



**HAL**  
open science

# Réflexions sur la production d'habitats éco-responsables à la Réunion

Valérie Oulia

► **To cite this version:**

Valérie Oulia. Réflexions sur la production d'habitats éco-responsables à la Réunion. Sciences de l'Homme et Société. 2014. dumas-03035768

**HAL Id: dumas-03035768**

**<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03035768>**

Submitted on 2 Dec 2020

**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  
Mémoire du  
Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement – Architecture de Terre  
Mention Patrimoine  
DSA-Terre 2012 - 2014

# RÉFLEXIONS SUR LA PRODUCTION D'HABITATS ÉCO-RESPONSABLES À LA RÉUNION

Valérie OULIA, Architecte DE  
Septembre 2014



**Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement – Architecture de Terre  
Mention Patrimoine  
DSA-Terre 2012-2014**

**Mémoire de DSA**

# **RÉFLEXIONS SUR LA PRODUCTION D'HABITATS ÉCO-RESPONSABLES À LA RÉUNION**

Valérie OULIA  
Architecte Diplômée d'État, France

Soutenance : Grenoble, 26 septembre 2014

## **Jury**

Directeur d'études :

Olivier Moles, T.S. génie civil, CEAA-Terre, chargé de recherche, CRAterre-ENSAG

Enseignants à l'ENSAG et équipe pédagogique du DSA-Terre:

Thierry Joffroy, Architecte, CEAA-Terre, chercheur à l'ENSAG

Olivier Moles, T.S. génie civil, CEAA-Terre, chargé de recherche, CRAterre-ENSAG

Christian Belinga, Architecte, DPEA - Terre

Éric Ruiz, Architecte-urbaniste,

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



## Remerciements

Je tiens à remercier....

À Madagascar,

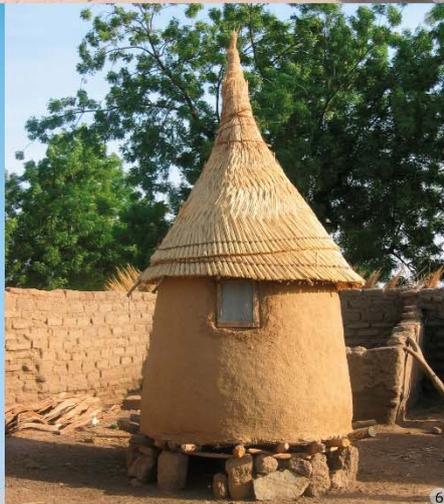
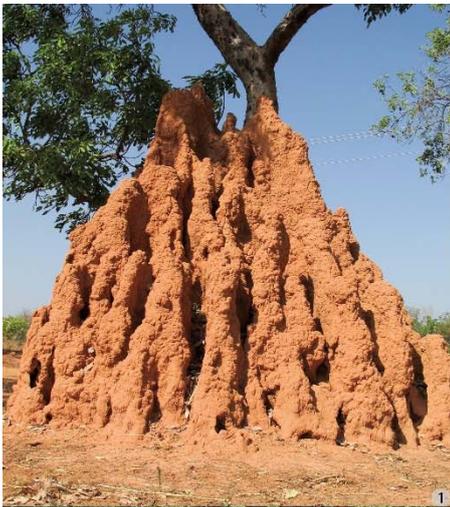
M. Dominique chef du village, pour sa disponibilité et sa traduction lors des entretiens durant mon séjour.  
Toute l'équipe enseignante de l'école Tsaravoy pour leur enthousiasme, leur soutien et leur participation.  
Tous les villageois qui ont répondu aux questions et m'ont ouvert leurs maisons.  
M. Ravelojoana Maxime de Médima Madagascar et son équipe.

À La Réunion

Toutes les personnes qui ont participé à cette étude, pour leur patience et disponibilité ; Les artisans, pour avoir partagé leurs connaissances et leur savoir.  
Ma famille et mes amis pour leur aide et soutien indéfectibles.

En France

Mme Dominique-Cécile Varnat de la Fondation Abbé Pierre, pour la confiance accordée pendant ces missions.  
Toute l'équipe d'enseignants du CRAterre, passionnés et passionnants.  
Olivier Moles pour son soutien et ses précieux conseils tout au long de cette année.



## Avant-propos

Une question centrale a guidé mon cursus, mes expériences professionnelles puis mes pas vers le diplôme de spécialisation en Architecture de Terre:

Comment rendre accessible à tous la qualité architecturale ?

À l'ère du changement climatique, la problématique de l'accès à un logement de qualité pour tous, pour les îles de l'océan Indien, est un enjeu sociétal majeur sur des îles isolées au territoire limité, avec toutes les questions inhérentes que cela engendre sur la maîtrise des coûts, la facilité de mise en œuvre, la simplicité et la reproductibilité des concepts, la résistance aux aléas naturels et le confort thermique de la construction et leurs impacts sur l'environnement.

La question de l'accessibilité de l'habitat économique et de l'utilisation des ressources locales sont des sujets que je souhaitais approfondir à la Réunion et dans la zone Océan Indien.

Le point de départ...

2003, la visite et l'étude du projet d'habitat social à Mayotte, en deuxième année de Licence, géré par la SIM en partenariat avec le CRAterre éveille mon intérêt sur la démarche du projet, basée sur les potentiels d'un matériau utilisé localement - la terre crue - et qui lie le développement d'une filière économique et la production d'habitat.

En 2006, transfert à l'ENSA de Grenoble accepté, j'ai suivi les enseignements du Master Architecture et Cultures Constructives. L'approche pédagogique du "projet" allie une réflexion sur l'habitat écoresponsable à l'expérimentation de la matière (bois, pierre, acier, terre, composite), me permettant ainsi de passer de "l'idée et du crayon" à une démarche éthique active, méthodologique et constructive.

1. Termitière
2. Femmes portant des adobes, Burkina Faso
- 3 Toguna, Burkina Faso
4. Moulage d'une adobe
5. Mosquée de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso
6. Grenier à céréales, Burkina Faso
7. Maison en bauge, Madagascar
8. Maison à Djénné, Mali
9. Vue sur Tiréli, Pays Dogon, Mali

2008, année du projet de fin d'études (PFE), la "concrétisation et consécration " de ces années d'enseignements m'ont amené à élaborer un PFE mention recherche sur le thème du logement collectif à La Réunion. Le projet proposait une réflexion sur le logement collectif, intégrant une réinterprétation des modes d'habiter traditionnels créoles, et se nourrissant d'une étude exploratoire sur le calumet, bambou endémique de la Réunion, matériau local encore mis en œuvre par un seul artisan sur toute l'île.

2009-2011, diplôme en poche, c'est au Burkina Faso que l'opportunité de mettre en pratique mes acquis s'est présentée. En charge de l'association franco-burkinabé La Voûte Nubienne, pendant 2 années, j'ai vécu dans une maison en terre crue, participé à la sensibilisation et à la formation des populations, des futurs maçons à la construction de maisons de terre crue. Durant 2 ans, j'ai "baigné" dans un environnement modelé à partir de la terre.

Déjà conquise par ce matériau et les potentiels multiples des techniques constructives qu'il offre, de retour de mon expérience burkinabé, il m'a semblé indispensable de suivre le DSA Architecture de Terre. À la fois, pour mieux comprendre le matériau et la matière " terre" et savoir l'utiliser au mieux, mais aussi pour les méthodologies, les outils et l'expertise développés par le CRAterre, qui servent l'approche écoresponsable des projets d'habitats économiques, et qui ont participé à la revalorisation des techniques constructives en terre crue, et plus largement des Cultures Constructives locales, à l'échelle nationale et mondiale.

Ce travail sera orienté suivant trois facteurs clés qui ressortent des enseignements suivis et de mes expériences, et qui permettent la mise en œuvre et la viabilité d'un projet dans une logique d'habitat écoresponsable, qui privilégie les ressources locales :

- la prise en compte du contexte socio-culturel, socio-économique et socio-environnemental à toutes les phases du projet,
- la volonté affirmée des acteurs (politiques, professionnels, usagers) pour s'engager et organiser le développement d'une stratégie globale et cohérente,
- la sensibilisation de l'ensemble de la population à l'habitat écoresponsable.

Selon la définition de l'habitat éco-responsable proposée par l'architecte et journaliste Dominique Gauzin-Müller, spécialiste des questions d'architecture écologique (Gauzin-Müller, 2008) :  
*« L'habitat éco-responsable est fondé sur un équilibre entre l'homme et son environnement, entre la tradition et la modernité, entre le low-tech et le high-tech. La démarche qui y mène n'est pas une nouvelle contrainte ajoutée à beaucoup d'autres, mais un état d'esprit qui recentre les champs du possible, dans un souci de sobriété. Elle fait appel à la créativité et à la mise en commun des compétences dans un esprit d'ouverture. Les principes fondamentaux qui nous permettent de construire un habitat éco-responsable sont tous d'une grande simplicité et pour la plupart connus depuis longtemps. »*

Aujourd'hui, ce travail développé dans le cadre du DSA-Terre, se veut être un « guide », me donnant l'opportunité d'approfondir les questionnements liés aux enjeux de la production d'habitat économique et durable en privilégiant les matériaux et savoir-faire traditionnels à La Réunion.

Ainsi, ce mémoire de DSA-terre, abordera peu la question de la construction en terre crue, à proprement dit, mais mobilise les enseignements théoriques et pratiques, mes expériences passées et présentes pour questionner la problématique de la production de l'habitat à La Réunion et dans la zone océan Indien, dans le contexte actuel du changement climatique, de l'écoconstruction et de l'écologie, et ce pour mieux préparer mon « *retour aux sources* ».

Les éléments présentés dans ce mémoire constituent une étape d'une recherche que je souhaiterais continuer à développer dans les années à venir.



*« Lorsque je voyage de par le monde, je vois que toutes les constructions antérieures à l'apparition du béton armé, peu importe qu'elles fussent pauvres ou fastueuses, sont belles. »*  
Simon Velez

## Sommaire

<b>Remerciements</b>	<b>5</b>
<b>Avant-propos</b>	<b>7</b>
<b>Sommaire</b>	<b>11</b>
<b>Introduction</b>	<b>12</b>
<b>Madagascar, étude de cas et méthodologie</b>	<b>15</b>
PHASE 1 >> Compréhension de la demande	16
PHASE 2 >> Diagnostic architectural	22
PHASE 3 >> Sensibilisation à l'entretien de l'habitat	37
<b>La Réunion, un laboratoire vivant</b>	<b>51</b>
Présentation du contexte	52
L'écoconstruction à la Réunion	77
Les matériaux de l'architecture réunionnaise	84
Bilan de l'exploration des matériaux locaux renouvelables	113
<b>Conclusion et Pistes de réflexions</b>	<b>118</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>123</b>
<b>Annexes</b>	<b>127</b>

## Introduction

Ce mémoire développé dans le cadre de la formation du DSA-Terre, s'appuie sur la méthodologie et les outils acquis durant cette formation, avec l'objectif est d'explorer le contexte de la filière bâtiment à La Réunion et notamment les filières courtes. Il est centré sur une recherche prospective de nouveaux modes de production d'habitat économique qui valorisent les ressources locales et participent au développement du territoire. Il s'agit d'ouvrir des pistes de réflexions sur la valorisation des ressources naturelles disponibles sur le territoire pour concevoir des projets d'habitat éco-responsable financièrement accessible à tous.

L'hypothèse qui sous-tend ce travail est qu'il est possible de concevoir et de produire un habitat écoresponsable accessible financièrement et que sa production peut être un levier de développement durable de l'île. Les logements neufs ou réhabilités, peuvent répondre aux aspirations et aux besoins de la population en termes de coût et d'adaptation aux modes de vie. En même temps, la production de logement peut constituer un outil de valorisation et de réappropriation des cultures constructives réunionnaises, et participer au développement socio-économique du territoire par la création d'emplois et de compétences locales. Avoir accès à un logement de qualité, en location ou en accession à la propriété, est possible en trouvant des alternatives aux formes et aux modes de production classiques, en se réinterrogeant sur les méthodes habituellement utilisées.

Ce travail s'appuie sur 2 missions réalisées, dans le cadre de ma formation au CRAterre, dans la zone Océan Indien entre 2013 et 2014 :

- à Madagascar, dans le cadre d'une évaluation d'un programme d'habitat à la demande de la Fondation Abbé Pierre.
- à La Réunion, sur le thème central de "l'habitat face aux risques naturels dans la zone Océan Indien", à la demande de la Croix-Rouge française.
- et sur un travail personnel et professionnel sur les filières courtes à La Réunion.

### Trois phases structurent cette étude

- Madagascar - Étude de cas et méthodologie

L'intérêt étant de comprendre les enjeux à long terme des projets d'habitat « de qualité » pour les plus démunis. L'accès à un habitat de qualité pour tous est abordé comme une synergie entre deux facteurs la méthodologie du projet et le produit architectural. Les données présentées sont extraites de deux rapports de mission : *Étude architecturale du programme d'habitat de la FAP à Madagascar, Juillet 2013* ; *Sensibilisation à l'entretien de l'habitat du village de Tsaratanana, Novembre 2013*, qui concernent le programme d'habitat pour les démunis lancés en 1955 par des ONG malgaches et la FAP. Les informations proviennent des rapports des ONGs et des échanges directs avec les bénéficiaires.

La présentation de ce cas d'étude permet d'amorcer des pistes de réflexions sur le potentiel de

production d'habitat économique de qualité qui privilégie les cultures constructives locales, dans le contexte malgache, la plus grande île de l'océan Indien qui est aussi une des plus pauvres de la région.

- Île de la Réunion – L'habitat écoresponsable, un enjeu primordial

Dans la seconde partie, l'étude aborde le contexte de La Réunion, à travers une réflexion prospective sur la filière réunionnaise du bâtiment et notamment sur les cultures constructives locales. En premier lieu, l'analyse contextuelle de l'île aidera à identifier les enjeux actuels liés à la production d'habitat économique et durable, puis le potentiel des ressources naturelles disponibles pour la construction sera abordée en faisant un bilan des acteurs de la construction porteurs de savoir-faire vernaculaires et des dynamiques passées, en cours et à venir. Il s'agit d'explorer la filière du bâtiment et plus spécifiquement les potentiels des matériaux locaux, dans un contexte de changement climatique et d'une dynamique de maîtrise de l'énergie en cours à La Réunion. Les données ont été collectées durant un travail d'enquête auprès d'acteurs de la construction à La Réunion et plus particulièrement des artisans, et d'une recherche documentaires sur les matériaux locaux produits et encore mis en œuvre à La Réunion.

- La conclusion présente le bilan de cette étude et ouvre sur des pistes de réflexions et d'actions futures.



## **Madagascar, étude de cas et méthodologie**

La mission d'évaluation d'un programme d'habitat pour les plus démunis à Madagascar est initialement un exercice pratique du module « Métiers de l'Architecture de terre : Habitat » du DSA-Terre. L'exercice est basé sur une demande réelle de la Fondation Abbé Pierre dans le cadre de son partenariat avec le CRAterre.

L'exercice a été réalisé par une équipe de 4 personnes [Nicolas Coekelsberghs, Estelle Delahaye-Panchout, Mariana Gomez et moi-même], et a abouti à la planification de 2 missions de terrain menées par une équipe de 3 personnes.

J'ai pris part à toutes les phases de cet exercice, de l'analyse de la demande, à l'élaboration d'une proposition d'intervention, à la réalisation des missions de terrains.

Cette première partie aborde à travers un cas concret, les méthodologies et les outils d'analyse de projet mobilisés pour réaliser l'évaluation architecturale d'un projet d'habitat pour des populations défavorisées d'Antsirabe, à Madagascar. De fait, il permet de mieux comprendre le lien entre la méthodologie du projet et la production d'habitat.

## PHASE 1 >> Compréhension de la demande

### Reformulation de la demande

L'étape de reformulation de la demande, réalisée en France, a permis de prendre connaissance de l'historique du projet, du contexte malgache, de la démarche engagée par les divers acteurs du projet, en nous basant essentiellement sur des rapports d'activités fournis par la Fondation Abbé Pierre (FAP).

### Contexte de l'étude

Depuis 1998, La Fondation Abbé Pierre, bailleur de fonds, soutient un programme d'amélioration de l'habitat pour les plus démunis à Madagascar.

En partenariat avec des associations locales [FAMONJENA] et françaises [Médima 2000], 3 villages ont été construits durant une quinzaine d'années.

En 2013, la Fondation a prévu de se retirer définitivement de ce programme, et souhaite faire évaluer les qualités architecturales et constructives des maisons réalisées sur les 3 villages. L'étude demandée porte essentiellement sur le village 3. Pour autant, la FAP estime qu'il serait intéressant d'avoir également un état des lieux des villages 1 et 2 avec quelques analyses techniques.

### Méthodologie

L'analyse du programme à travers la lecture des rapports d'activités, nous a aidés à comprendre l'historique et le contexte de chaque projet de village. La mise en forme d'une chronologie du programme, l'identification des parties prenantes, des objectifs, des activités et moyens déployés et des résultats a mis en lumière les spécificités liées à la conception de chaque village.

Le premier village a été édifié pour reloger des personnes sinistrées suite au passage d'un cyclone il se situe dans la périphérie de Tananarive, capitale de Madagascar. Il a été baptisé *Famonjena*.

Le second village, village *Abbé Pierre*, a été construit pour une centaine de familles sans-abris de Tananarive ayant fui la campagne pour la ville et l'espoir d'un emploi.

L'objectif général guidant la réalisation de ces deux projets était l'accès à un logement comme levier de lutte contre la pauvreté. Dans les deux cas, les personnes ont été relogées à une vingtaine de

kilomètres de la capitale. Le projet était basé sur la participation et la formation de la population à la construction de leur habitat. Il consistait en l'édification d'un habitat provisoire fait de murs d'adobes, une charpente en bois et une couverture en chaume. Il accueillait les familles le temps de réaliser la construction de la maison « définitive » faite en briques cuites, et couverte de tuiles. Des activités liées à la production des matériaux employés et à l'auto-construction accompagnée des logements ont été développées parallèlement.

Le troisième village, nommé Tsaratanana, a été

### OBJECTIF Villages 1 & 2

L'accès à un **logement** comme levier de lutte contre la pauvreté

#### Localisation

périphérie de Tananarive (~20km)

#### ONG locale

Famonjena

#### Village 1

- 150 familles sinistrées par le cyclone Gyralda

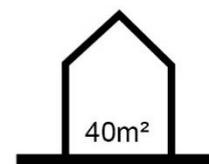


#### habitat provisoire

- adobes
- chaume
- charpente bois

#### Village 2

- relogement de 100 familles SDF suite à l'exode rural



#### habitat définitif

- briques cuites
- tuiles
- charpente bois

construit pour reloger 60 familles SDF d'Antsirabe suite à l'exode rural. Il se situe à la périphérie d'Antsirabe (15 km). L'objectif de ce projet était de rendre accessible un logement de qualité et un terrain de 1000m<sup>2</sup> pour le développement d'activités agricoles génératrices de revenus (AGR).

**OBJECTIF village 3 Tsaratanana**

- L' accès à un **logement de qualité** et 1000m<sup>2</sup> de terrain cultivable
- Le développement d'**Activités Génératrices de Revenus** (AGR)

**Localisation**

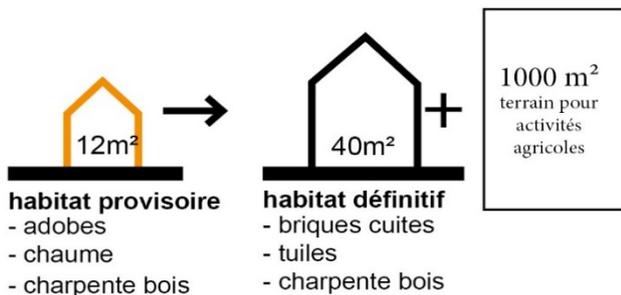
périphérie d'Antsirabe (~ 15 km)

**ONG locale**

Medima 2000 Madagascar

**Village 3**

- relogement de 60 familles SDF d'Antsirabe suite à l'exode rural



Les derniers rapports d'activités concernant le village 3, émettent de nombreuses remarques sur les difficultés financières des familles malgré les actions menées pour le développement d'AGR. Ces difficultés ont des répercussions importantes sur les

familles (santé, hygiène, scolarisation, entretien de l'habitat, etc), certaines ont même quitté le village pour retourner en ville.

La première analyse SWOT que nous avons menée porte sur la pertinence des constructions par rapport aux objectifs du projet, et met en lumière les forces et faiblesses internes au projet ainsi que les potentiels et freins externes à l'atteinte des objectifs du programme.

La réalisation d'arbre à problème<sup>1</sup> général a permis de hiérarchiser les obstacles identifiés avec l'outil SWOT sur la pertinence des constructions en le croisant avec un problème central du projet : **le manque de stabilité financière des populations bénéficiaires**. Cet arbre général offre une perception de la problématique globale liée à la question de l'habitat. (Annexe 1)

À partir de cette vue d'ensemble, la détérioration et/ou l'abandon des constructions apparaît être la problématique centrale traitée dans l'arbre à problèmes spécifique.

L'arbre des solutions est proposé en réponse à l'arbre à problèmes, et fonde les perspectives envisagées à travers deux stratégies d'interventions.

