradition in Transition.» *Journal of Ayurveda and Integrative Medicine* 1, no. 4 (2010).

Nayar, T.S., S. Binu, and P.Pushpangadan. "Uses of Plants and Plant Products in Traditional Indian Mural Paintings." *Economic Botany* 53(1) (1999).

Khan, Aurangzeb and Carsten Lemmen, "Bricks and urbanism in the Indus Civilization." *PLOS* 1, (2014).

A.S, Dili, M.A. Naseer and T. Zacharia Varghese. "Passive environment control system of Kerala vernacular residential architecture for a comfortable indoor environment: A qualitative and quantitative analyses." *Energy and Buildings* 42 (2010).

Prabhu, P. Vijay et al. "Experimental study on Mortar using Natural Admixtures." *International Journal of Scientific & Engineering Research* 7, no. 5 (2016).

R., Emayan and Abdul Rahuman S. "Study on the compressive Strength of Lime Mortar Using Admixtures." *International Journal of Innovative Research in Engineering & Management* 3, no. 1 (2015).

Vissac, Aurélie, Laetitia Fontaine and Romain Anger. "Recettes traditionnelles & Classification des stabilisants d'origine animale ou végétale." *PaTerre+Interactions argiles/biopolymères: Patrimoine architectural en Terre et stabilisants naturels d'origine animale et végétale* 09/2011-09/2013.

Mustafa, Annasari, Aris Widodo M. and Yohanes Kristianto. "Albumin and Zinc content of Snakehead Fish (*Channa striata*) Extract and Its Role in Health." *IEESE International Journal of Science and Technology(IJSTE)* 1, no. 2 (2012).

R., Ravi, Rajesh M. and Thirumalini S., "Mechanical and physical properties of natural additive dispersed lime." *Journal of Building Engineering* 15 (2018).

P. V., Mini. "Preparation techniques of pigments for traditional mural paintings of Kerala." *Indian Journal of Traditional Knowledge* 9, no.4 (2010).

M.R., Yogananda and Jagadish K.S, "Pozzolanic properties of rice husk ash, burnt clay

and red mud," *Building and Environment* 23, no. 4 (1988).

Rainer, Leslie, Angelyn Bass Rivera and David Gandreau. "Terra 2008: Proceedings of the 10th International Conference on the Study and Conservation of Earthen Architectural Heritage." (Los Angeles: Getty Conservation Institute/Getty Publication, 2011).

Ali, Mohammed and Mohammed Bahobail, "The mud additives and their effect on thermal conductivity of adobe bricks." *Journal of Engineering Science - Faculty of Engineering - Assuit University* (2011).

Dissertation | Mémoire

Gini Gopinath, "TRANSFORMATION OF TRADITIONAL TO CONTEMPORARY RESIDENTIAL ARCHITECTURE OF KERALA" M.ARCH diss., *Indian Institute of Technology Roorkee*, Roorkee, 2014.

Lydie Didier-Feltgen, "Les enduits en terre Synthèse et transmission des savoir-faire dans le cadre du programme européen Leonardo da Vinci " mémoire DSA, école d'architecture de grenoble, 2005,43.

Thesis | Thèse

Pradheeps M. "Studies on biocultural heritage diversity and bioresources for conservation and sustainability in Wayanad region Kerala" Thesis, Pondicherry University, 2014, <http://shodhganga.inflibnet.ac.in/handle/10603/195354>.

George T. Abraham, "Studies on secondary metabolites of a few plants in Malabar" Thesis, University of Calicut, 2008, <http://shodhganga.inflibnet.ac.in/handle/10603/3904>.

Internet | Internet

Archinomy. <http://www.archinomy.com/case-studies/691/vernacular-architecture-of-gondia-maharashtra-india>. (accessed June 04, 2018).

Aaobihar. <http://blog.aaobihar.com/the-story-of-mud-houses-of-bihar/> . (accessed June 04, 2018).

Friedman, Uri. *The Atlantic*. <https://www.theatlantic.com/international/archive/2014/06/70-percent-of-india-has-yet-to-be-built/373656/> .(accessed May 28, 2018).