**SWOT Pertinence des constructions par rapport aux objectifs du projet****FORCES**

- projet qui s'appuie sur une ONG locale
- implication des ménages
- accompagnement social très fort des ménages
- état transitoire dans le mode d'habiter
- amélioration des conditions de vie des bénéficiaires
- utilisation des matériaux locaux
- accompagnement technique dans tout le processus de construction
- formation aux métiers du bâtiment
- main d'œuvre locale et organisée
- rapidité de mise en œuvre
- village 3 perçu comme modèle en terme de construction par la population locale
- volonté d'aller vers une autonomie

**OPPORTUNITES**

- volonté du gouvernement de lutte contre la pauvreté
- mise en place d'infrastructures accessibles pour l'ensemble des habitants locaux
- situation économique et sociale à Madagascar justifient les actions des ONG
- forte mobilisation des ONG locales et extérieures

**FAIBLESSES**

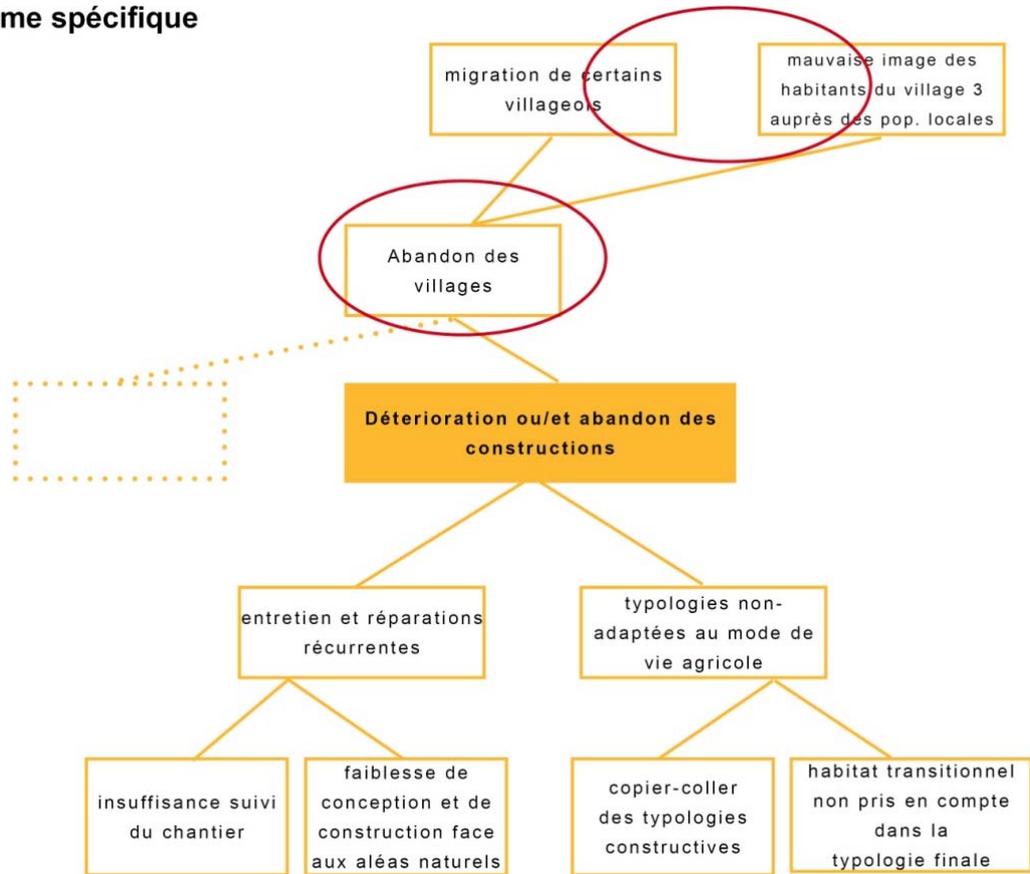
- multiplication des ONG intervenantes
- dépendance aux financements extérieurs
- copier-coller des typologies constructives
- habitation transitionnelle non prise en compte dans la typologie finale
- typologies non adaptées aux modes de vie agricoles
- absence du suivi de chantier et du projet
- faiblesse de conception et de constructions face aux aléas naturels
- Inadéquation des coûts de construction
- déséquilibre des financements: construction / AGR
- activité génératrices de revenus insuffisantes
- entretien et rénovation récurrentes
- manque de stabilité financière des villageois
- migration de certains villageois
- mauvaise image des habitants du village 3 auprès de la population locale

**MENACES**

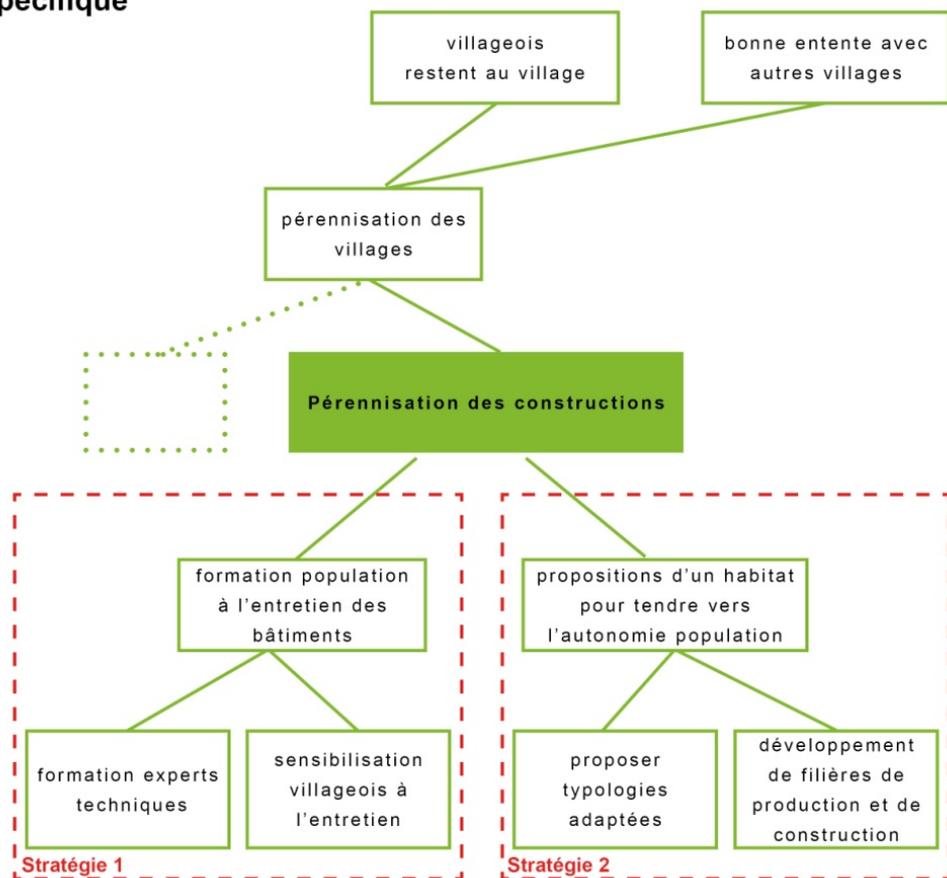
- incertitude du foncier
- Instabilité politique
- Déforestation (utilisation de la brique cuite)
- Réurrence des aléas naturels
- Stigmatisation et regroupement d'un type de population

<sup>1</sup> L'outil « arbre à problème » permet de hiérarchiser les obstacles selon des liens logiques entre les causes et les conséquences.

## Arbre à problème spécifique



## Arbre à solutions spécifique



Cette première partie de l'analyse nous a permis de faire une première proposition sur le cadre et le type d'évaluation du bâti à mener.

Au vue du retrait annoncé de la Fondation à la fin de l'année 2013, la stratégie 2 qui consiste à revoir la conception de l'habitat et sa production dans son ensemble n'apparaît pas comme réaliste.

Nous optons pour la première stratégie d'actions qui mobilise la sensibilisation des villageois à l'entretien de leur logement puis la formation aux bonnes pratiques d'entretien.

L'outil cadre logique<sup>2</sup> a été mobilisé pour développer la stratégie 1, et définir les objectifs, activités et moyens afin d'atteindre l'objectif général de **participer à la pérennisation des constructions**.

Notre proposition a été présentée à Dominique-Cécile Varnat de la FAP, suite à cette réunion, il a été convenu de réaliser l'étude du projet d'habitat durant la 2ème année du DSA-Terre.

Nous avons procédé à l'ajustement de notre proposition suite aux remarques de Mme Varnat, et élaboré le cadre de référence des futures missions de terrain.

	Logique d'intervention	Indicateurs objectivement vérifiables	Sources et moyens de vérification	Hypothèses
<b>Objectif général</b>	participation à la pérennisation des constructions			. Les problèmes socio-politiques . Risque cyclonique
<b>Objectifs spécifiques</b>	1. évaluation et interprétation des constructions existantes 2. proposition éventuelles pour amélioration de l'existant et des futures réalisations			. Niveau d'implication suffisant des bénéficiaires . Niveau d'implication suffisant des responsables de projet . Arrêt brutal des financements
<b>Résultats attendus</b>	1. identification des forces et des faiblesses des typologies proposées .  2. renforcement des capacités des populations à entretenir les constructions du village (techniques et financière)  2. création d'un cahier des charges pour les constructions futurs			
<b>Activités à développer</b>	1.1 présentation de nos activités à la population 1.2 enquête auprès des villageois sur la qualité de la réponse constructive par rapport à leurs besoins et des modes d'habiter 1.3 identification des pathologies en discussions avec les villageois 1.4 études d'impact des constructions, analyse des filières de construction existantes 1.5 analyse du contexte environnementale (climat, ressources, aléas naturels) 1.6 synthèse et restitution de l'enquête à la population  2.1 réflexion sur l'accompagnement des habitants dans le processus d'entretien des bâtiments 2.2 réflexion sur d'éventuelles améliorations à apporter sur les bâtiments existants 2.3 évaluation des potentialités d'une construction en terre crue plus économique et durable 2.4 proposition éventuelles pour amélioration des futures réalisations	1.1 organisation d'une réunion d'information 1.2 fiches d'enquête réalisées auprès des foyers 1.3 inventaire des pathologies 1.4 rencontre avec les acteurs des filières de construction 1.5 études de terrain et recherches documentaires 1.6 organisation d'une réunion d'information (expo ? table ronde?)  2.1 participation des habitants à la mise en place d'un document technique 2.2 analyse et interprétation des données récoltées sur le terrain 2.3 étude comparative d'une construction en terre crue et en terre cuite 2.4 réalisation de réunions de concertation	. Rapport de mission . Liste de présence et présence effective . Compte rendu de réunion . Fiches enquêtes . Inventaire des pathologies . Préconisations	

.....  
<sup>2</sup> Le cadre logique est un outil essentiel pour la conception partagée de l'intervention à mener de manière méthodique et systématique. Il permet d'avoir une vision systémique de l'environnement du projet, en identifiant le « pourquoi et dans quel but » le projet est réalisé, il aide à identifier de manière simple et précise les résultats attendus, les moyens et activités à mobiliser pour atteindre les objectifs.



Rizières au pied du village Tsaratanana

### 3 semaines à Madagascar

Le choix de cette mise en pratique professionnelle à Madagascar a été un cadre propice à l'application des outils d'analyse de projet d'habitats dans un cas concret, mais aussi de découvrir le contexte malgache dans l'objectif de pouvoir intervenir dans un cadre professionnel futur.

Mon intervention consistait à produire un état des lieux de Tsaratanana, à travers à travers trois niveaux d'observation :

- le bâti (les constructions, leur utilisation et le cadre dans lequel elles s'insèrent),
- les ressources (compétences et matériaux disponibles),
- l'impact (changements et constats après quelques années)

Pour ce faire, j'ai habité durant deux semaines dans le village, dans une maison de fonction vide à proximité directe des enseignants de l'école du village et des villageois. Ma présence continue dans

le village a grandement facilité mes enquêtes et relevés du bâti. Accompagné tout au long de mes enquêtes par le chef du village, qui fut aussi mon traducteur, mon travail d'enquête et de relevé a été facilité et mieux compris par la population.

Une autre partie de la mission, réalisée les derniers jours, consistait à visiter les 2 premiers villages réalisés en périphérie de Tananarive, afin de faire un bilan de ces projets et de pouvoir les comparer entre eux. N'ayant réussi à joindre certains acteurs locaux ou n'ayant pas pu faire correspondre nos emplois du temps, j'ai malgré tout pu me rendre dans les villages pour effectuer les relevés et enquêtes grâce à une personne référente de la FAP et aux villageois rencontrés.



Chronologie de la mission 1

## PHASE 2 >> Diagnostic architectural

La phase préalable à la réalisation de la mission, pour réaliser les termes de référence de la mission et créer les supports d'enquête (fiches, critères d'analyse) a mobilisé une équipe de trois personnes : Estelle Delahaye-Panchout, Mariana Gomez et moi-même. Cette première visite sur le terrain devait permettre de confirmer les observations et d'ajuster le diagnostic fait en France, j'ai réalisé cette étude de terrain durant 3 semaines, du 9 juillet 2013 au 30 juillet 2013.

L'objectif global était de réaliser un diagnostic portant sur les choix architecturaux du village 3, à travers un état des lieux de l'existant et d'établir

### Un diagnostic technique portant sur :

- l'état général du bâti et le comportement au vieillissement
- l'inventaire des pathologies des bâtiments (apparition de fissures, les défauts, dégradations,...)
- la détermination de l'origine des pathologies
- la capacité des habitants à entretenir les bâtiments (forces et faiblesses).

### Une analyse architecturale du bâti (qualités et faiblesses constructives)

- prise en compte des aléas naturels dans les systèmes constructifs
- implantation des bâtiments dans leur environnement (topographie, orientation...)
- pertinence de la conception des bâtiments vis-à-vis du climat local

Afin de rentabiliser les 3 semaines d'évaluation, la phase préalable, en France de préparation des supports d'enquête a été essentielle pour définir le cadre d'étude et définir les différents éléments à considérer pour l'analyse des constructions.

Ainsi différents supports d'enquête ont été élaborés :

- la fiche Villageois : le questionnaire est employé pour recueillir les témoignages des habitants
- la fiche Acteurs du projet : employé pour recueillir les témoignages des acteurs du projet
- la fiche Bâti : qui permet de faire le relevé des constructions, des systèmes constructifs,
- la fiche Village : pour collecter et relever des données sur le village

- cohérences et incohérences de la traduction architecturale des bâtiments par rapport aux savoirs-faire locaux et aux cultures constructives existantes
- analyse typologique des habitations par rapport aux besoins des familles et des modes de vie (évolutivité, nombre de pièce, ...)

### Une étude contextuelle des matériaux employés

- impacts du choix des matériaux et des systèmes constructifs sur le développement économique et social (comparatif construction en briques cuites et construction en terre crue)
- impacts environnementaux des matériaux utilisés
- analyse des menaces éventuelles (économiques, politiques, naturelles...) qui pourraient mettre à mal la technique de production et de construction

### Ainsi, les résultats attendus au terme de cette mission furent :

- un inventaire des pathologies et de leur cause
- une analyse des forces et faiblesses de la typologie constructive
- une étude sur les matériaux locaux disponibles
- des recommandations pour la prochaine mission

## Méthodologie et supports d'analyse

- la fiche Matériaux/coûts : pour analyser les modes de production, les compétences et les ressources existantes

L'analyse de terrain a été préparée afin d'identifier un mode de déroulement qui permet d'atteindre les objectifs fixés par :

- une collecte de données relatives au nombre de ménages, et à la typologie constructive existante, sur la base de discussion avec la population et leurs représentants
- une première rencontre avec les habitants : présentation de l'étude, objectifs et méthode d'analyse, récolte d'informations générales concernant le village et son environnement (population, infrastructures, aléas, ressources)

- une visite dans le village afin d'identifier les typologies constructives et des maisons à analyser
- l'analyse des maisons et discussions avec les habitants (déroulement en parallèle de l'analyse technique et sociale)
- une rencontre avec les artisans et certains habitants du village : récolte d'informations concernant les habitations, le processus de construction, les ressources et compétences existantes...
- des rencontres avec quelques artisans : collecte d'informations sur les matériaux de construction : prix, disponibilité, quantité nécessaires, provenance

Des temps d'analyse ont été définis :

- l'analyse sur le village 3 : environ 10 jours
- l'analyse sur les villages 1 et 2 : environ 5 jours

Pendant l'analyse sur le terrain, j'ai donc procédé à l'analyse technique (maisons, villages) et à l'analyse détaillée des bâtiments (entretiens individuels avec les habitants des maisons analysées, avec les artisans).

Au terme de la mission, la phase post-étude fut la rédaction d'un rapport synthétisant les informations récoltées, les discussions sur les besoins des populations et des recommandations pour la deuxième mission de terrain.

## Madagascar

Madagascar, appelée aussi la Grande Île est située dans l’Océan Indien, à 400 km à l’est des côtes africaines, au sud des Comores et de Mayotte, et à l’ouest de l’île Maurice et de l’île de la Réunion. Avec une superficie de 587 000 km<sup>2</sup>, le pays compte environ 22 millions d’habitants, pour une densité moyenne est de 38,2 hab/km<sup>2</sup>. La répartition de la population est contrastée, avec un fort peuplement des régions rizicoles des Hautes Terres et les savanes presque désertiques des éleveurs de l’ouest et du Sud.

En effet, la capitale, Tananarive, est située sur les Hautes Terres à 1500 m d’altitude, compte plus 1,5 millions d’habitants.

Le relief très accidenté est un des facteurs qui contribue à la diversité des conditions naturelles du pays : un socle ancien occupe la majeure partie de la zone centrale et orientale à une altitude qui va de 1200 m à 1500 m.

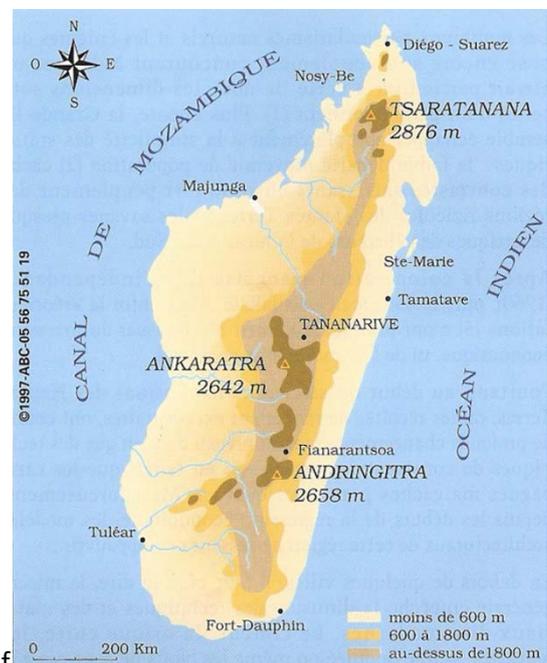
Située dans une zone cyclonique, la côte Est du pays est annuellement sujet à ce type d’aléas naturel.

D’après une étude du PNUD, Madagascar figure parmi les pays les plus pauvres au monde en termes de malnutrition et de scolarisation. Selon l’indice de développement humain, le pays est classé au 151ème rang.

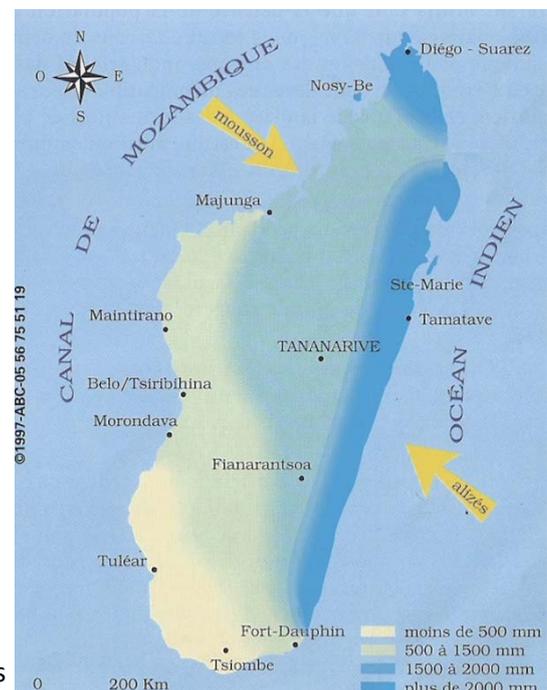
La majorité de la population dépend principalement d’activités comme journalier, ouvrier agricole, artisanat et de petits commerces.

La crise politique de 2009 a aggravé la situation de pauvreté et de sous-développement de la majorité de la population. L’année 2013 devrait être celle des premières élections depuis le coup d’État de 2009, mais la situation est telle que deux fois déjà les élections ont été annulées.

Selon les récentes déclarations, le 1er tour des élections présidentielles devraient se dérouler le 25 octobre 2013.



Le relief



Les pluies

## Antsirabe

Troisième plus grande ville de pays, elle est située à 1550 m d'altitude, dans une cuvette cernée par des cônes volcaniques dont les hauteurs varient entre 2050m et 2347 m.

Ville d'altitude tranquille, elle possède le climat le plus frais de Madagascar, en hiver la température peut atteindre les 0°C.

Autrefois, les gens de la région venaient s'approvisionner en sel dans le village. Dès les années 1870, il a été investi par les missionnaires norvégiens qui y appréciaient la fraîcheur du climat et les vertus curatives de sa source thermale. Plus tard les français dotèrent le village d'un établissement de bains, d'un hôtel de luxe, d'une gare et d'un bureau de poste. C'est ainsi que la ville fut nommée dans la première moitié du XXe siècle "la Vichy malgache".

Aujourd'hui, la ville compte environ 180 000 habitants. Les activités de la région se développent autour des productions fruitières et laitières, et de ses industries : les brasseries, la manufacture de cigarettes et des industries textiles.

Antsirabe est aussi un centre réputé de la taille et du négoce des minéraux précieux, qui proviennent des montagnes et vallées alentours.

Important foyer agricole, la région est le premier producteur de fruit et légumes de climat tempéré, et le premier producteur laitier de la Grande île. On y cultive aussi du riz, du blé et du maïs, et des vignes. La ville est aussi connue pour ses "pouss-pouss", activités qui permettent à des milliers d'hommes d'avoir un revenu

La terre crue ou cuite est le matériau de construction le plus utilisé dans l'architecture malgache des Hautes Terres, populaire ou de prestige. Elle est employée pour les murs, briques crues ou cuites, torchis, bauge, ainsi qu'en toiture sous forme de tuiles.

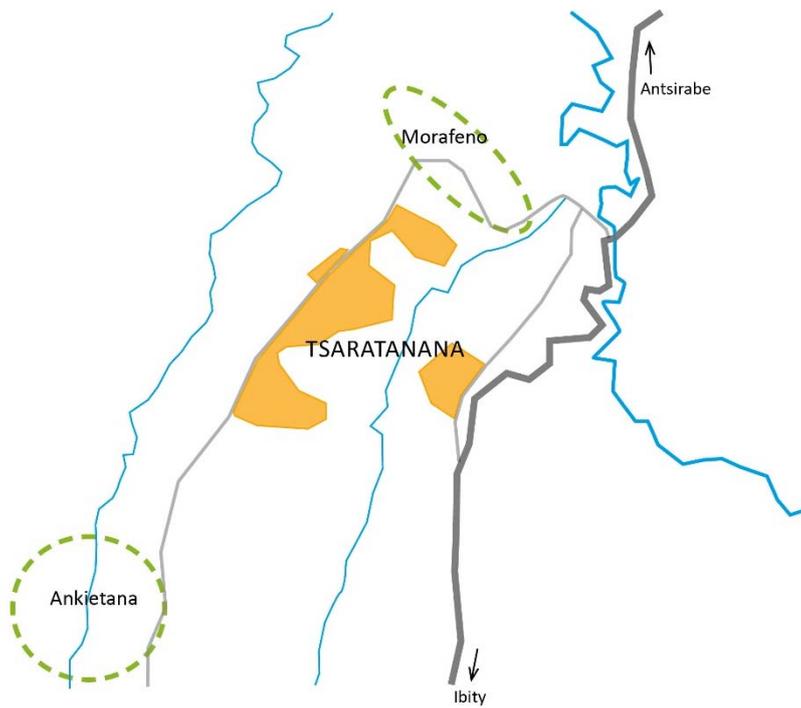


Pouss-Pouss d'Antsirabe



Habitat traditionnel à la périphérie d'Antsirabe – torchis, et adobes pour les murs, toit de chaume, 2013

## État des lieux



Vue sur le village de Tsaratanana, piste d'accès ouest

## Architectures traditionnelles aux alentours de Tsaratanana

### Visite des villages de Morafeno et Ankietana

#### Typologie A - maison rurale

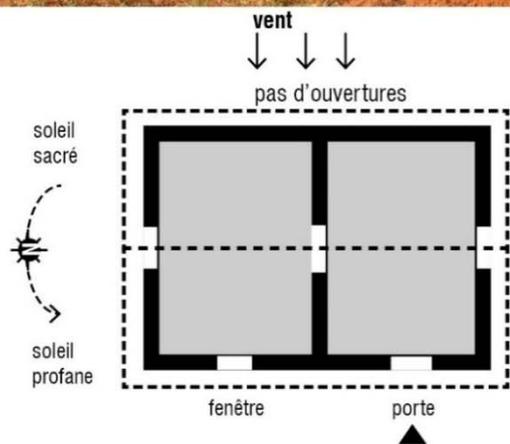
- Modèle de base
- Un seul volume
  - 2 niveaux

#### Mode d'habiter

- Le rez-de-chaussée sert de remise et/ou de poulailler.
- L' étage supérieur accueille les chambres et la cuisine,
- La cuisine se trouve au sud sous les combles.

#### Matériaux locaux

- terre crue (bauge)
- toiture végétale



#### Typologie B - maison rurale

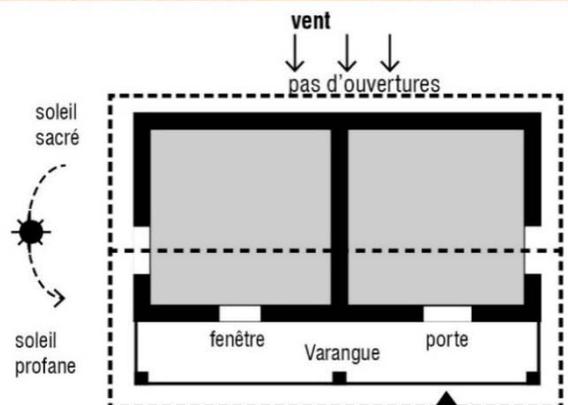
- 1 volume simple avec véranda
- 2 niveaux

#### Mode d'habiter

- Le rez-de-chaussée sert de remise et/ou de poulailler.
- L' étage supérieur accueille les chambres et la cuisine,
- La cuisine se trouve au sud sous les combles.

#### Matériaux locaux

- terre crue : bauge et adobes
- briques cuites : haut des pignons, piliers de la varangue
- toiture en chaume



## Typologie C - maison rurale

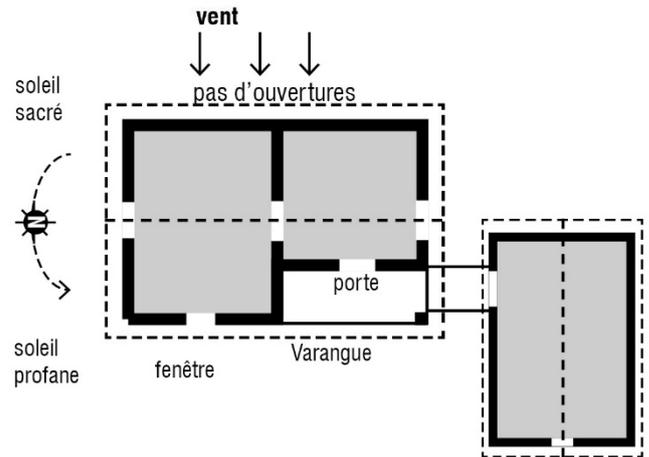
- 2 volumes reliés par une passerelle
- bâti principal avec véranda à l'étage
- 2 niveaux

### Mode d'habiter

- Le rez-de-chaussée sert de remise et/ou de poulailler.
- L' étage supérieur accueille les chambres et la cuisine,
- La cuisine se trouve au sud sous les combles.

### Matériaux locaux

- terre crue : adobes
- briques cuites : haut des pignons, piliers
- toiture en chaume



## Typologie D - maison rurale

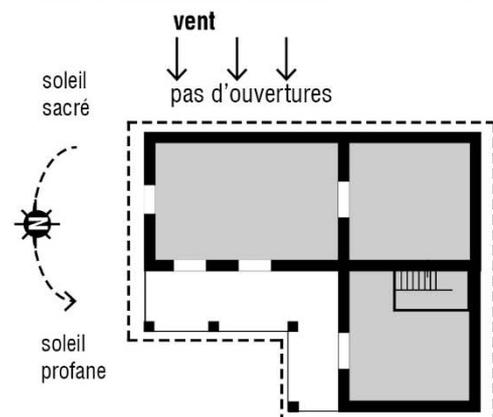
- 2 volumes en L avec varangue sur la façade principale
- bâti principal avec véranda à l'étage
- 2 niveaux

### Mode d'habiter

- Le rez-de-chaussée sert de remise et/ou de poulailler.
- L' étage supérieur accueille les chambres et la cuisine,
- La cuisine se trouve au sud sous les combles.

### Matériaux locaux

- briques cuites
- toiture en tuiles ou tôles



## Tsaratana – État des lieux



### Localisation

Latitude : 19°58'45.87 S

Longitude : 47° 1'29.88 E

### Commune de Vinaninkarena

Zone rurale

### Morphologie

Au sommet d'une colline, à 15 km d'Antsirabe, et 6 km de Vinaninkarena

Situé le long de la piste, le village s'étend sur le flanc Est de la colline

### Accès

2 voies d'accès pour les véhicules à l'est et à l'ouest par des pistes.

La voie d'accès à l'Est est entretenue pour le passage des camions de l'usine Holcim

### Site d'implantation

Sommet et pente de la colline, 2 sites se font face de part et d'autre d'un cours d'eau,

### Nombre d'habitants 351

Hommes 120

Femmes 137

Enfants 94

### Nombre de maisons

80 maisons définitives,  
9 maisons de fonction

### Infrastructures

1 École Tsaravoy

2 Centre de santé de base 1

3 Centre de formation agricole

4 Maison communautaire

5 Le grenier

6 Une decortiquerie

7 Une menuiserie

8 Porcherie

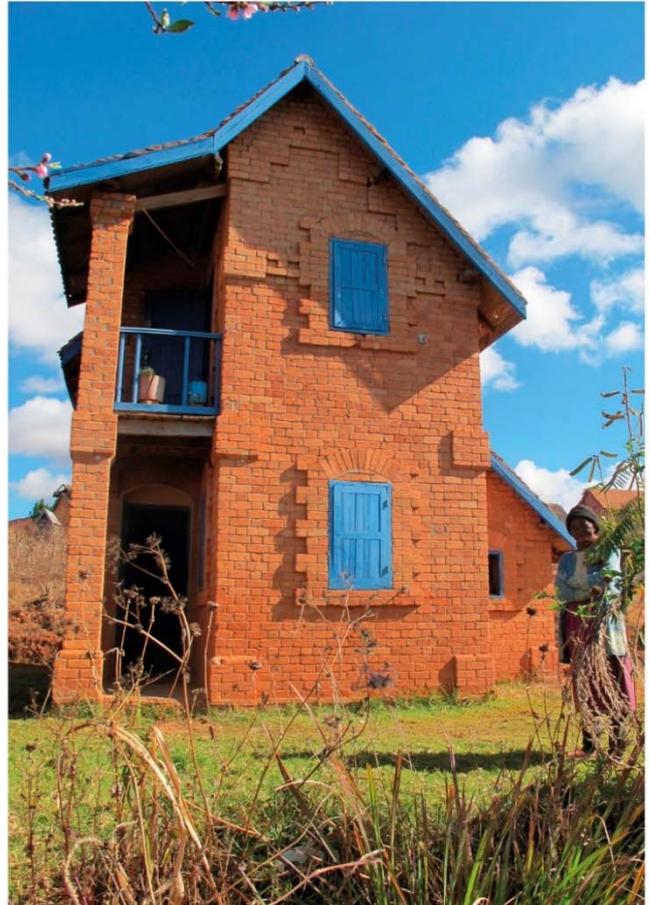
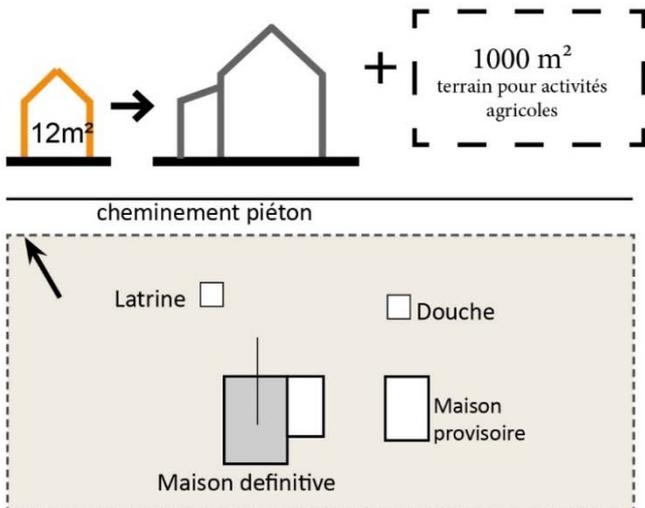
# Analyse architecturale du bâti

## Les maisons

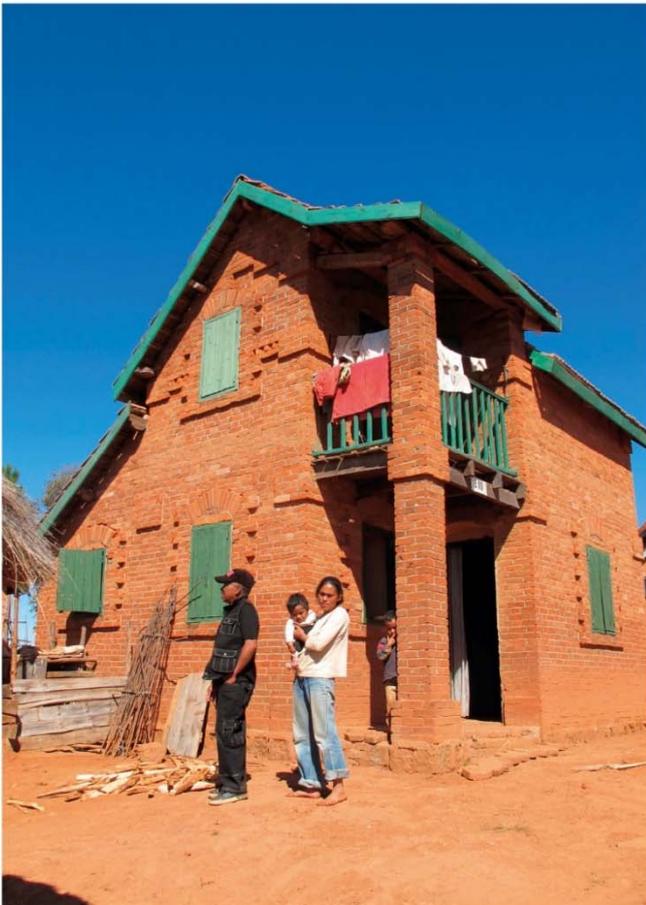
- ➔ sont implantées sur 1 000 m<sup>2</sup>
- ➔ 200 m<sup>2</sup> pour l'habitat, des latrines, la douche, les porcheries et les poulaillers
- ➔ 800 m<sup>2</sup> pour les activités agricoles

### Typologie 1

Les 60 premières maisons construites entre 2009 et 2010, possèdent une maison provisoire et une maison définitive.



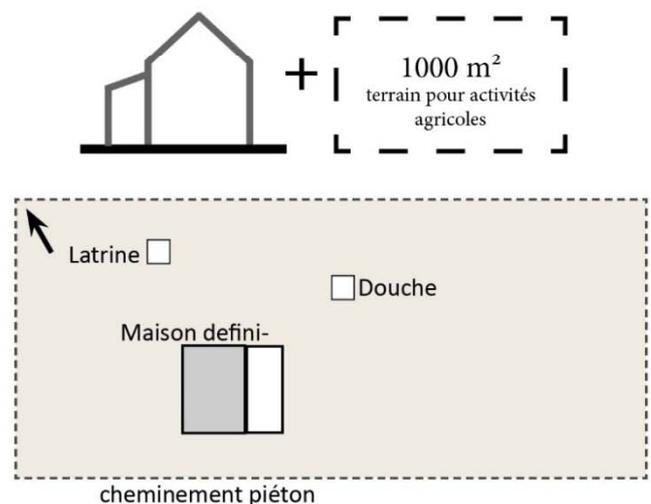
Maison de Madame Honorine, typologie 1



Maison de Madame Felana, typologie 2

### Typologie 2

Les 20 dernières maisons construites ont une cuisine plus grande mais n'ont pas de maison provisoire.



## Des signes d'appropriation



Extérieur

- création d'une clôture végétale,
- embellissement de la cour, plantes, arbres fruitiers,
- pots de fleurs dans la cours et sur la véranda



Salon

- pose d'un plafond en lambris

La cuisine

- création d'un porte sur l'extérieur
- fermeture du foyer pour améliorer le tirage

## Les pathologies les plus courantes

### STRUCTURE PORTEUSE



- Briques non hourdiées
- malfaçon à la réalisation
  - fissures dues au tassement différentiel de la maison

### TOITURE



- Fuites en toiture
- tuiles ne sont pas étanches, de mauvaise qualité dues à une insuffisance de cuisson
  - malfaçon à la pose

### OUVERTURES



- De nombreuses fissures au dessus des ouvertures
- malfaçon à la réalisation
  - Déformation du bois
  - bois non sec lors de la mise en oeuvre

### PLANCHER



- Plancher attaqué par les termites :
- bois non séché lors de la pose
  - bois non traité

# Étude contextuelle des matériaux

## FONDATEMENTS, SOUBASSEMENT

### Terre crue, Bauge

*Totorano*



Disponible sur le site  
peu coûteux  
auto-construction

### Briques cuites

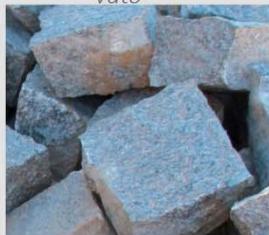
*Biriky ou tani-manga*



Produit localement  
40 < 60 ariary/unité

### Pierres

*Vato*



Carrière locale  
150 < 250 ariary/unité

## MURS, CLOISONS

### Terre crue, Bauge

*Totorano*



Disponible sur le site  
peu coûteux  
auto-construction

### Terre crue, Adobes

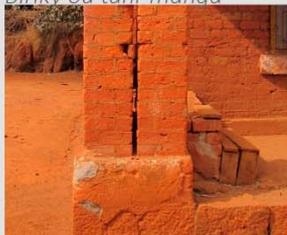
*Biriky*



Disponible localement  
15 ariary/unité

### Briques cuites

*Biriky ou tani-manga*

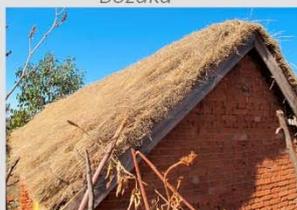


Produit localement  
40 < 60 ariary/unité

## TOITURE

### Chaume

*Bozaka*



Disponible localement  
peu coûteux / ramassée et mise  
en oeuvre par les propriétaires

### Tuiles

*Kapila*



Disponible localement  
70 < 120 ariary/unité

### Tôles

*Fanitso*



Disponible sur marché local  
9 000 < 30 000 ariary/unité  
(en fonction qualité et lon-  
gueur)

## SOLS

### Terre battue



peu coûteux / réalisé par  
les propriétaires

### Tomettes



Disponible localement  
prix inconnu

### Ciment

*Simenitra*



Disponible sur le marché  
national, 500 ariary /kg  
18 000 < 25 000 ariary / le  
sac de 50 kg

## PLANCHER

### Bois rond et bambou



Disponible sur le site  
peu coûteux / réalisé par  
les propriétaires

### Bois

*Hazo*



Disponible sur le site  
prix inconnu

## PLAFOND

### Bois, lambris

*Hazo*



Disponible marché local  
9 000 ariary / paquet de  
10 (4 m.l)

### Natte (végétale ou plastique)



Disponible localement  
prix inconnu

### Lattes en bambou

*Barata*



Disponible sur le marché  
national  
prix inconnu

## OUVERTURES

### Bois

*Hazo*



Disponible sur le marché  
local / prix inconnu



Vue sur le village de Tsaratanana

## Analyse des forces et faiblesses

Les points essentiels qui sont ressortis de cette première analyse du projet d'habitat et des constructions (maisons et bâtiments communautaires) du village de Tsaratanana (village 3)

### DES POINTS FORTS

- les personnes interrogées sont satisfaites des infrastructures : **l'école, la cantine, le CSB1**
  - > L'école a eu de très bons résultats CEPE avec 100% de réussite cette année.
- **les villageois sont satisfaits d'avoir une habitation**
  - > Les aménagements intérieur et extérieur de certaines maisons témoignent de cette satisfaction et d'une appropriation des lieux
- Les villageois sont satisfaits des matériaux utilisés pour la construction des murs, **la brique cuite**
  - > Les villageois se sentent en sécurité dans leur maison

À partir de cet état des lieux, l'élaboration d'un arbre à problème et des solutions, permet de cibler des objectifs réalistes pour la mission 2.

### DES POINTS À AMÉLIORER

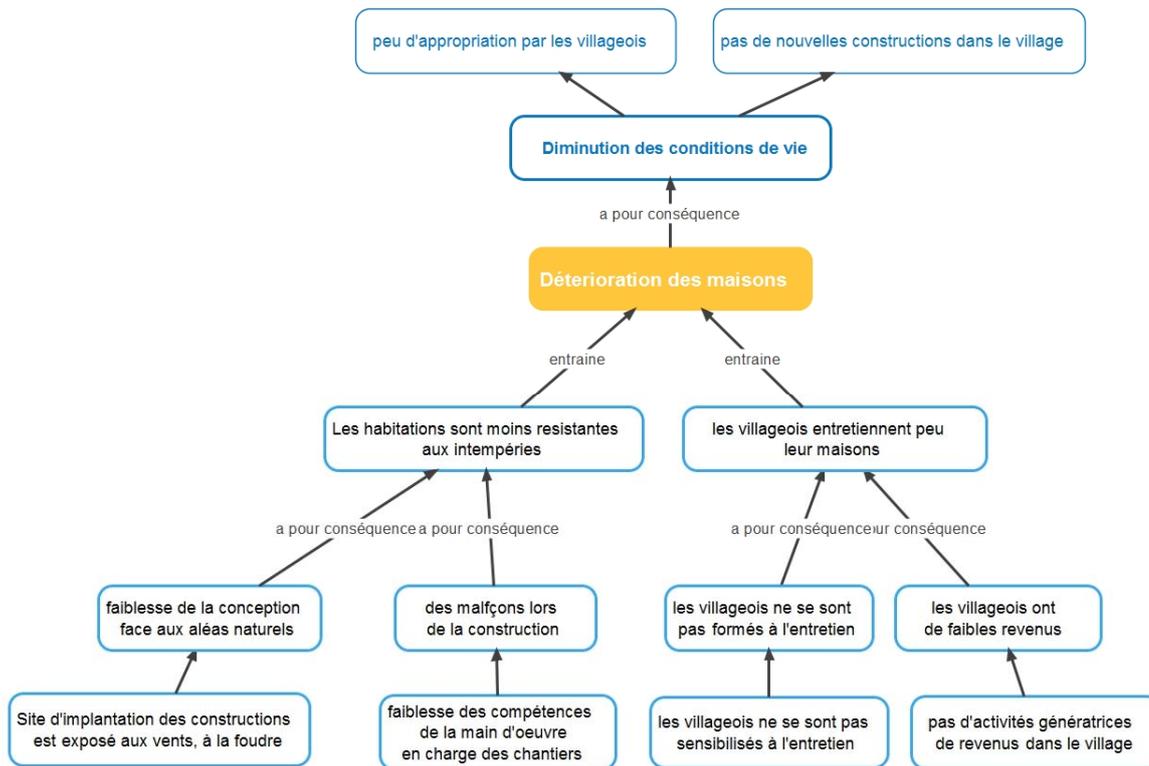
#### Le village

- Peu de personnes cultivent les 800 m<sup>2</sup> mis à leur disposition
- Pas d'activités génératrices de revenus
- Présence de déchets
- Bornes à eau abimées et non entretenues
- Organisation, gestion des constructions publiques
- Non entretien des infrastructures publiques