Kumar, Santosh. *Speaking Tree*. <https://www.speakingtree.in/allslides/why-gobar-cow-dung-is-applied-on-walls-and-floors-of-india>. (accessed June 22, 2018).

Saxena, Shalini. *Passion connect*. <http://passionconnect.in/articleview/articleid/Warli-Paintings-An-Ancient-Indian-Folk-Art>. (accessed June 22, 2018).

Ganapathy, Deepti. *WACC*. <http://waccglobal.org/articles/preserving-india-s-palm-leaf-manuscripts-for-the-future>. (accessed July 2, 2018).

M.S., Zami et al. *Fraunhofer*. https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC24665.pdf. (accessed July 3, 2018).

Government of India, Ministry of Environment, Forests & Climate Change, “Land”, *ENVIS Centre: Kerala State of Environment and Related Issues*, April 19, 2018, http://www.kerenvis.nic.in/Database/Land_817.aspx. (Accessed July 28, 2018)

Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_Kerala. (accessed July 23, 2018).

Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Sangam_period. (accessed July 23, 2018).

Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Silk_Road#Cultural_exchanges. (accessed July 23, 2018).

Wikipedia, The Free Encyclopedia. https://en.wikipedia.org/wiki/Kerala_model. (accessed July 24, 2018).

Shah, Apoorva. *Times of India*. <https://timesofindia.indiatimes.com/edit-page/Ending-The-Kerala-Model/articleshow/6810729.cms>. (accessed July 26, 2018).

Sustainability Outlook. <http://www.sustainabilityoutlook.in/news/%E2%80%99-haritha%E2%80%99-kerala-mission-state%E2%80%99s-comprehensive-%E2%80%99-green-initiative%E2%80%99-be-launched-today-758049>. (accessed July 24, 2018).

Mckenna, John. *The Print*. <https://theprint.in/governance/keralas-fishermen-are-making-roads-out-of-plastic-collected-on-sea/76815/>. (accessed July 26, 2018).

Cochin International Airport Limited. http://cial.aero/Pressroom/newsdetails.aspx?news_id=360. (accessed July 25, 2018).

Singh, Swati. *Indian Heritage Sites*. [Bibliography](https://indiaheritagesites.wordpress.com/2014/06/19/pad-</p>
</div>
<div data-bbox=)

manabhapuram-palace-an-ancient-architectural-magic-of-south-india/future.(accessed July 6, 2018).

Prakash, Asha. *The Times of India*. <https://timesofindia.indiatimes.com/city/kochi/Extraordinary-renovation-effort-wins-UNESCO-award-for-Vadakkumnathan-Temple/articleshow/48974572.cms>.(accessed July 6, 2018).

Intangible cultural heritage, UNESCO. <https://ich.unesco.org/en/oral-traditions-and-expressions-00053>. (accessed July 6, 2018).

Online Manual for the Forest Tree Seeds of Kerala. <https://treeseeds.kau.edu/index.php?a=view&recid=155>.(accessed May 19, 2018).

Fishes in India. <http://www.fishesinindia.com/kerala-fresh-water-fishes-01>. (accessed May 21, 2018).

Yatramantra. <https://www.yatramantra.com/kerala/tourist-place/pothundi-dam/>. (accessed May 19, 2018).

Jain, Meeta. *Vedic Gift shop*. <http://www.vedicgiftshop.com/cow-products/panchagavya-uses-benefits-preparation/>. (accessed May 19, 2018).

Wikipedia, The Free Encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/wiki/Gomutra>. (accessed May 19, 2018).

Tendolkar, Anushree, Musharaff Hebballi and Biju Bhaskar. *Thannal*. <http://thannal.com/devans-earthen-plaster-using-lime-husk-cow-urine/>. (accessed May 19, 2018).

ROSIE PAUL

Mémoire du diplôme de spécialisation et d'approfondissement
Architecture de terre - Mention patrimoine DSA Terre 2016-2018