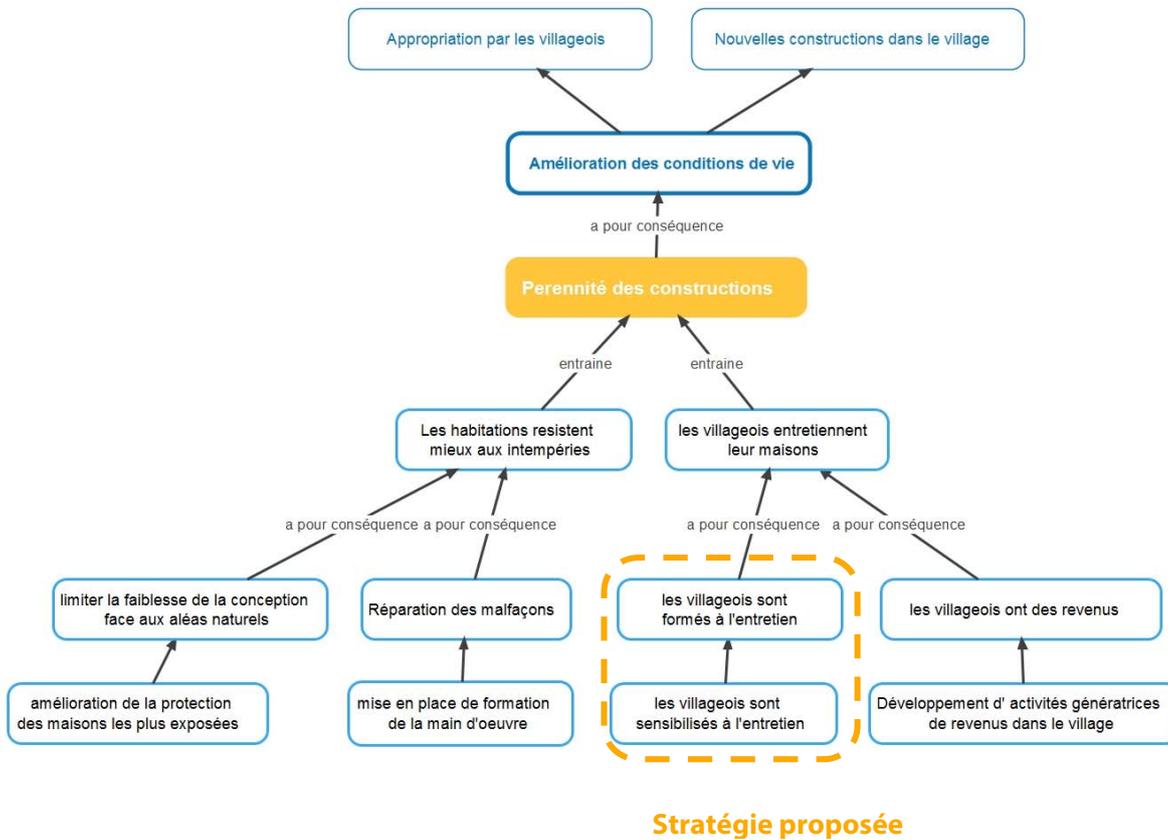
#### Les maisons

- peu de villageois entretiennent leurs constructions
- qualité médiocre des matériaux : le bois en charpente, plancher, ouvertures, les tuiles
- état de dégradation importants sur certains bâtis

## Village de Tsaratanana — Arbre à problèmes



## Arbre des solutions



## Recommandations

Ainsi, l'analyse architecturale des constructions amène à un bilan assez négatif. L'état de dégradation rapide des constructions, posent des problèmes sanitaires ou de dangers immédiats tels que les infiltrations d'eau, l'apparition de moisissures, des risques de chutes de briques ou de tuiles, des courants d'air important... Certains sinistres, pourrissement de la charpente, persistance et aggravation des fissures, risquent à terme d'affaiblir toute la structure du bâti. Les causes de cette dégradation rapide semblent pouvoir s'expliquer par un manque de contrôle de la qualité des matériaux employés tout au long de la production de l'habitat, des malfaçons lors de la mise en œuvre, et un manque d'entretien régulier.

Malgré la volonté de se maintenir dans un logement digne, la majorité de la population ne parvient pas à effectuer les travaux d'entretien, du fait de leurs faibles revenus car se nourrir reste une priorité quotidienne, mais aussi par peur d'engager des travaux dans un logement dont ils n'ont pas le titre de propriété, ou encore par manque de connaissances techniques.

Le retrait de la FAP programmé pour la fin de l'année 2013, nous devons prévoir une suite réaliste face aux contraintes de temps, de financements, des moyens des villageois, des matériaux et savoir-faire disponible localement.

Ainsi les enquêtes et le relevé des constructions ont permis de confirmer notre diagnostic sur les difficultés d'entretien des constructions par les villageois, qu'il s'agisse de leur habitations ou des bâtiments communautaires.

A l'opposé, l'étude des cultures constructives locales dans les villages voisins ont mis en lumière la diversité et la qualité des techniques de mise en œuvre ainsi que la durabilité des constructions. En effet, ces villages se sont implantés et développés bien avant Tsaratanana.

Pour la suite, il est donc proposé de :

- **réaliser des ateliers de sensibilisation à l'entretien pour les villageois.**  
Afin qu'ils puissent de reconnaître les pathologies existantes ou qui apparaissent, de comprendre les causes et les effets des pathologies sur la construction.
- **réaliser des ateliers de sensibilisation et de formation à l'entretien pour les artisans** — maçons, charpentiers — qui habitent dans le village, ils pourront être formés aux bonnes pratiques d'entretien et ainsi pouvoir conseiller les villageois pour la réparation de leur maison.



## PHASE 3 >> Sensibilisation à l'entretien de l'habitat

### Termes de référence

La mission 2 a eu lieu du 15 octobre au 11 novembre 2013, soit 2 mois après la mission d'évaluation. L'objectif global est de favoriser le processus d'autonomie des habitants à travers le thème de l'habitat. La démarche globale de notre intervention tendait vers cet objectif à travers des actions de sensibilisation à l'entretien de l'habitat et des ateliers pratiques au village de Tsaratanana. Afin d'optimiser les actions, le déroulement de la mission comprenait plusieurs étapes :

1. Restitution aux villageois et à Medima de la mission 1
2. Complément d'information sur le contexte local
3. Visites de sensibilisation
4. Ateliers pratiques
5. Restitution aux habitants

### Les résultats attendus

- Création une réflexion autour de l'état actuel de l'ensemble des constructions du village.
- Appropriation par la population des outils mis en place lors de la sensibilisation et des ateliers.

### Équipe mission

- > Estelle Delahaye Panchout, Mariana Gomez, Valérie Oulia.
- > Etienne Samin, Représentant de CRAterre sur le terrain du 1 au 11 novembre 2013



Chronologie de la mission 2

## Méthodologie et supports pédagogiques

Une phase préparatoire en France a précédé la mission de terrain afin d'encadrer notre intervention au village. L'analyse architecturale de de la première mission amenait à un bilan assez négatif sur la question de l'état de dégradation rapide des constructions. Notre objectif principal, en réponse aux constats faits par la précédente analyse, fut de sensibiliser les habitants à l'entretien. Nous avons préparé du matériel pédagogique devant aider les habitants dans la compréhension du processus de dégradation du bâti.

### Du matériel pédagogique pour sensibiliser

Trois thématiques ont été sélectionnées au regard des pathologies les plus courantes et du risque qu'elles représentent en terme de sécurité et de confort pour les villageois :

- la toiture
- le soubassement — base des murs
- Le remplissage en dessous des arcs des ouvertures.

L'approche choisie, consiste à présenter une méthode à partir d'une structure logique et illustrée avec des exemples issus du village pour permettre aux habitants de les appliquer par analogie.

L'objectif est de donner un outil aux villageois pour reconnaître les problèmes qui peuvent survenir mais aussi d'expliquer que ceux-ci sont réparables et peuvent être anticipés.

La structure s'élabore à partir de l'**identification du problème et du pourquoi est-ce un problème ?**

> Imaginer les possibles risques si le bâtiment n'est pas entretenu.

Ensuite d'un point de vue technique et sanitaire **quelles peuvent être les conséquences si l'on n'agit pas ?**

> Identifier quelles peuvent être les différentes causes à l'origine de ce problème?

Enfin, s'interroger sur les possibles solutions : **quelles sont les solutions envisageables ?**

> Proposer de petites interventions qui empêcheront d'engendrer des dégâts sur la totalité de la construction.

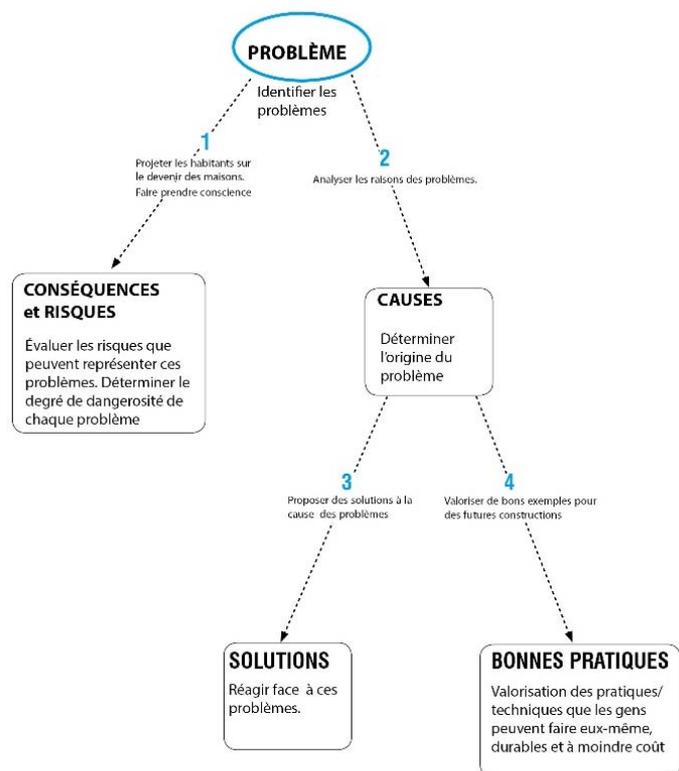
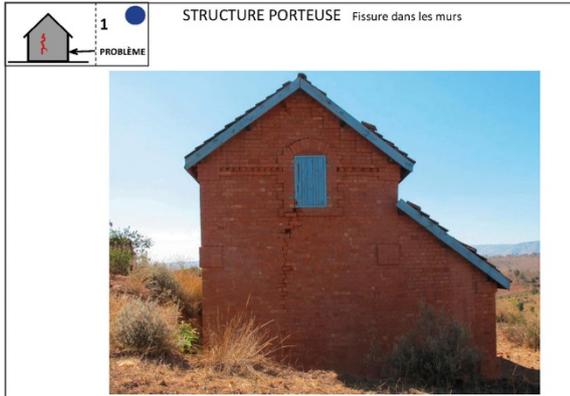


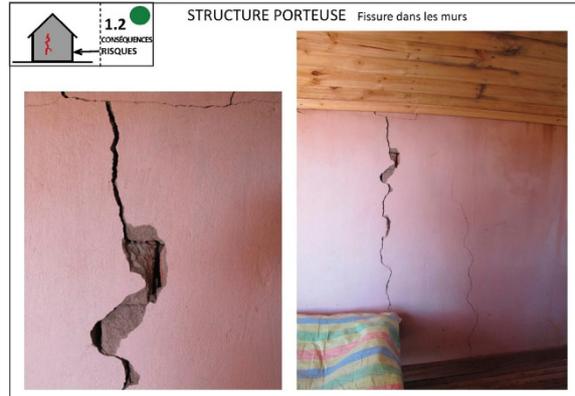
Schéma de la méthodologie utilisée

Extrait du matériel pédagogique élaboré/ Base du mur – Soubassement

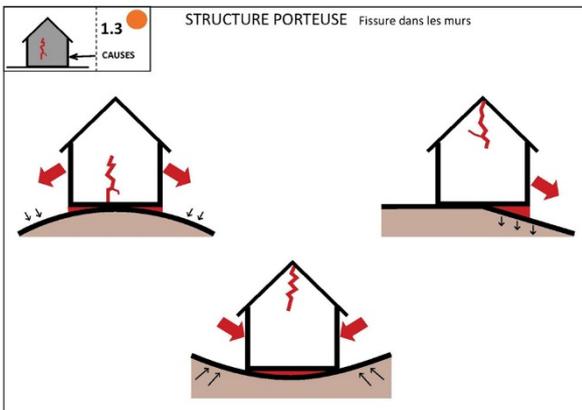
### 1. Reconnaître le Problème



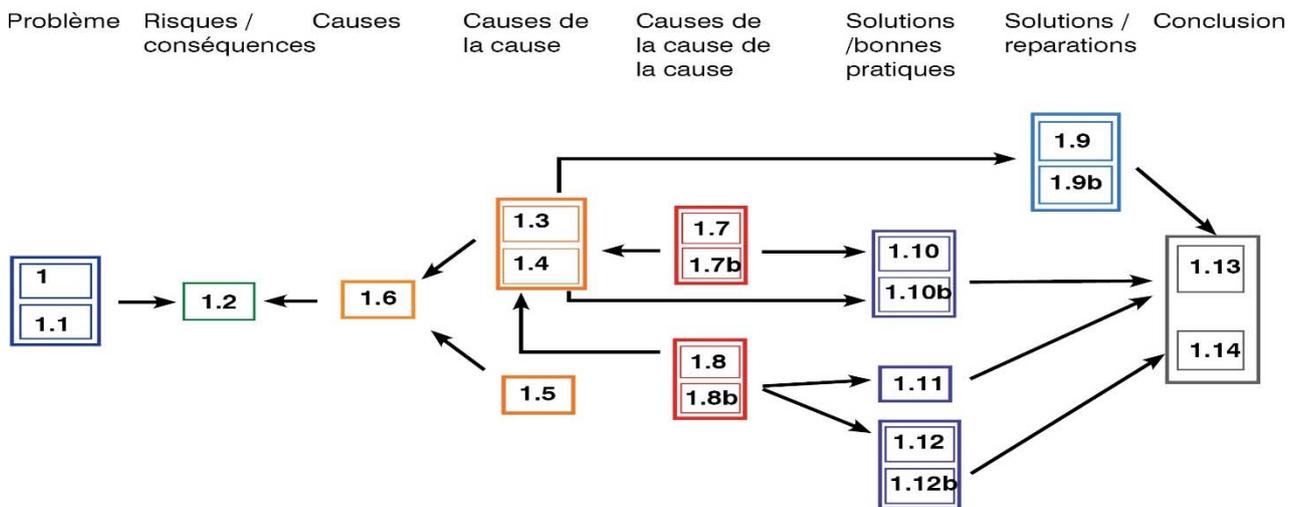
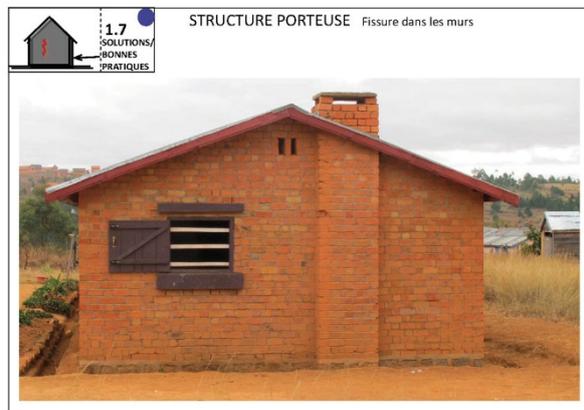
### 2. Imaginer les Conséquences et les risques



### 3. Identifier les Causes



### 4. Proposer des Solutions accessibles



Organigramme pour aider à la compréhension des pathologies - Base du mur

## Une réunion en début de séjour

Le matériel pédagogique a été testé dès notre arrivée au village, au cours d'une réunion avec les villageois et le représentant de Médima. Cette première rencontre a été l'occasion de :

- présenter les résultats de la mission précédente et les raisons de notre présence,
- recueillir les avis des villageois sur les points abordés
- présenter le programme défini pour les semaines à venir et valider sa pertinence
- tester la lisibilité et la compréhension du matériel pédagogique produit en France.

<b>SEMAINE 1</b> 21 au 27 octobre	Complément des données
<b>SEMAINE 2</b> 28 octobre au 5 novembre	Sensibilisation
<b>SEMAINE 3</b> 6 au 12 novembre	Ateliers de mise en pratique
<b>Samedi 11 novembre</b>	Réunion «bilan»

Programme annoncé lors de la réunion



L'exercice méthodologique collectif fut une introduction à notre démarche globale. Il a mis en lumière le caractère trop théorique de certains termes – causes, conséquences – qui n'ont pas d'équivalents dans la langue malgache, nous avons ainsi procédé à des ajustements afin d'adapter la méthodologie au contexte culturel pour la suite de la mission. Néanmoins, cet exercice collectif a permis aux villageois de confirmer que certains problèmes étaient communs à chaque maison et de mieux comprendre pourquoi nous ne pouvions accéder à leur demande de visite individuelle. De plus, cette démarche ne correspond pas avec l'objectif de notre mission qui est de donner des outils aux habitants pour reconnaître les pathologies et y réagir de façon appropriée et autonome. Cette démarche participative nous a semblé importante pour créer une dynamique d'échanges de pratiques et de savoir-faire entre les villageois.



Cette réunion fut importante car elle a permis de clarifier notre rôle et nos interventions futures auprès des villageois. Nous avons ainsi précisé que nos actions visaient un transfert de compétences via un échange d'informations et de savoir-faire, et non un apport matériel ponctuel (financier ou matériaux). L'idée étant de renforcer les capacités des villageois à devenir « acteur décisionnaire et autonome ».

## Complément d'informations et collecte de données

Afin de compléter les observations de la première mission sur les cultures constructives locales. Nous avons effectué des visites dans et hors village, et compléter les relevés des constructions. Il s'agissait à la fois pour les deux autres personnes de l'équipe de prendre connaissance du contexte, et d'enrichir les données collectées afin de pouvoir proposer des solutions durables en accord avec les matériaux, techniques et savoir-faire disponibles dans ou à proximité du village. Nous avons rencontré les artisans du village, ainsi que ceux des villages alentours qui perpétuent les traditions constructives.



Discussion avec un artisan du village 3

Une visite au site de production des tuiles utilisées au village, a été nécessaire afin de comprendre leur cycle de production et après avoir constaté la fragilité du produit. Ainsi après l'analyse des matières premières et du cycle de production, nous avons pu émettre des propositions visant à améliorer leur qualité.



Caractérisation des terres employées pour confectionner les tuiles



Échange avec un artisan du village d'Anketana



Visite de la fabrique artisanale de tuiles

## Sensibilisation à l'entretien

La sensibilisation des villageois à l'entretien était un des objectifs spécifiques de notre intervention, afin de favoriser le processus d'autonomisation.

En réponse au constat fait lors de l'analyse, l'intervention préventive, l'autoréparation ou auto-amélioration à moindre coût, la mise en œuvre de matériaux de qualité, ont été les axes principaux sur lesquels nous avons orienté les discussions. Nous avons organisé avec l'aide du chef du village et des enseignants, la visite de 2 maisons par jour, dans chaque quartier sur une semaine. Un planning des visites fut mis à disposition auprès du chef du village, offrant la possibilité à chacun de s'inscrire selon ses disponibilités. En effet, la saison des pluies commence dès le mois de novembre, aussi les villageois s'affairaient dans les champs en prévision de l'arrivée de la pluie.

Les visites-sensibilisation s'appuyaient sur la méthodologie et les outils pédagogiques réalisés, ils ont été accompagnés d'une maquette de la maison. La maquette restant un outil simple à réaliser, elle permettait une participation plus active des personnes en captant leur attention.

La maison visitée servait de modèle pour illustrer nos propos et identifier les problèmes communs aux habitations des personnes présentes. Par petit groupe (10 personnes maximum) et sous forme de discussion, nous avons abordé les problèmes liés à aux maisons de chacun, puis les problèmes liés à l'entretien de la toiture, des arcs des ouvertures et du soubassement ont été approfondies avec les fiches pédagogiques.



Identification des problèmes sur la maquette



Figure 1 Le Directeur de l'école, traducteur-animateur

Les visites-sensibilisation, ont permis de toucher une partie de la population, des femmes majoritairement, les hommes se trouvant à l'extérieur du village (travail ou recherche de travail) ou dans les champs. Malgré une inscription massive, certaines personnes se sont désistées à la dernière minute ou ont nécessité un déplacement à domicile pour leur rappeler qu'ils s'étaient inscrits.

Malgré tout, l'approche participative, a favorisé le dialogue et permis d'aborder les problèmes communs à toutes les habitations, tout en ouvrant des perspectives sur les solutions simples peu coûteuses issues d'un travail collectif avec la population. La participation active des enseignants comme traducteur durant les visites ont favorisé l'émergence d'une expérience non prévue dans la mission initiale mais qui fut une intervention auprès des élèves de l'école du village. Durant une après-midi, nous avons été dans les classes pour échanger avec les élèves sur leur maison et le lien entre la maison, les matériaux et la matière première, et l'entretien. Cette opportunité nous a permis de sensibiliser les « futurs habitants », mais aussi de constater que les élèves ont une bonne connaissance des matériaux et de l'environnement qui les entourent.

## Ateliers pratiques

Les ateliers pratiques, répartis selon les trois thématiques choisies, ont été élaborés sur place, après une analyse des matériaux (tests des terres et tuiles), matériels, et savoir-faire présents dans ou à proximité du village. Des fiches illustrant chaque étape des ateliers ont permis d'organiser et de mieux communiquer les objectifs de chaque étape.

Les ateliers font suite aux sensibilisations avec l'objectif de « faire avec » la population.

Les ateliers de mise en pratique consistent à réparer et améliorer la qualité de l'habitat en minimisant les dépenses des familles.

Dans cette optique, l'accent a été mis sur :

- **La prévention** des pathologies, demandant essentiellement du temps de main d'œuvre, mais peu ou pas d'achat de matériaux.
- La réalisation de **réparations dès les premiers symptômes** d'apparition d'une pathologie pour limiter l'aggravation des dégâts et les frais de réparation
- La **valorisation des matériaux locaux**, plus accessible techniquement et financièrement pour les habitants.

Les ateliers se sont déroulés :

- Dans l'enceinte de l'école, un espace communautaire visible par tous, représentatif de la diffusion du savoir, de plus les infrastructures présentaient les mêmes pathologies que les maisons.
- Avec la participation des villageois, des enseignants et des élèves, durant 3 jours.
- Nous avons au préalable réalisé des achats de matériels et matériaux pour pouvoir réaliser les ateliers.



École Tsaravoy, site de démonstration choisi pour les ateliers

Ayant pour tâche la réalisation de la fiche pédagogique sur la 'base du mur', j'ai élaboré les étapes de l'atelier d'expérimentation.

Face aux pathologies identifiées sur les soubassements et sur les murs porteurs, une des causes principales à l'origine de ces problèmes apparaît être l'impact de l'eau sur la base des murs. Ainsi l'atelier propose des actions préventives d'entretien du bâtiment et de ses abords pour réduire l'impact de l'eau.

Les objectifs de l'atelier :

- Réduire l'impact de l'eau sur le bâti
- Assainir les murs pour éviter les remontées capillaires
- Prévenir les risques de fissuration du bâtiment du à un tassement différentiel lié à la présence d'eau au niveau des fondations et soubassement.



Bureau du Directeur de l'école avant l'atelier

L'intervention a été réalisée sur le bureau du directeur qui présentait des pathologies importantes repérées après la survenue des premières pluies lors de la phase de complément d'informations. L'idée était de montrer comment procéder à l'assainissement de la base des murs pour éviter la stagnation de l'eau :

- Renforcement et création des pentes qui éloignent l'eau des murs
- Accentuer les canaux d'évacuation des eaux pluviales
- Déplacer les plantes accolées aux murs pour éviter les zones qui retiennent l'humidité.

## Atelier base du mur

Il s'agissait de procéder à l'assainissement des murs par élimination des zones d'humidité en pied de murs eaux de pluies.

SECURISER la zone du chantier



OBSERVER

- les indicateurs d'humidité / - l'écoulement des eaux

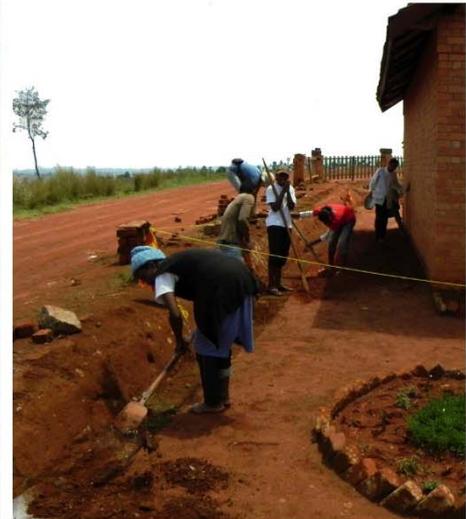


NETTOYER

la base des murs (gratter les mousses, déplacer les plantes, ...)



CREUSER les canaux



ACCENTUER

les pentes autour du bâtiment



RENFORCER

la zone d'écoulement de la toiture



CONTRÔLER après la pluie

si apparition de zones de stagnation de l'eau, rectifier l'écoulement si nécessaire.



**L'Atelier remplissage des arcs** s'est déroulé sur la porte d'entrée de la salle de classe des 4èmes. Le remplacement des briques cuites du remplissage par des briques de terre-paille maçonnerées au mortier de terre puis enduites.

Il propose des solutions appropriables par les habitants, avec des matériaux disponibles sur le site et gratuit : la terre et la paille. Il s'agit de valoriser des matériaux locaux et de pratiquer l'autoréparation.

Les activités ont portées sur :

- Sensibilisation à la reconnaissance des différents types de terre
- Fabrication des briques de terre-paille
- Dosage du mortier de terre
- Pose des briques de terre-paille dans l'arc
- Démonstration des artisans du village pour faire l'enduit de finition



Caractérisation des terres et fabrication des briques terre-paille

**L'Atelier toiture**, a permis de réaliser une petite toiture en tuile pour les balançoires des maternelles jusqu'alors recouvertes par une bâche plastique. Il insiste sur l'exigence d'une qualité de matériau et de mise en œuvre pour des réparations plus pérennes. L'objectif est d'encourager les réparations dès les premières fuites. Chaque détérioration est une zone de fragilité qui peut s'aggraver rapidement ; la traiter dès le départ permet d'éviter des frais de réparation très élevés (charpente à changer en cas de pourrissement).

Les activités visaient à :

- Évaluation de la qualité des tuiles
- Recouvrement des tuiles : mise en place des lattages adaptés à la dimension de la tuile
- Croisement des joints (régularité de la pose)
- Prévention à l'arrachement des tuiles par le vent : fixation des tuiles stratégiques, vérification de l'état des planches de rives
- Pose des tuiles faitières



Travail sur la qualité des terres avec les artisans



Maçonnerie de l'arc



Pose des tuiles faitières

## La restitution de la mission

Cette étape clôture la mission. Elle offre l'opportunité de remercier les villageois de leur participation et de leur accueil, et permet de présenter les résultats du travail réalisé collectivement. L'équipe a opté pour une présentation sous la forme d'une exposition photos, affichant des photos prises durant les trois semaines de notre présence et mettant en avant les activités réalisées avec les villageois.

L'objectif principal était de donner la parole aux habitants afin d'avoir un avis sur notre intervention. Les points abordés lors de la réunion furent:

- Rappel des objectifs de la mission
- Récapitulatif de la mission II
- Remerciements
- Discussion avec les habitants sur leur ressenti par rapport à la mission II



Remerciement et présentation des objectifs de notre intervention



Les villageois se découvrent sur les photos exposées

Cette exposition a été favorablement perçue par la population, et certains furent ravis de se reconnaître sur les photos exposées. La restitution a permis de faire un point avec la population sur nos interventions depuis la première mission, et d'entendre les avis des habitants sur les activités réalisées. Il semblerait que des villageois aient déjà entrepris des travaux de réparations suite aux ateliers pratiques. Un classeur contenant toutes les photos exposées a été remis aux villageois.



Discussion avec le représentant de l'ONG locale

## Bilan de la mission

La première mission avait mis en lumière la nécessité d'un travail sur l'entretien du cadre bâti au regard de la dégradation anormalement rapide des constructions.

Les difficultés financières et techniques pour pouvoir entretenir sa maison contribuant à la fragilité des familles bénéficiaires du programme d'habitat, nos activités de sensibilisation et d'ateliers pratiques durant la mission 2, ont tenté de répondre à ce problème en mobilisant la participation active des acteurs locaux dans le processus d'échange de compétences.

À travers les actions de valorisation des matériaux et des savoir-faire locaux de proximité, nous

voulions rendre accessible à tous l'acte d'entretenir et de réparer sa maison.

La réunion de restitution nous a permis de voir que le processus d'autonomisation de la population a commencé, mais c'est un processus sur le long terme dont les effets ne sont pas prévisibles. Aujourd'hui, il est difficile de mesurer les impacts réels de nos interventions. Mais suite à la visite de la FAP en janvier 2014, il semblerait que certaines personnes se soient approprié les expériences des ateliers pour entretenir et réparer leur maison.

Pour conclure cette mission, l'examen des forces et faiblesses des constructions du projet d'habitat de Tsaratanana fait ressortir les points suivants

### Forces

- Initiatives individuelles pour l'amélioration de l'habitat en lien avec des AGR sont en train de se développer (ex: Four à pain en terre crue, mur de clôture agrandissement de porcherie, etc.).
- Des signes d'appropriation des maisons
- Des habitants prennent soin de l'intérieur de leur maison en matière d'hygiène et d'amélioration.
- L'équipe des enseignants de l'école est soudée et engagée dans l'amélioration de la qualité de vie des habitants.
- L'école est le moteur du village, et un point symbolique respecté par les habitants. Les revenus de nombreux foyers sont liés aux activités de fonctionnement de l'école. (cantine, vendeuses de rue, etc.)
- Mixité au sein de l'école Tsaravoy, des enfants de Tsaratanana et des villages alentours.
- Plusieurs personnes du village ont exprimé leur désir d'autonomie et de pouvoir décider de leur avenir.

### Faiblesses

- État de dégradation important des bâtiments communautaires et des maisons individuelles.
- Mauvaise qualité des matériaux employés pour la construction et les réparations des bâtiments.
- Présence de multiples malfaçons dans la mise en œuvre.
- Contrôle et suivi de chantier insuffisants pendant la construction du village.
- Impossibilité financière et technique pour beaucoup d'habitants à réaliser des travaux de réparation et d'entretien.
- Absence d'alimentation en eau des bornes fontaines, véritable limite pour la pérennisation des activités agricoles.
- Différence entre le niveau de vie des habitants du village de Tsaratanana et ceux des alentours implantés depuis plusieurs générations.
- Plusieurs constructions sont laissées à l'abandon
- Techniques constructives des maisons non reproductibles par les familles bénéficiaires du programme.
- Absence du titre de propriété des maisons, sujet problématique le plus cité qui limite l'engagement des villageois à l'entretien de leur maison
- Insuffisance de la structuration des AGR
- Les villageois n'ont pas été préparés au retrait programmé des ONGs

## Bilan du programme d'habitat

L'avenir des habitants de Tsaratanana est incertain. Face à ce bilan mitigé, l'expérience du village de Tsaratanana est un bon « contre-exemple » de ce qu'il convient de faire pour développer un projet d'habitat. En effet, bien que l'approche initiale, celle du village 1, apparait viable au regard de l'appropriation du village par ses habitants, celle-ci a été « copié-collé » dans une région aux contraintes et enjeux différents, les typologies d'habitats ont été adaptées mais ont réduit le champ des possibles. La formation des villageois et des artisans n'a pas été suivie et n'a pas été efficace, avant pendant et après la construction, allant jusqu'à présenter des risques pour les occupants. La fin du financement de la Fondation Abbé Pierre n'a pas été suffisamment préparée et laisse ainsi les villageois dans une situation confuse. Ainsi, peu d'entre eux étaient informés de la fin de ces financements et l'ont appris lors de la première mission. Encore une fois, cela démontre que le processus d'autonomie n'a pas été suffisamment préparé et pris en compte par les parties prenantes du projet.

Aussi nous avons émis des recommandations qui favoriseraient le processus vers l'autonomie, sont valables pour le contexte du village étudié mais

- Aider les villageois dans le processus d'obtention du titre de propriété. Ce document pourrait être un pas important dans l'appropriation des maisons et l'implication des habitants.
- Renforcer les compétences des habitants en matière d'entretien et d'autoréparation pour tenter de pallier les effets de la mauvaise qualité des constructions.
- La présence d'un responsable de l'association locale dans le village pour créer une vraie transition de la dépendance vers l'autonomie, en

apportant un soutien et des conseils aux villageois et leurs représentants (le transfert de compétences aux villageois pour l'organisation et la gestion collective du village).

- Faire une évaluation de l'activité « développement des AGR » afin de mieux comprendre les forces et faiblesses et ainsi identifier les freins réels plutôt que de persister dans la démarche actuelle.

Enfin, quelques recommandations plus globales ont été faites à la Fondation, elles apportent des éléments de réflexion sur la démarche itérative et l'approche participative du processus qui peuvent être engagés dans le cadre de futurs projets d'habitats :

- La prise en compte des cultures constructives locales dont sont issus les bénéficiaires du projet, par la réalisation d'une étude en amont du projet sur les matériaux locaux employés, les techniques constructives, les savoir-faire existants et sur les modes d'habiter des populations (déjà présentes si il s'agit comme ici d'un déplacement de population)
- Proposer des typologies constructives (matériaux, mise en œuvre, entretien) en adéquation avec les moyens (savoir-faire et financier) des bénéficiaires. Car un procédé trop technique ou trop coûteux, à mettre en œuvre ou à entretenir, est difficilement reproductible, et donc voué à disparaître dans le temps.
- Accompagner le processus de construction par un transfert de compétences qui favorisera l'appropriation et l'entretien et participera à l'autonomie future
- Exiger la mise en place d'un contrôle qualité tout au long du processus de production de l'habitat : matières premières, matériaux, mise en œuvre.

Cette expérience de terrain basée sur une approche contextuelle et itérative, a permis l'application concrète de la méthode et des outils d'analyse de projet acquis durant la formation DSA-terre.

La confrontation de la théorie à un cas pratique a permis de faire des aller-retours entre les besoins des villageois et les potentiels locaux, et ainsi adapter nos interventions tout au long de ce travail pour atteindre l'objectif fixé : participer à la pérennisation des constructions du village.

À travers ces interventions réalisées en fin de projet, nous avons tenté de proposer des modes d'entretien des constructions qui valorisent les matériaux et les savoir-faire locaux, directement accessibles aux bénéficiaires.

Le recours à des ressources locales disponibles à moindre coût a favorisé l'entraide au sein de la communauté villageoise. La proposition d'un nouveau matériau la brique de terre-paille, en valorisant des matières locales abondantes et gratuites, a permis à la population de réévaluer les potentiels de leurs ressources naturelles. .





*Concilier « l'île nature » et « l'île habitée » dans un contexte contraint de forte protection (plus de 40 % de la superficie de l'île), de pression démographique croissante et de retard structurel en matière d'équipements. (Région Réunion, 2012)*

## **La Réunion, un laboratoire vivant**

Cette deuxième partie, aborde la question de la production d'habitat écoresponsable et accessible économiquement à La Réunion.

Dans un premiers temps, l'analyse du territoire permettra d'identifier les multiples aspects liés à la production d'habitat économique et durable, de saisir les stratégies d'aménagement, et de faire émerger les spécificités du territoire, d'analyser les enjeux, les potentiels et les atouts pour la production d'un habitat écoresponsable.

Dans la seconde partie, il s'agit d'explorer la filière du les potentiels des matériaux locaux, dans un contexte de changement climatique et d'une dynamique de maîtrise de l'énergie en cours à La Réunion. Les données sont le fruit d'un travail d'enquête mené auprès d'acteurs de la construction à la Réunion et plus particulièrement des artisans, et d'une recherche documentaires sur les matériaux locaux produits et encore mis en œuvre à La Réunion.

## Présentation du contexte



Que ce soient par les gouvernances locales ou nationales, la Réunion est présentée comme, "l'île intense" où il fait bon vivre. La diversité et la richesse des paysages naturels du territoire, et le rattrapage des standards français (qualité des infrastructures, taux de motorisation élevé) amorcé dès la départementalisation en 1946 et ce, durant ces 50 dernières années, ont permis une amélioration et une standardisation des conditions de vie et de la qualité du logement, et une croissance significative du développement économique et social de la population.

Territoire très exposé aux risques naturels, La Réunion est le département le plus peuplé d'Outre-mer avec une population estimée à 833.000 habitants au 1er janvier 2013 contre 241.000 en 1946, et selon les projections, le cap du million d'habitants serait atteint vers 2030.

Aujourd'hui, à l'ère de la mondialisation et du changement climatique, l'île importe un peu plus de 87% d'énergies fossiles, le bilan des émissions de gaz à effet de serre (GES) des réunionnais est de l'ordre de 5 TeqCO<sub>2</sub>/an<sup>3</sup> (consommation énergétique et carburant). Or, le Plan Climat de la France précise l'objectif d'émissions attendues pour chaque français d'ici à 2050, en le fixant à un peu moins de 2 TeqCO<sub>2</sub>/an toutes activités confondues<sup>4</sup>.

Avec 25% de population supplémentaire attendue d'ici 2030 nécessitant la construction de 180.000 logements supplémentaires, La Réunion s'est engagée dans une gestion et un aménagement durables de son territoire, espace insulaire contraint.

.....  
<sup>3</sup> Observatoire de l'Énergie Réunion, Bilan énergétique de la Réunion  
2012, édition 2013, Mafate, cœur du Parc National de la Réunion

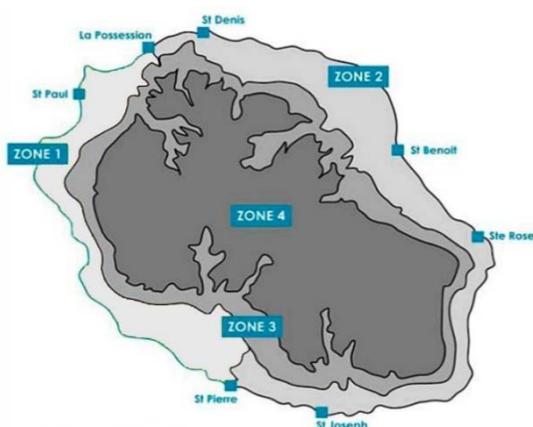
<sup>4</sup> <http://www.reunion.developpement-durable.gouv.fr/bilan-carbone-r-de-la-deal-reunion-a253.html>

## Les spécificités et contraintes d'un territoire insulaire

L'île de la Réunion, est issue de la succession d'éruptions volcaniques sous-marines amorcées il y a des millions d'années. La stratification de ces couches de laves refroidies a formé une montagne dans l'océan, le Piton des Neiges, aujourd'hui éteint. Un deuxième volcan, le Piton de la Fournaise apparut un peu plus tard, fait partie des volcans les plus actifs du monde.

Les pluies et les vents ont façonné durant des milliers d'années cette île jeune, qui est soumise à d'importants mouvements de terrain. Les deux massifs accolés, au relief escarpé, le paysage se caractérise par une succession de pentes, vallées et ravines encaissés, falaises littorales, remparts de près de 1 000 m de haut. Au centre de l'île, les trois cirques, Cilaos, Mafate et Salazie, formés suite aux grands effondrements et mouvements de terrain, offrent des espaces intérieurs fermés par de hauts remparts naturels. Les trois cirques forment un as de trèfle autour du Piton de Neiges, mais chacun d'eux présentent ses particularités. La présence de deux grands massifs volcaniques sur un territoire à la surface réduite 2512km<sup>2</sup>, est une richesse rare.

Le relief abrupt a considérablement limité l'accessibilité et la possibilité d'urbanisation des « Hauts » et du centre de l'île, et une grande partie sud du territoire n'est pas aménageable du fait de la présence du Piton de la Fournaise. Toutes ces contraintes ont entraîné un développement de l'espace urbain et de l'activité humaine principalement sur les zones côtières Ouest, Nord et Est de l'île. Aujourd'hui, on estime que 85 % de la population réunionnaise vit sur un territoire côtier large de quelques kilomètres.



Zones climatiques distinguées par l'outil Bâtiment PERENE (8)

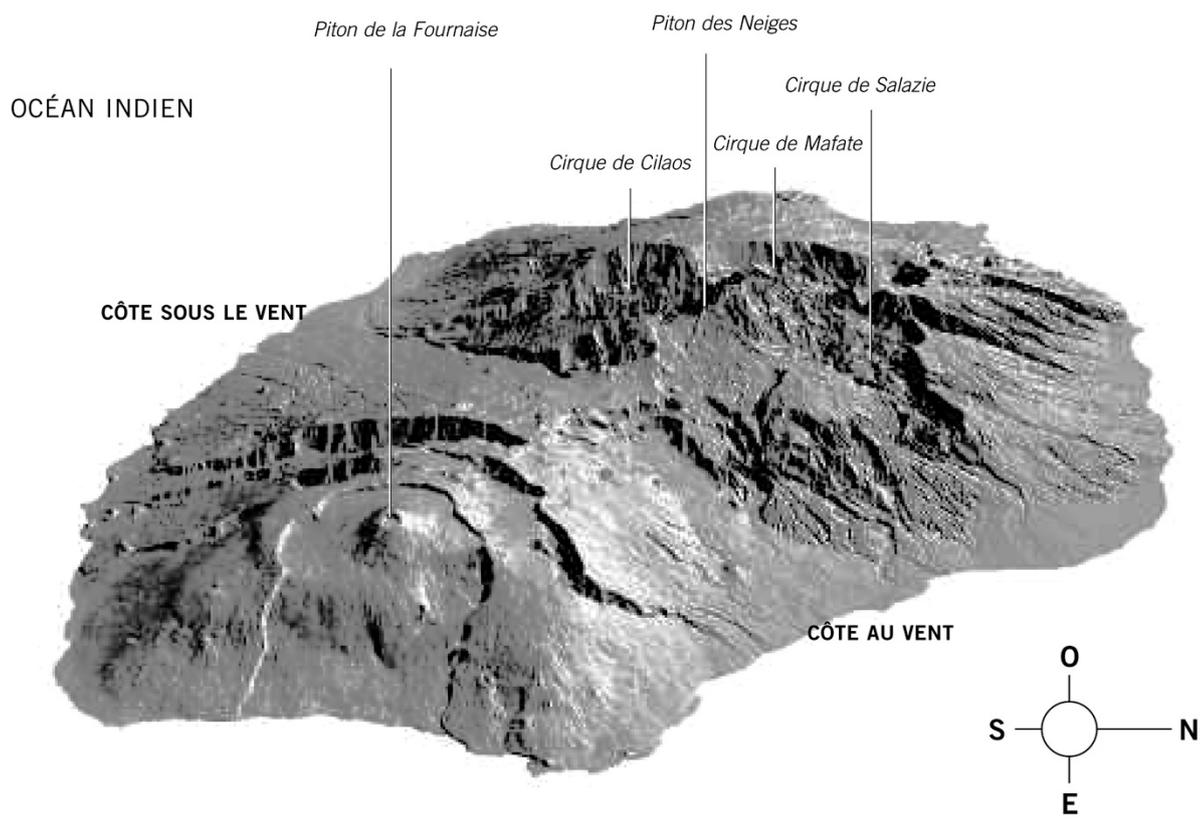
### Un climat tropical, océanique montagnard

La présence et la dimension des deux volcans associés à l'influence océanique, conditionnent aussi le climat de l'île.

À l'est, la « côte au vent » est soumise à l'influence des entrées maritimes. Ainsi, la façade orientale du Piton de la Fournaise est l'une des régions les plus arrosées au monde, en raison de son exposition et de ses fortes pentes. En une année, un record de pluie supérieur à 18 mètres a été enregistré sur son versant sud-est, à 1 600 m d'altitude. À l'inverse, l'ouest de l'île, aussi appelé « côte sous le vent » et protégé par le relief, est relativement abrité des alizés et des précipitations. Mais l'île présente aussi la particularité de posséder une multitude de microclimats, et sur chaque versant, plus on monte en altitude, plus les températures diminuent. Au-delà de 1800m, le climat est tempéré, avec des températures qui peuvent descendre en-dessous de 0°C durant l'hiver austral, et provoque régulièrement l'apparition d'une couche de givre sur les plus hauts sommets. Ainsi, on ne vit pas de la même façon dans les Bas, où la priorité est la protection solaire, la recherche d'ombre et d'air frais, alors que dans les Hauts de l'île, à l'opposé, on cherche à se protéger du froid et de l'humidité.

### Riche et précieuse biodiversité

La création du Parc National de la Réunion, depuis 2007, en valorisant la topographie exceptionnelle et unique de l'île, la biodiversité et les espaces naturels des Hauts, a permis la reconnaissance internationale des reliefs montagneux de l'île. Le cœur du Parc, troisième bien naturel français, a été classé Patrimoine mondial de l'UNESCO sous l'intitulé « Pitons, cirques et remparts de l'île de la Réunion ». Le cœur du Parc s'étend sur 105 400 hectares (42 %) et son aire d'adhésion de 87 800 hectares qui regroupe les 24 communes de l'île, recouvrent 77 % de la superficie totale de l'île.



Sources : Modèle numérique de terrain. Parc national de La Réunion - Document Institut Géographique National



Profil de l'île - itinéraire de « la diagonale des Fous »

## Histoire, évolutions et mutations d'un peuple métissé

La Réunion a fêté les 350 ans de son peuplement en 2013.

Les premiers habitants, arrivés en 1663, ont découvert un territoire vierge à la végétation luxuriante, disposant des éléments favorables à leur implantation permanente. Baptisée l'île Bourbon par la France, ce territoire est concédé à la Compagnie des Indes, pour assurer le commerce avec les Indes orientales. Au siècle suivant, l'importation de la culture du café pour répondre à la demande des cours européennes, a mis en place une société alimentée par la traite d'esclaves pour ériger de grandes plantations. Transformant le paysage, les premières villes prennent forme, les forêts reculent pour laisser place à l'agriculture.

En 1764, la France rachète l'île Bourbon, et introduit une nouvelle culture, la canne à sucre, qui caractérise encore aujourd'hui le paysage.

En 1848, la France accorde la liberté aux esclaves de l'île. Les anciens esclaves refusant de travailler pour leurs anciens maîtres, les propriétaires font appel à une main-d'œuvre d'engagés venant de l'Inde. Au début du 20ème siècle, la canne à sucre traverse plusieurs crises, auxquelles s'ajoutent les effets de la Deuxième Guerre mondiale, qui rappelle durement la situation d'éloignement et de dépendance de l'île, par une pauvreté généralisée.

En 1946, l'île devient un département d'outre-mer, mais la situation n'évoluera qu'à partir des années 60, suite à alignement progressif sur le cadre législatif et réglementaire national. Il s'ensuit une croissance économique soutenue, avec un rattrapage conséquent aux niveaux des infrastructures et équipements.

En 1992, La Réunion devient une Région Ultrapériphérique de l'Union européenne, et bénéficie désormais du soutien de l'Europe.

### Le peuple réunionnais

L'identité créole est née de la rencontre des cultures diverses issues des étapes successives du peuplement : des colons français, des esclaves malgaches et africains, des engagés indiens, chinois et indo-musulmans. Aujourd'hui, la coexistence pacifique de toutes ces cultures et religions, fait de La Réunion un exemple vivant de la tolérance, dans un monde en proie aux conflits interreligieux.

### Dépendance forte à l'Hexagone

Depuis 350 ans, l'île est rattachée à la France, d'abord colonie puis département, le statut a peu changé la réalité de la dépendance aux investissements nationaux. Éloignée et isolée, La Réunion reçoit de la métropole les moyens de son développement et fait figure de référence face aux îles voisines indépendantes, qui comptent comme Madagascar et les Comores parmi les plus pauvres du monde.

### Des mutations sociales, culturelles et économiques

Depuis la départementalisation, l'amélioration et le renforcement des services publics ont permis une modernisation et une occidentalisation de l'île. LA transformation de la société s'est traduit par l'exode rural entraînant une urbanisation accélérée, ainsi qu'une diminution progressive de la production de canne à sucre et des traditions qui y étaient liées.

Malgré le handicap de l'éloignement des sources d'approvisionnement, l'économie locale s'est structurée pour créer une industrie de transformation pour substituer ses produits à une partie des importations.

La diversification de l'agriculture permet de couvrir environ 75% des besoins alimentaires en produits frais. Les secteurs primaires et secondaires ne représentent que 20% de la valeur ajoutée produite localement, le secteur tertiaire est le principal moteur de l'économie insulaire. Cependant, l'activité reste dépendante des transferts publics nationaux et européens, les recettes de l'exportation ne représentant à peine 10% de la valeur des importations. Le tourisme a connu un essor, dans les années 90 et 2000, mais ce secteur est en difficulté depuis ces dernières années (chikungunia, crise requins, crise 2008).

*Je ne suis pas Blanc  
Non je ne suis pas Noir  
Ne me racontez pas d'histoires  
Mélé de Cafres de Yabs et de  
Malbars  
Je suis de l'ethnie « pure  
bâtard »*

*Mwin pa blan  
Non mwin pa nwar  
Tarz pa mwin si mon listwar  
Tortiyé kaf yab malbar  
Mwin nasyon bann fran batar*

*Batarsité, paroles de Danyel Waro*

## La Réunion, île verte, île solaire

La situation géographique et la géologie active de l'île (volcanisme, érosion, mouvements de terrains), sont favorables à une exposition importante aux aléas naturels, et ont eues des répercussions à la fois sur l'occupation de l'espace mais aussi sur les modes de construction de l'habitat.

Ainsi, l'espace aménageable disponible, et présentant peu de risque ne représente qu'une surface réduite. Toutes ces spécificités, qui font de la Réunion un territoire remarquable sur de nombreux plans, sont autant de contraintes, qui influent directement sur la disponibilité des terrains aménageables et sur leur coût ; ceux sont autant de caractéristiques avec lesquelles, les aménageurs, les constructeurs et la population ont dû et doivent composer pour construire la ville réunionnaise.

Dès 1984, « Habitat et climat à la Réunion, Construire en pays tropical humide », explore la question de la consommation énergétique des constructions.

*« L'analyse des pourcentages de consommation par poste d'utilisation domestique montre que éclairage + climatisation + chauffage de l'eau représentent environ 35% de la consommation avec une augmentation annuelle importante. En effet le nombre d'abonnés domestiques doit passer de 83.810 en 1980 à 140.000 en 1990! Pour garder une autonomie de production de plus de 95%, il faudra donc développer le chauffe-eau solaire, la climatisation passive et, à plus long terme, active (climatisation .solaire), l'éclairage basse énergie et apprendre à économiser l'énergie ... [...]Il n'en reste pas moins une impérieuse nécessité d'économiser l'énergie pour l'avenir et peut être d'éviter une centrale à charbon (envisageable pour l'an 2000).*

*Songeons en effet qu'à l'heure actuelle la part seule de climatisation dans la consommation des ménages est voisine de 7% et qu'une bonne conception thermique de l'habitat pourrait faire économiser en plus, par effet induit, environ 2,5% (moindre consommation des réfrigérateurs, congélateurs, ventilateurs, aérateurs, etc ... ). [...]Cette diminution passe par la conception d'un habitat ne piégeant pas les calories, qui laisse jour et nuit, et surtout le soir, un confort thermique acceptable, éliminant l'emploi des climatiseurs et améliorant les rendements des appareils ménagers.»*

Aujourd'hui, ce constat est d'autant plus valable que La Réunion connaît un développement croissant et rapide, mais ne dispose ni de pétrole ni de gaz, cette situation, lui confère une dépendance forte aux énergies fossiles importées.

Toutefois, l'île dispose de ressources naturelles, soleil, eau, vent et biomasse. C'est dans ce contexte, que le projet de la Région Réunion « 2030 : Réunion île solaire » vise l'autonomie énergétique de l'île d'ici 2030. Avec ce projet très ambitieux, La Réunion se veut être un laboratoire d'expérimentation et d'innovation dans la démarche de maîtrise de l'énergie et de construction durable.

### 1 million de réunionnais en 2030

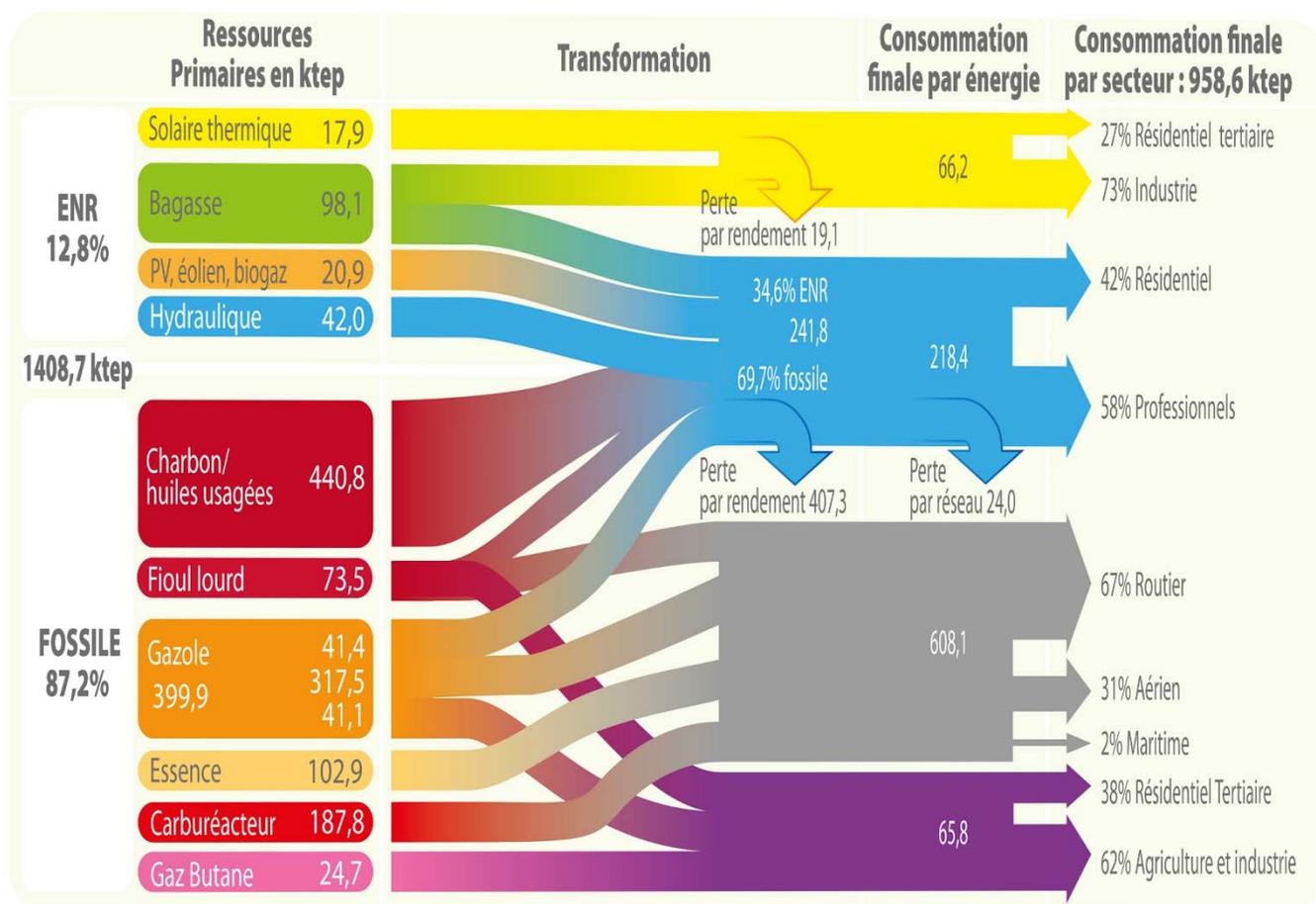
Malgré la croissance économique qu'a connue l'île ces 50 dernières années, un problème majeur est le manque d'emploi structurel et un taux de pauvreté peine à reculer. La situation est telle qu'aujourd'hui près de 6 jeunes sur 10 sont sans travail. Les effets conjugués du solde naturel positif et solde migratoire excédentaire, la population a fortement augmenté depuis 30 ans, mais le développement de l'activité n'a pas pu absorber l'arrivée des nouvelles générations sur le marché de l'emploi.

Un défi de plus à relever par les responsables locaux, pour loger et fournir des emplois à près de 100 000 à 150 000 habitants supplémentaires d'ici 2030.

Suivi du taux de dépendance énergétique de 2000 à 2012 :

2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
84,7%	85,7%	85,3%	84,6%	85%	87,1%	86,8%	87,4%	87,1%	87,7%	87,5%	88,3%	<b>87,2%</b>

Source : ARER, Bilan énergétique de La Réunion, 2012



## Les dynamiques démographiques et la crise du logement

Une étude sur les dynamiques démographiques à la Réunion, a été menée par la Fondation Abbé Pierre en 2013, dans le cadre de son rapport sur le Mal-logement dans l'île. À travers cette étude comparative avec la situation métropolitaine, les particularités actuelles de l'île ont été observées.

La population réunionnaise est une population jeune, avec près d'une personne sur deux qui est âgée de moins de 30 ans (47 % contre 36 % en métropole). Cette situation est issue d'une population avant tout familiale et d'un solde naturel trois fois supérieur à celui de la métropole et d'un nombre de familles nombreuses plus élevé à la Réunion (2,9 personnes contre 2,3). Ainsi la croissance de la population réunionnaise se fait à un rythme 2 à 3 fois plus soutenu que celle de la croissance métropolitaine (+ 1,5 %/an à la Réunion contre environ 0,6 %/an en métropole). À cette croissance soutenue, s'ajoute un processus de desserrement des ménages, divisant la taille des ménages par deux en un demi-siècle (5 personnes par ménage dans les années 60). Durant cette période, la population réunionnaise a quasiment doublé, mais les besoins en logements ont, eux, été multiplié par quatre.

Ainsi selon les projections de l'INSEE, la transition démographique à la Réunion se caractérisera, par un vieillissement de la population, un ralentissement démographique et une diminution du nombre de personnes par ménage.

Au besoin quantitatif de logements, il faut donc ajouter l'évolution de la nature des besoins à prendre en compte. En effet, trois phénomènes ont été observés durant ces dix dernières années, qui traduisent le besoin d'adaptation des typologies des logements futurs : l'augmentation des familles monoparentales (plus d'une famille sur 5), le vieillissement croissant (la part des personnes âgées ne cesse d'augmenter) et l'affirmation des

ménages d'une personne (conséquence du vieillissement et des ruptures familiales)<sup>5</sup>.

La persistance de besoins intenses en logements est d'autant plus confirmé que les perspectives démographiques locales prévoient 150 000 personnes supplémentaires d'ici 2030. Pour faire face à cette pression, ce sont 9000 logements à construire par an qui sont attendus sur la période de 2010/2030 pour à répondre à ces besoins nouveaux.

## L'aménagement et étalement urbain renforce l'aléa et la vulnérabilité

Ainsi le relief, le climat et les « forces de la nature » ont fortement contraint l'installation des hommes, sur ce territoire vierge à l'origine. Mais l'homme, dans sa quête de nouveau territoire, est parvenu à conquérir, à aménager ce territoire, aux prix de grands travaux, pour construire la ville réunionnaise principalement sur le littoral, qui progresse largement sur les mi-pentes.

Le parc de logement à La Réunion est constitué de l'observation et la compréhension des mutations de l'espace urbain à la Réunion, ont fait l'objet de nombreuses études depuis plus d'un demi-siècle (Defos Du Rau, 1960 ; Cadet, 1980) et plus récemment par l'Agence pour l'Observation de la Réunion, l'Aménagement et l'Habitat (AGORAH). Une des dernières études a procédé à l'analyse de l'évolution de l'étalement urbain, en identifiant trois grandes typologies des espaces habités réunionnais : les zones denses, les zones étalées et dispersées.<sup>6</sup>

En 2008, la tâche urbaine à la Réunion, s'étendait sur 27 380ha, soit un peu plus de 10 % du territoire. Entre 1997 et 2008, il y a eu une augmentation de 27 % de la tâche urbaine, mais la densité reste faible, 11logements/ha pour les zones denses. Les zones denses comptaient seulement pour 22 % de la tâche urbaine alors que les zones étalées représentaient 56 %. Les zones « dispersées » étaient en diminution, l'habitat isolé représentant

<sup>5</sup> La Fondation Abbé Pierre, L'état du mal-logement en France, la Réunion un éclairage régional, Une mobilisation partenariale indispensable, 2013

<sup>6</sup> Les zones denses sont caractérisées par une forte emprise au sol des bâtiments : petites parcelles, forte densité, espace structuré et souvent polyfonctionnel, qui se traduit par la présence d'immeubles ou d'habitat individuel dense.

Les zones étalées sont presque exclusivement de l'habitat individuel peu dense. Les parcelles sont grandes, la présence de terrains vacants et de dents creuses y est une constante.

Les zones dispersées sont le regroupement de quelques constructions isolées, caractérisées par la vie rurale, le mitage et une amorce d'urbanisation. (ASCONIT, 2012)

20 % de l'ensemble urbain en 2008 contre 22 % en 2003 et 26 % en 1997<sup>7</sup>.

L'étalement urbain s'explique par l'absence, pendant une longue période, d'outils de planification et de mise en application des réglementations en matière d'occupation du sol, mais aussi par une croissance démographique soutenue depuis le peuplement de l'île, ce qui a favorisé le développement de quartiers d'habitats spontanés, en périphérie des centres villes.

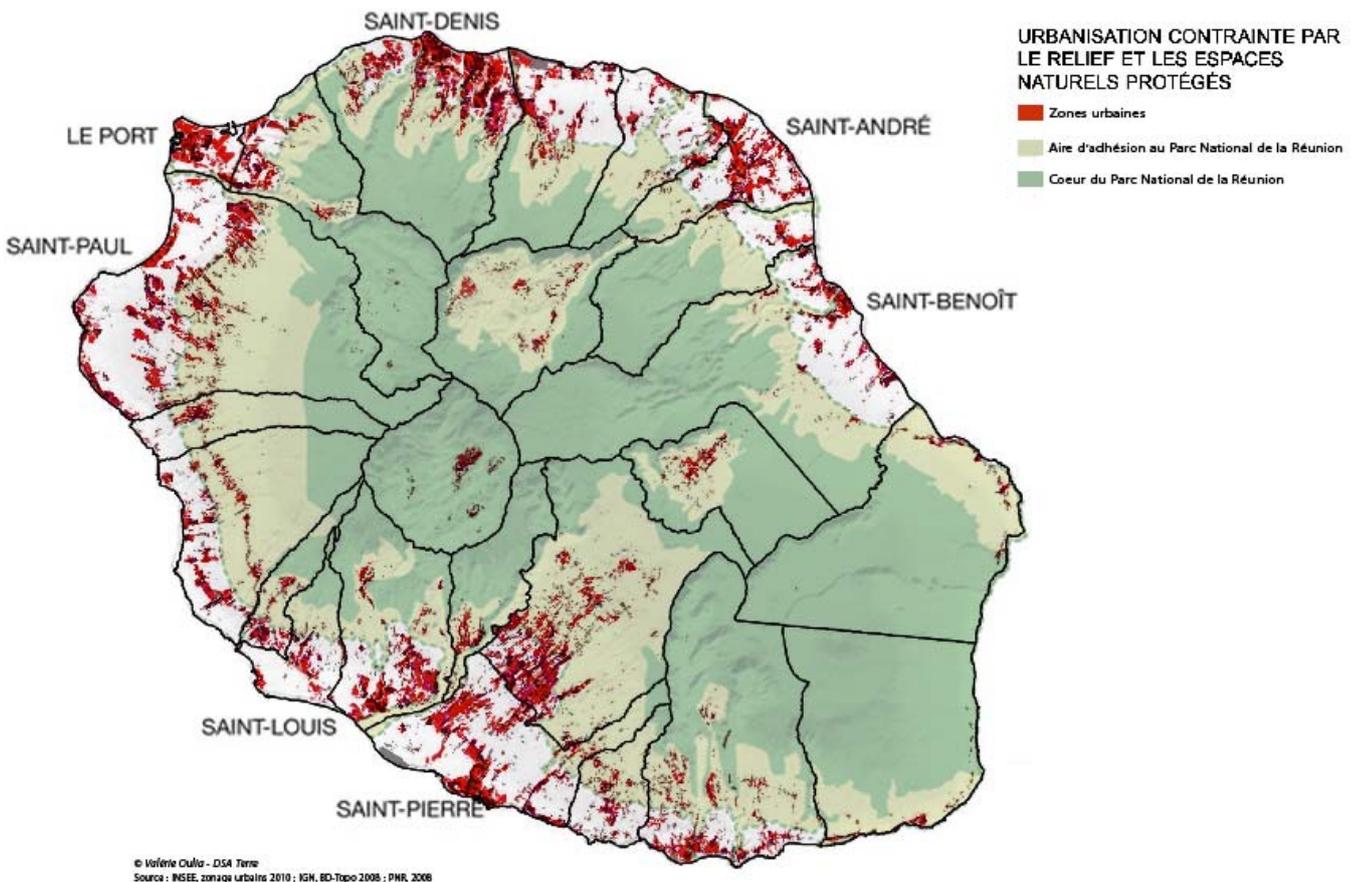
Le Schéma d'Aménagement Régional (SAR) approuvé en 1995, a été révisé en 2010. Les principaux objectifs, ont été définis :

- la densification des villes et la structuration des bourgs
- la réduction de l'exposition de la population aux risques naturels en anticipation des changements climatiques.

La mise en œuvre des Schémas de Cohérence Territoriale (SCOT) du Plan local d'urbanisme (PLU) et du Plan de Prévention des Risques naturels (PPRn) pour chaque commune, convergeraient vers cet objectif primordial de maîtrise de l'occupation de l'espace et des activités humaines en prenant en compte les aléas naturels.

Toutefois, bien que le processus de densification soit amorcé, la lenteur et les lacunes de la mise en application des outils et dispositifs réglementaires liés à l'occupation du sol, se traduisent encore aujourd'hui, par un phénomène d'étalement qui reste constant, avec l'apparition et la persistance de quartiers d'habitat spontané et insalubres (estimé à environ 1500 constructions sans permis par an), une forte demande en logement sociaux et par une pression foncière sur les espaces agricoles et naturels.

Ainsi, l'espace urbain réunionnais était et reste peu dense et étalé, avec peu de prise en compte des phénomènes climatiques et géologiques. Des



<sup>7</sup> Asconit / Pareto, Profil environnemental de la Réunion - DEAL, 2012,

évolutions spatiales sont en cours et la croissance urbaine progresse :

- par densification, plus de la moitié de l'augmentation de l'emprise au sol (51 %) a eu lieu au sein même de la tâche urbaine de 1997
- par extension de la tâche urbaine existante, augmentation de la zone urbanisée en altitude au-delà de la bande 100-300m.

L'obligation de tenir compte des risques naturels dans les politiques d'aménagement du territoire, s'est traduit par la mise en place des Plans de Prévention des Risques Naturels (PPRN) inondations et glissement de terrain sur toutes les communes de l'île. Cependant, bien que ces textes réglementaires doivent contribuer à maîtriser l'étalement urbain, ils participent aussi à réduire un peu plus le foncier disponible.

Une des conséquences de l'étalement urbain et d'une maîtrise insuffisante de l'usage des sols, est un éloignement toujours croissant des ménages les plus modestes par rapport aux centres urbains et économiques, la rareté et le coût du foncier amplifie leur difficulté à se loger, même en habitat collectif.

### **Une demande en logements économiques importante et constante**

*"Pour l'année 2014, les chiffres de la Fondation Abbé Pierre sont alarmants.*

*En effet, La Fondation Abbé Pierre a comptabilisé 3,6 millions de Français confrontés à "une problématique aiguë" de mal logement. Une situation qui s'aggrave d'année en année. A la Réunion, on estime que 25.000 foyers, soit 60.000 personnes, sont confrontés à une situation d'habitat indigne."*

*La Fondation Abbé Pierre s'est basée sur "cinq grandes formes" de mal logement pour établir cet éclairage régional : absence de logement, problème d'accès au logement, logement indigne, difficulté à se maintenir dans un logement et mobilité réduite. En effet, la Fondation a comptabilisé environ 270 personnes sans domicile fixe, 2580 jeunes en situation de logement précaire. Aujourd'hui à la Réunion, 800 places en hébergement ou logement temporaire sont disponibles, un chiffre stable depuis 2010.*

*La difficulté d'accès au logement est un des problèmes soulevés par la Fondation. "La demande de logement tourne entre 20 et 25000. Mais avec un taux de rotation à 9% (capacité à pouvoir changer de logement nldr) en plus des logements construits par an, on estime qu'un ménage réunionnais à une chance sur quatre d'accéder aux logements sociaux. Une situation qui n'est pas acceptable surtout par rapport à la forte croissance démographique à venir à la Réunion", rappelle Thierry Hergault, directeur de la Fondation Abbé Pierre à la Réunion.*

*Mais la plus grande bataille à mener reste la politique d'amélioration et de résorption de l'habitat indigne à la Réunion. "Même si la situation s'est améliorée grâce à la RHI (Résorption de l'habitat insalubre). Un logement sur 10 est aujourd'hui touché, soit 60 000 personnes (25.000 logements) confrontées à l'habitat indigne", explique-t-il.*

*"C'est une alerte et un coup de gueule que l'on lance", lâche le directeur de la Fondation Abbé Pierre. "Je m'adresse aux acteurs du logement pour qu'ils trouvent des solutions. L'urgence est là et ce sera pire demain. Pour le moment tout le monde reste de son côté, alors qu'il faut avoir une démarche partenariale. Il faut mettre en place une politique de construction soutenue, durable et adaptée aux capacités réelles des ménages. C'est un impératif pour une amélioration progressive des conditions d'existence", conclut-il.*

[s.d.] Fondation Abbé Pierre : "60 000 réunionnais confrontés à l'habitat indigne". [en ligne] Disponible sur <[http://www.zinfos974.com/Fondation-Abbe-Pierre-60-000-Reunionnais-confrontes-a-l-habitat-indigne\\_a56004.html](http://www.zinfos974.com/Fondation-Abbe-Pierre-60-000-Reunionnais-confrontes-a-l-habitat-indigne_a56004.html)> (consulté le 25/04/14)

## La crise du logement participe à l'aggravation des inégalités sociales

La crise du logement, se traduit par une carence importante en logement, en particulier dans le logement social, mais aussi par la persistance d'habitats insalubres malgré une amélioration considérable des conditions de vie et de la qualité des constructions.

Les chiffres présentés par la Fondation Abbé Pierre, en janvier 2014, sont alarmants, on estime que 25 000 foyers, soit 60.000 personnes qui sont confrontés à une situation d'habitat indigne sur tout le territoire.

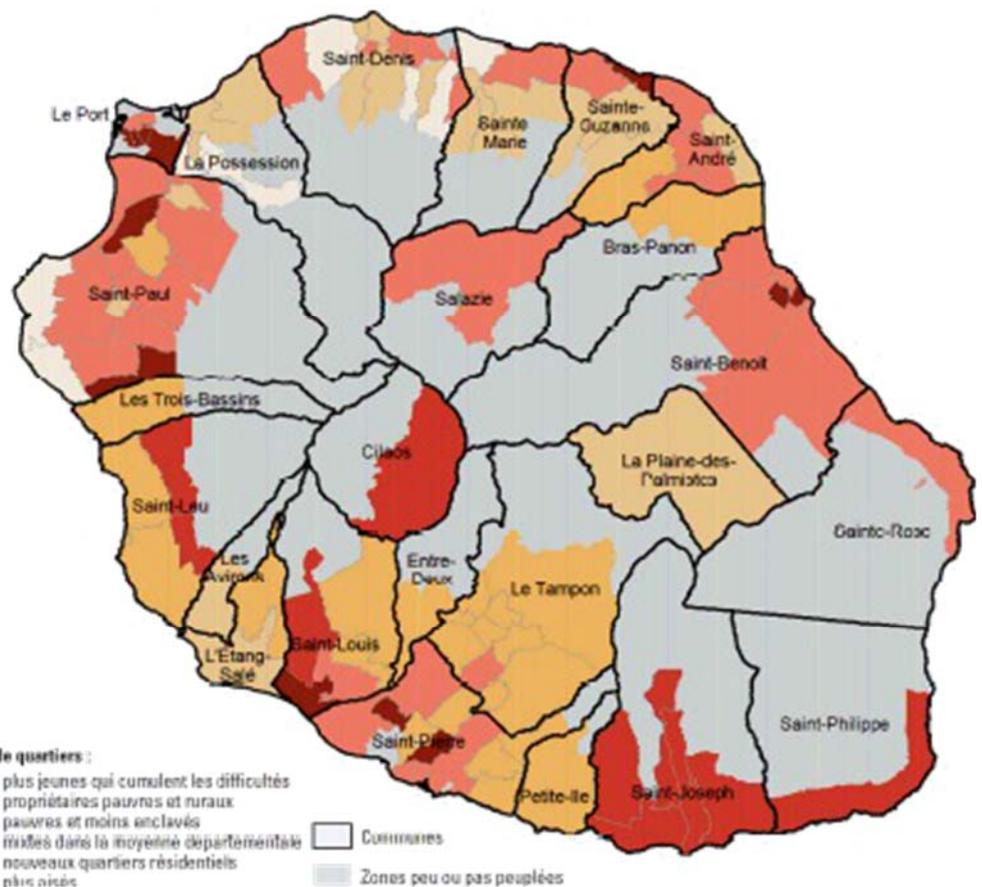
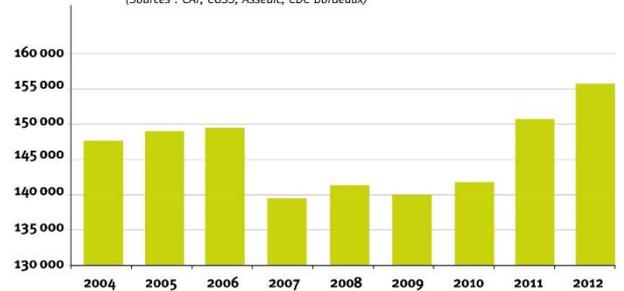
À cela, les dernières données publiées par l'INSEE, confirment une augmentation du taux de pauvreté à 42 % (revenu médian de 920€ contre 1520€ en métropole) et du taux de chômage, 30 % au 1<sup>er</sup> trimestre 2014, qui atteint un record parmi les départements français. On estime que 70% des ménages est éligible au logement social.

Ainsi, le logement social, représente un enjeu d'intégration important pour La Réunion :

- tant sur le plan social en permettant l'accès à un logement digne aux ménages les plus modestes,
- que sur le plan économique en générant de l'emploi et de la valeur ajoutée.

Cependant, la production de logements sociaux a fortement chuté dans l'île depuis les années 2000, alors que la demande ne cesse de croître.

Nombre d'allocataires de minimas sociaux entre 2004 et 2012  
(Sources : CAF, CGSS, Assedic, CDC Bordeaux)



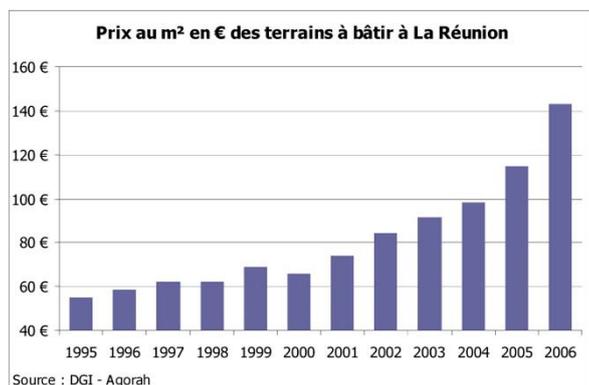
Sources : Insee ; Département © IGN

## La question foncière, un obstacle à la production de l'habitat

L'acquisition de foncier est un élément essentiel dans la production d'habitats. Or, comme vu précédemment, les contraintes structurelles et géologiques et les zones à risques rendent toujours difficile l'acquisition de fonciers pour les opérations de logements.

On comprend ainsi que la pression démographique s'accompagne d'une mutation des usages du sol, et soulève des questions économiques et politiques liées aux enjeux fonciers.

Selon une étude de l'AGORAH, le prix du foncier a été multiplié par 6 entre 1998 et 2008, augmentant par conséquent les coûts de la construction et des logements que ce soit à l'achat ou à la location. En effet, l'absence de contrôle des coûts des terrains aménageables et de la construction, ont conduit à une situation où les terres les mieux situées ont atteint des prix considérables.



Pour atteindre cet objectif essentiel, que représente l'acquisition de foncier, depuis 2002, la Réunion s'est dotée d'un Établissement Public Foncier (l'EPFR). Cette structure est compétente pour acheter du foncier pour le compte de ses membres, en vue de constituer une réserve foncière pour la réalisation d'opérations relevant de missions d'intérêt général : logements sociaux, équipements publics, activités économique et touristique.

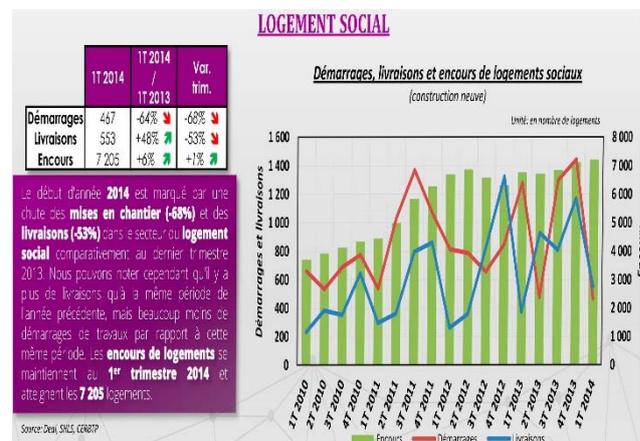
Suite à un programme de construction « 30 000 logements sociaux d'ici 2013 », lancé par le Conseil Général en 2008, l'EPFR devait, au regard des enjeux

annoncés, acquérir 650 hectares de terrains. Or, de 2009 à 2013, 240 terrains ont été achetés soit une surface cumulée de 160 hectares pour un montant de 130 M€<sup>8</sup>. L'objectif de production de 30 000 logements sociaux n'a pas été atteint et le besoin quantitatif d'environ 7 000 logements sociaux à construire par an et la demande restent constants.

## Le logement locatif social et les opérations de résorption d'habitats insalubres (RHI)

La demande annuelle de logements sociaux non satisfaite serait de l'ordre de 23 000 à La Réunion, soit 9 % des ménages réunionnais. L'insuffisance de l'offre se concentre en particulier dans les principaux centres urbains et bassins d'emplois, zones où le marché locatif est particulièrement tendu. En effet, après une période de croissance de la production de logements sociaux, une baisse considérable a été enregistrée avec seulement 1500 logements locatifs sociaux livrés en 2008 face à un besoin estimé à 5000 logements sociaux par an. Or, cet objectif semble difficile à atteindre : « *Le financement du logement social nécessiterait environ 195 millions d'euros à la Réunion, soit trois fois plus qu'aujourd'hui* », affirme Huguette Bello.<sup>9</sup>

La loi Solidarité et Renouvellement Urbain (SRU), prévoit l'obligation de construire 20 % de logements sociaux dans une commune de plus de 3.500 habitants, cette tâche est dévolue au maire de chaque commune. La Députée-maire de la commune de Saint-Paul, mettait là en avant, les difficultés des acteurs locaux d'entreprendre des opérations de logements sociaux, alors qu'ils ne disposent pas des financements nécessaires pour



<sup>8</sup> EPFR, lettre d'informations, Terrains d'avenir, décembre 2013

<sup>9</sup> DELARUE, Julien. « H.Bello: "Comment l'Etat va financer le logement social?" » In : Zinfos 974, l'info de l'île de La Réunion [En ligne], [s.l.]: [s.n.], Dimanche Juillet 2011. Disponible sur: < [http://www.zinfos974.com/H-Bello-Comment-l-Etat-va-financer-le-logement-social\\_a30735.html](http://www.zinfos974.com/H-Bello-Comment-l-Etat-va-financer-le-logement-social_a30735.html) > (consulté le 20 juillet 2014)

réaliser les nombreux projets en attente, et notamment pour les opérations de résorption d'habitats insalubres (RHI).

Aux contraintes et difficultés rencontrées dans le secteur libre, s'ajoutent des contraintes financières et réglementaires qui ne facilitent pas la mise en chantier des opérations de logement social et du dispositif RHI.

Ceux-ci se retrouvent limités par :

- les difficultés d'acquisition ou de régularisation foncières,
- des contraintes liées à l'assainissement et à la loi sur l'eau,
- les contraintes réglementaires liées au temps de révision des documents d'urbanisme en vigueur,
- l'abandon d'opérations et la non-réalisation des opérations de petite taille pour des raisons de coût ou de non portage politique réel, ou d'appels d'offre infructueux
- la lenteur du montage des opérations d'amélioration de l'habitat, dont le délai, de 20 à 21 mois, entre le dossier administratif et le démarrage des travaux.
- l'évolution de la composition des ménages, qui évolue plus vite que la construction des logements,
- les opérations de RHI sont déficitaires et engendrent des surcoûts pour les communes de plus de 20 %, encore une fois ceux sont les coûts du foncier et des travaux qui sont mis en cause.

Après une reprise suite à la loi de défiscalisation en faveur du logement social, l'objectif de 4 000 logements sociaux à presque été atteint en 2011. Cependant, les chiffres de 2014 pour les nouvelles opérations de logements sociaux ne semblent pas suivre la tendance.

### **L'appareil de production de logement impacté par la crise de 2008**

Le secteur de la construction est un des principaux employeurs de l'île, la crise financière mondiale de 2008 a eu des impacts à l'échelle du territoire par la perte de 7000 emplois. Fin 2011, on comptait 17 897 emplois dans le secteur contre 25 000 en 2008.

Le secteur de la construction est composé de quelques grands groupes intervenant dans le gros œuvre et d'une multiplicité d'entreprises de très petite taille, qui dépendent fortement de la sous-traitance des grands groupes.

Ces entreprises dépendent majoritairement de la commande publique qui représente 85% de leur activité.

Selon une estimation de la Fédération Réunionnaise du Bâtiment et Travaux Public (FRBTP), la création d'un logement permet de créer 1,7 emploi.

Ainsi, la production d'habitat est un des leviers de – développement de la Réunion. Actuellement, ce secteur d'activité, est contraint et limité et semble avoir des difficultés à retrouver une dynamique de production post-crise 2008. Pourtant, il est le garant d'un accès à un logement de qualité et financièrement accessible.

Quelques chiffres du BTP pour le premier trimestre 2014 (CERBTP, 2014)

- 1734 autorisations de construire (tous types confondus)
- 467 logements sociaux mis en chantier, - 68 % par rapport au dernier trimestre de 2013
- 553 logements sociaux livrés, -53 % par rapport au dernier trimestre de 2013)
- 7205 logements sociaux en chantier, soit + 1 % par rapport au dernier trimestre de 2013
- 15 272 emplois
- 2664 entreprises (adhérentes à la CCP BTP)
- 18 267 demandeurs d'emplois
- 606 offres d'emplois
- 22 000 tonnes de ciments importées,
- 31 000 tonnes de clinker importées

## SWOT Secteur de la construction à La Réunion

### Forces

- Secteur important de l'économie, 17000 emplois directs + 1,3 milliards € de chiffre d'affaires
- Présence d'un tissu de PME porteur de savoir-faire
- Secteur dépend fortement de la commande publique (85% du volume de l'activité)
- Quelques réseaux de professionnels existent, SPIR (professionnels de l'isolation), PME,
- Présence de structures publiques R&D
- Soutien financier (public et privé) de projets pilotes
- Compétences locales dans le domaine BTP et matériaux

### Faiblesses

- Filière fragmentée et fragile (monopole et atomocité des PME)
- Difficultés pour le changement de pratiques
- Difficultés d'émergence des matériaux biosourcés
- Peu de prise en compte des enjeux de la MDE (retard en matière de consommation des bâtiments) malgré le contexte de dépendance énergétique
- Secteur dépend beaucoup de la commande publique (65% du volume de l'activité)
- Manque de coordination entre les différents acteurs et filières
- Inertie des politiques et des administrations qui limite le développement des filières courtes
- Diffusion culturelle des projets pilotes insuffisante
- Pas de filière de matériaux biosourcés

### Opportunités

- Contexte favorable du Grenelle de l'Environnement pour la réduction énergétique du bâti (division par 6 de la consommation à terme)
- Aide accordée pour la rénovation énergétique du bâti qui devrait dynamiser la filière
- Nouvelles réglementations et normes : RTA DOM, BBC, HQE, etc
- Structuration d'une filière dédiée en cours
- Création d'emplois et de nouveaux métiers

### Menaces

- Difficultés à conserver et valoriser les savoir-faire traditionnels
- Résistance au changement des acteurs en place
- Persistance des habitudes des usagers
- Incapacité de la filière à se structurer et à mutualiser les connaissances, à créer des synergies entre les différents acteurs
- Arrêt des gros chantiers
- Incapacité des projets pilotes à basculer en phase de « déploiement »

La politique de l'habitat s'inscrit plus largement dans le cadre des politiques d'aménagement du territoire et d'urbanisme, et doit prendre en compte les contraintes spécifiques liées à la topologie du territoire : un foncier rare et soumis à la spéculation et l'inflation du fait du caractère insulaire et géologique de l'île, des conditions climatiques et topographiques qui influent sur les modes constructifs des logements (risque cyclonique, forte pluviométrie, érosion et mouvement de terrain). L'urbanisation accélérée et mal maîtrisée a conduit au développement de constructions illicites et insalubres. À cela s'ajoute le caractère oligopolistique du réseau d'approvisionnement en matières premières et la taille du secteur du BTP, qui participent à l'augmentation des coûts de construction.

Le logement, enjeu primordial, est au centre des préoccupations des pouvoirs publics, en faisant partie des objectifs de croissance pour le territoire. Cette première partie avait pour objectif de faire un état des lieux de la question du logement et notamment le logement social à la Réunion. Cet état des lieux met en évidence des progrès même si des problèmes subsistent.

La qualité de l'habitat et les conditions de logement se sont améliorées de façon sensible au fil des années sous l'effet conjugué de l'augmentation du niveau de vie des populations et des politiques publiques de logement. L'insalubrité a globalement régressé même si elle persiste encore et qu'elle reste un phénomène grave.

A l'opposé, la politique du logement coûte cher, la défiscalisation a apporté une réponse à la crise du logement, mais les effets pervers ont été considérables et ont contribué à accentuer les inégalités sociales par l'augmentation des prix du foncier, des coûts de construction, des loyers et de l'immobilier en général. L'absence de politique concernant la maîtrise des coûts de construction, n'a pas favorisé l'amélioration de la situation.

La multiplicité des textes réglementaires (SAR, PLU, SDAGE, PPR, etc.), le manque réel d'une réflexion conjointe et stratégique sur l'aménagement et l'absence d'une politique claire et affichée en matière d'habitat et de logement social économique, dans la durée, sont autant de freins à la production de logements sociaux.

De plus, on constate clairement que le mode actuel d'aménagement et de développement du territoire est en contradiction avec les principes d'un

développement durable à l'échelle de l'île et de ses différents territoires. Au regard des enjeux du changement climatique et de la croissance démographique soutenue sur le territoire, l'accélération de l'étalement urbain et l'usage non contrôlé d'un foncier contraint et rare, ne sont plus durables.

Tous, population, décideurs et acteurs locaux, ont conscience du changement climatique et des impacts possibles sur le territoire et sur nos modes de vie, si nous ne tentons pas d'inverser la tendance.

### Superficie

**2512km<sup>2</sup>**

### Population

**840 974** habitants (01/2013)

**41%** de moins de 25 ans

### Niveau de vie (2013)

Taux de pauvreté

**42%**

Taux de chômage

**30%** de la population active

### Économie

PIB/habitant (2013)

**18 000** euros

Importations

**4,61** milliards d'euros

Exportations

**300** millions d'euros

### Aménagement du territoire

**24** communes

**1995** Schéma d'Aménagement Régional

**2008** Parc National de La Réunion

**77%** de la superficie de l'île

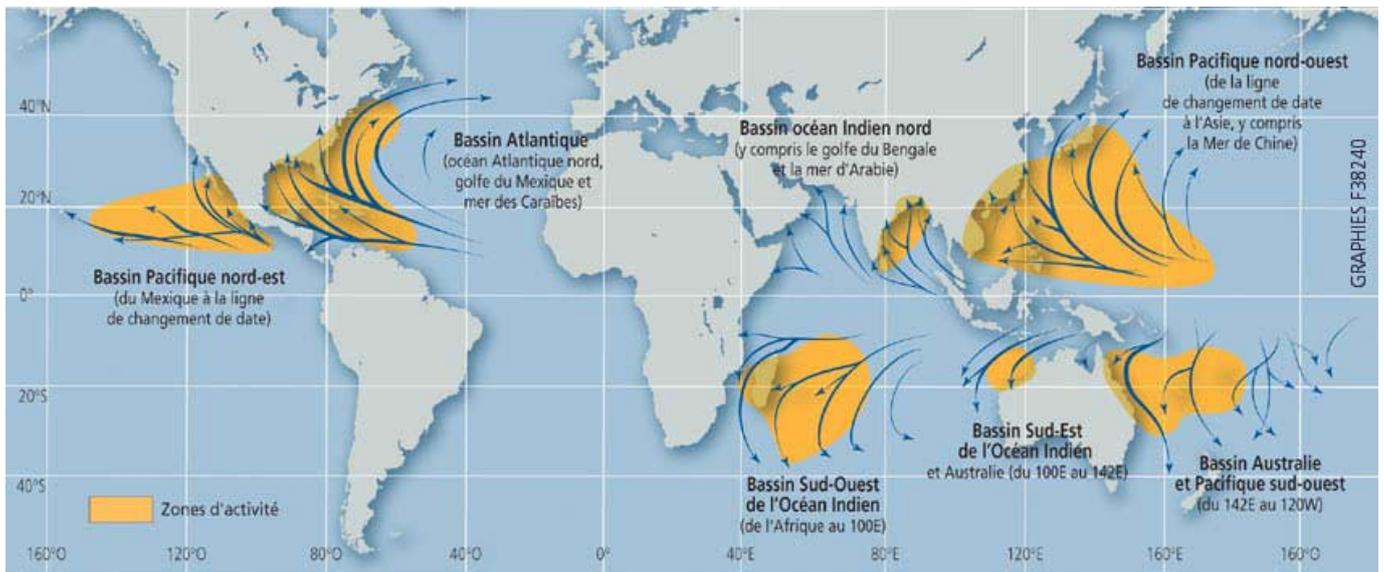
**75%** de la population habite en maison individuelle

Densité moyenne

**11** logements à l'hectare

**800** habitants/km<sup>2</sup> sur le littoral

**180 000** logements à construire d'ici 2030



## Une amélioration de la connaissance des aléas et des enjeux

Aujourd'hui, La Réunion est le DOM le plus peuplé, et figure en tête du classement des régions françaises les plus exposées aux aléas naturels. Et ce, en raison des conditions climatiques extrêmes, de son contexte géodynamique et de sa morphologie héritée de son histoire géologique récente.

Dans le bassin Sud-ouest de l'océan Indien, ce sont les systèmes cycloniques intenses qui peuvent infliger le plus de dégâts, toutes infrastructures confondues, et sur une partie importante du territoire. Cependant des épisodes de pluies diluviennes présentant des risques importants d'inondations et de glissements apparus ces dernières années, témoignent de la vulnérabilité des populations et des constructions face à ces aléas naturels.

### La prévention des risques

En France, l'adoption du Plan de Prévention des Risques (PPR) en 1987, puis sa prise en compte dans l'application des politiques publiques en matière d'aménagement et de construction, est une des premières mesures adoptées pour faire face aux risques naturels prévisibles, en assurant l'information et la protection de tous les citoyens.

De par sa situation de DOM, La Réunion bénéficie des appuis des institutions décentralisées françaises en charge des risques. Elle fait office de référence pour la gestion des risques dans la région océan Indien.

À La Réunion, les infrastructures récentes et importantes pour la vie économique de l'île, comme le port de la Pointe des Galets ou la route des Tamarins, prennent en compte les nouvelles données climatiques ce qui n'est pas le cas du réseau routier en général. En dehors de l'intensification des événements extrêmes qui devrait accroître les dommages coûteux, c'est l'usure progressive des infrastructures qui pourrait augmenter à long terme

### La culture du risque cyclonique

La culture du risque cyclonique est bien ancrée à La Réunion, les instances publiques et la population savent réagir avant, pendant et après la survenue d'un cyclone.

Les règles de construction paracycloniques applicables à La Réunion sont issues de la législation dite « Neige et Vents ». Les constructions paracycloniques courantes doivent résister à des pressions de vent variant entre 120 à 250 km/h, aux débris aériens et à la pluie.

Les relations entre activité cyclonique et réchauffement climatique sont très difficiles à établir. Les modèles climatiques envisagent une diminution des systèmes cycloniques en général mais un renforcement des cyclones intenses et des précipitations associées, ce qui devrait accroître la vulnérabilité de l'île.

Durant la saison cyclonique 2013, il y a eu 10 systèmes tropicaux dans le bassin Sud-ouest de l'océan Indien, les plus mortels furent Hellen qui a touché Madagascar faisant 11 morts et de nombreux sinistrés, et Bejisa qui a touché La Réunion laissant derrière lui 1 mort, une dizaine de blessés et d'importants dégâts matériels.

Les cyclones ne se forment pas toute l'année et sur 10 systèmes tropicaux, un ou deux d'entre eux touchent directement La Réunion. Mais les fortes pluies présentent quasiment toute l'année sur le territoire font des inondations sont un des types de catastrophe naturelle les plus fréquents à La Réunion. En ce sens elles représentent un danger important pour les populations et les constructions.



Exemple de vulnérabilité de l'habitat, Sainte-Marie, La Réunion  
Glissement de terrain suite au passage du cyclone Béjisa, janvier 2014

## Une vulnérabilité forte aux inondations

125 000 habitants soit 15% de la population sont concernés. L'Est de la Réunion est la région la plus exposée à l'aléa inondation en particulier la commune de St André, avec 95% de sa population soumise à cet aléa.

Le danger pour les personnes est important : risque d'être emporté ou noyé, de se retrouver isolé sur des îlots coupés de tout accès. Pour les infrastructures, l'inondation peut entraîner l'arrêt des communications et limiter l'intervention des secours, le réseau routier se retrouve interrompus surtout dans les Hauts (nombreux radiers submersibles). Les constructions peuvent être gravement endommagées par la pression de l'eau, par l'impact des débris transportés par les eaux. La majeure partie du territoire réunionnais est couverte par des Plans de Prévention du Risque inondation, soit approuvés (18 communes) soit en cours.

Au niveau de la Réunion, les modèles climatiques prévoient une diminution des précipitations, en particulier lors de l'hiver austral. Bien que la Réunion bénéficie d'une ressource en eau bien supérieure à ses besoins, elle est répartie de manière inégale. Dans certaines parties de l'île, il y a déjà des déficits chroniques graves ainsi qu'à des remontées d'eaux salines importantes. Les principaux enjeux sont les modes de consommation, la qualité du réseau pour éviter les pertes et l'interconnexion des réseaux. Le changement climatique, avec notamment une amplification de la fréquence et de l'intensité des phénomènes pluviaux extrêmes constitue un facteur d'aggravation de la vulnérabilité.



## Les mouvements de terrain

La climatologie et la topographie de l'île placent La Réunion parmi les régions du globe où l'érosion des

sols est la plus active. Les falaises vives du Nord et du Sud de l'île en cours d'évolution géologique sont sujettes à des phénomènes d'érosion régressive et à des mouvements de terrain.

Les mouvements de terrains (glissements) sont relativement fréquents sur l'île, en particulier dans les Cirques et la plupart des profondes ravines, creusées par les principales rivières : Rivière du Mât, Rivière des Marsouins, Rivière de l'Est, Rivière des Galets, Rivière des Remparts... Ils résultent d'une structure géologique hétérogène instable et des précipitations intenses.

## Les feux de forêts particulièrement en saison sèche

Les zones les plus exposées au risque incendie sont les secteurs de la Roche Écrite, de la Montagne, de la Grande Chaloupe, des Hauts Sous le Vent, de l'Étang Salé et du Volcan.

C'est là que l'on trouve les formations végétales les plus combustibles et la saison sèche la plus marquée et la plus longue. Il y a en moyenne 20 départs de feu par an à La Réunion et un grand incendie tous les 20 ans environ. L'hiver austral (avril à novembre) est la période la plus propice aux feux de forêt du à la combinaison des alizés et de la sécheresse. Récemment, en octobre 2010, plus de 800 ha de forêts ont brûlé, au Maito, en 2011, le feu a encore touché quelques 2 800 ha de forêt. Ces



deux incendies ont touché le Parc National et des sites classés au Patrimoine Mondial de l'Unesco. Dans le contexte géographique de La Réunion, la lutte est extrêmement pénible lorsqu'il s'agit de feux de remparts, de feux d'humus, ou à proximité des ravines, lieux d'accès difficiles. Le vent, qui peut être fort, notamment dans les hauts de l'Ouest, constitue un facteur aggravant, accélérant la progression du feu. En dénudant les sols, les feux de forêt amplifient les risques d'occurrence de glissements de terrain.

## Une activité volcanique intense

Le Piton de la Fournaise est classé parmi les volcans les plus actifs du globe. Cette activité se manifeste par des événements de nature, de fréquence et d'ampleurs différentes, concentrés pour l'essentiel au sein de l'Enclos.

Des éruptions peuvent toutefois avoir lieu, hors Enclos, sur les pentes Nord-Est et Sud-Ouest du volcan. Seulement 20% des coulées atteignent le littoral.

Quelques constructions sont ainsi en zones à risque décennal à St Philippe, Sainte Rose, au Tampon et dans la Plaine des Palmistes.

Un phénomène mal connu, est celui de la dispersion des émissions de SO<sub>2</sub> et autres gaz lors les périodes d'activité du volcan, et de la qualité de l'air résultante dans les communes environnantes. Pendant l'éruption de 2007, des pics de SO<sub>2</sub> ont été observés avec un facteur allant de 1,5 à 5 suivant les stations et les seuils d'alertes dépassés à plusieurs reprises au niveau des communes du Sud de l'île



Éruption du Piton de la Fournaise, La Réunion, 2002

## La prévention des risques naturels

Ces dernières années, les aléas naturels, notamment les cyclones et les inondations, se sont amplifiés dans la zone Océan Indien. Ils causent de plus en plus de dégâts notamment aux habitations et autres bâtiments, et rendent plus complexes la gestion des catastrophes.

Malgré l'adoption et le développement de politiques de prévention des risques dans les pays de la zone OI et la diffusion importante des consignes de sécurité pour la mise en sécurité des personnes, les derniers aléas, cyclones et inondations, à Madagascar, au Mozambique, aux Seychelles, à Maurice ont fait des milliers de sans-abri.

Bien que la prévention permette de réduire considérablement le nombre de décès, l'insuffisance voire l'absence de sensibilisation des populations, en matière de protection de l'habitat et du cadre bâti, se traduit à chaque fois par l'augmentation d'habitats précaires et peu résistants, qui subiront un peu plus les effets des aléas futurs.

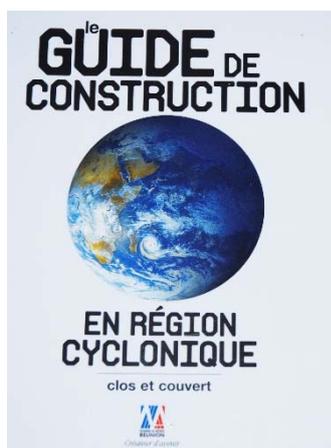
Les risques liés aux changements climatiques imposent donc la mise en place de stratégies d'adaptation des habitats situés dans des zones à risques. Il s'agit donc de développer des stratégies qui permettraient de réduire l'impact de ces risques, sur le bâti notamment, à travers une prévention et une préparation adaptées au contexte d'intervention.

### Réduire la vulnérabilité du bâti

A La Réunion, Il existe un document technique pour les professionnels du BTP, adapté aux modes constructifs les plus présents sur le territoire, la construction en béton armé, la maison à ossature bois et couvertures en tôle :

Le Guide de la construction en région cyclonique, réalisé et publié par le CIRBAT et la Chambre des Métiers et de l'Artisanat de la Réunion, en 2003, suite au cyclone Dina de 2002.

Rédigé sous formes de fiches par type d'élément structurel, (textes, détails



constructifs, coupes et plans) il présente assez clairement les principes constructifs et procédés techniques, selon les règles de l'art, qui permettent de réduire la vulnérabilité de l'habitat.

Cependant, il ne présente que le risque cyclonique, or, les risques d'inondation et de mouvement de terrain, sont importants pour une grande partie de la population réunionnaise. Peu utilisé voire pas du tout par les professionnels, ce document a au moins le mérite d'exister.

La méconnaissance des autres risques : la houle australe (érosion du littoral, submersion marine), le volcanisme pouvant entraîner un effondrement du volcan et créer des tsunamis, le risque de séisme, la sécheresse, les feux de forêt, et les tsunamis, du fait leur faible fréquence, limite leur prise en compte par tous les acteurs de la construction (maitre d'ouvrage, concepteurs, constructeurs et clients). Deux autres documents, abordent la question de la protection du bâti, mais ne sont plus actuellement diffusés.

### Des aléas plus intenses à l'avenir

Les impacts humains et matériels occasionnés par le passage du cyclone Bėjisa en janvier 2014, questionnent les capacités des institutions publiques à assurer la protection de la population. Il apparait évident de mettre en cause le cyclone, mais il faut aussi se tourner vers les modes d'occupation de l'espace et vers les décisions prises antérieurement pour trouver les causes des dommages : des habitations et des infrastructures construites en zones à risques ou ne respectant pas les règles de construction.

Dans le futur, deux phénomènes vont tendre à accroître l'ampleur des risques : l'accroissement de la population, et la poursuite de l'aménagement de l'île, s'il n'est pas anticipé et géré d'une part, le changement climatique et une intensification des phénomènes climatiques extrêmes d'autre part. Ainsi, il y aura à la fois une vulnérabilité plus grande face à des risques plus importants.

Les mesures techniques s'imposent afin de protéger les populations des risques naturels, des digues, murs de soutènement, bassins de rétention sont nécessaires, mais, il faut surtout prévenir et éviter que les populations construisent leur habitation dans des zones à risques, ou que par faute de moyens, ils aient recours à des matériaux de moindre qualité et une mise en œuvre approximative de ceux-ci.

De manière générale, le système de prévention des risques et d'information fonctionne assez bien, d'autant que les réunionnais vivent au rythme de l'aléa naturel.

Mais la survenue du risque met en évidence les forces et faiblesses des villes, des infrastructures et des constructions. D'autant que la question du logement est fondamentale à la Réunion, à la fois pour protéger la population des risques futurs, mais c'est surtout l'occasion de remettre en question le fonctionnement de la production de logements et de la société dans son ensemble : il s'agit d'offrir de meilleures conditions de vie aux populations touchées, tout en générant des synergies positives pour l'ensemble de la société.

Mais l'absence d'outil d'évaluation et de suivi des risques ne permet pas d'atteindre la capacité maximale d'actions, d'intervention, de formation, et de prévention auprès des populations et notamment les plus exposées. Cela peut s'expliquer en partie par l'inadéquation du système de suivi et d'évaluation nationale aux caractéristiques insulaires et d'éloignement du territoire, mais aussi par la jeunesse des organisations en charge de la prévention des risques. Il apparaît plus que nécessaire de former les acteurs du BTP à la gestion des risques et aux bonnes pratiques qui limitent la vulnérabilité des habitats et donc des populations.

## Analyse de la prévention en matière d'habitat.

### FORCES

#### Social

- politiques publiques de prévention des risques existent ou sont en cours d'application
- la population a une bonne culture du risque cyclonique
- des programmes locaux de sensibilisation et d'éducation aux risques sont en place, écoles, familles,

#### Planification spatiale, Habitat

- présence de documents pour la gestion et usage du sol (SAR, SCOT, PLU)
- présence des PPR inondations et mouvements de terrain
- programmes et recherches pour améliorer les connaissances (BRGM, projet Litto 3D)
- un guide construction en région cyclonique pour les professionnels de la construction existe
- présence des politiques d'amélioration de l'habitat

### OPPORTUNITÉS

- la prévention des risques naturels est un enjeu national, européen et mondial
- des institutions, et des associations œuvrent pour l'amélioration de l'habitat en matière de réduction de la pauvreté et de l'habitat indigne

### FAIBLESSES

#### Social

- pas de culture du risque inondations et mouvements de terrain

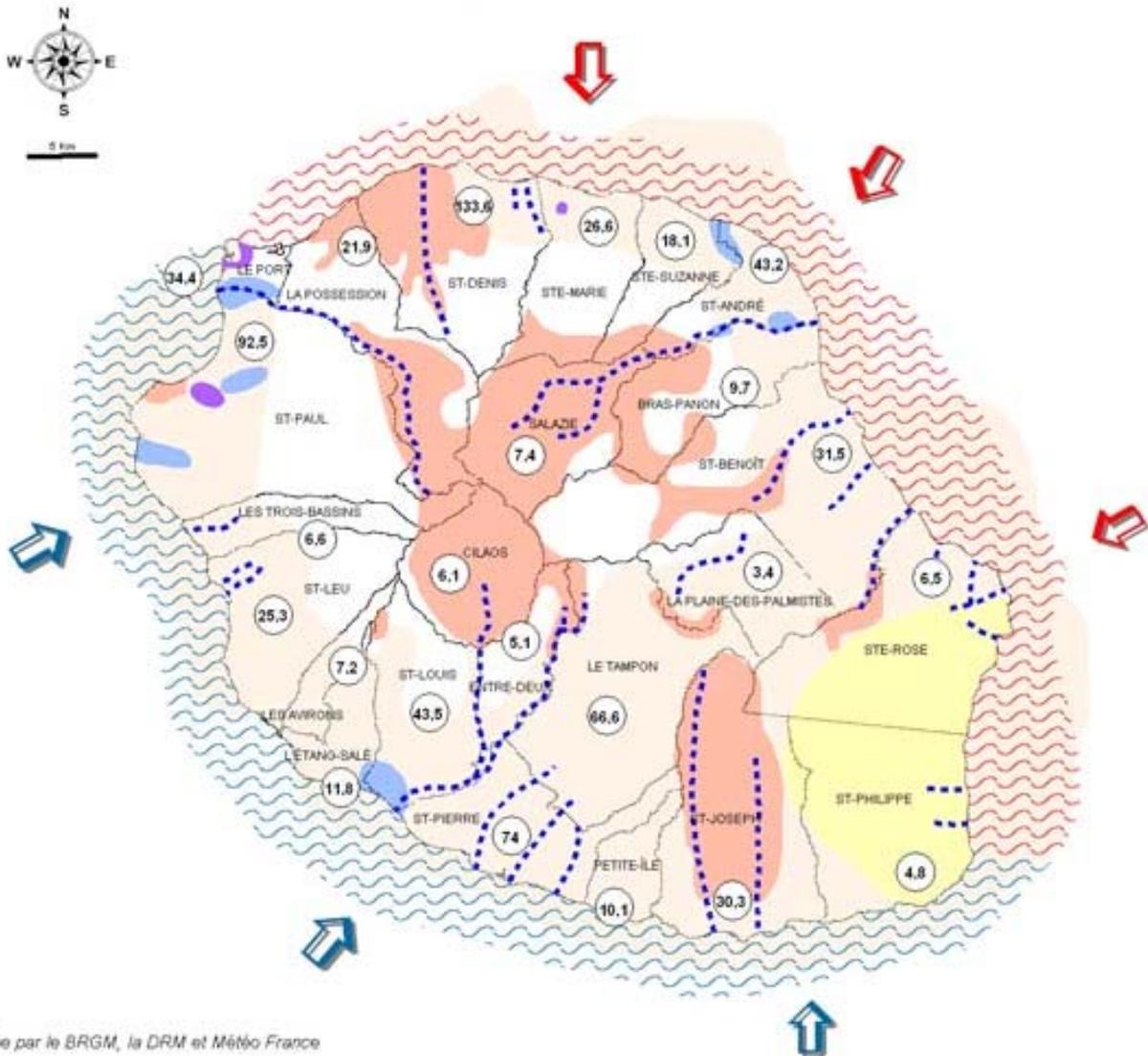
#### Planification spatiale, Habitat

- permanence des constructions en zone à risque par les populations modestes du fait de la pression foncière
- non prise en compte de l'aléa inondation par les concepteurs et les constructeurs (ruissellement par fortes pluies = quartiers entier inondés)
- pas de PPR pour les risques côtiers (mais en évolution)
- insuffisance du contrôle des constructions
- taux d'assurance en retard par rapport à la France
- de nombreuses formations sur les mesures d'atténuation du changement climatique (économie d'énergie) mais pas sur des mesures d'adaptation au CC (construction sur pilotis, rez-de-chaussée surélevé, etc) la RRTA DOM n'a pas d'équivalent pour l'adaptation. L'ARER intervient au niveau réduction de la consommation d'énergie et pas au niveau de la vulnérabilité du bâti

### MENACES

- pas de culture du risque de submersion marine dont les effets pourraient s'amplifier à long terme (littoral est densément construit)
- pas de réglementation adaptée au contexte à l'outre-mer (fortes pluies, problème de condensation)

# Carte des risques naturels a à La Réunion



Réalisée par le BRGM, la DRM et Météo France

### POPULATION

(4,8) Population communale en milliers d'habitants

### INDUSTRIES

Industries Seveso

### INONDATIONS

Débordement de ravines, embacles, coulées boueuses

Submersions par précipitations

Houles polaires } Portions du littoral les plus exposées  
 Houles cycloniques }

### MOUVEMENTS DE TERRAIN

Glissements, écroulements, effondrements, chutes de blocs

### VOLCANISME

Zones menacées par des projections : blocs, lapilli, cendres, cheveux de Pèlé

Zones menacées par des phénomènes destructeurs - coulées de lave

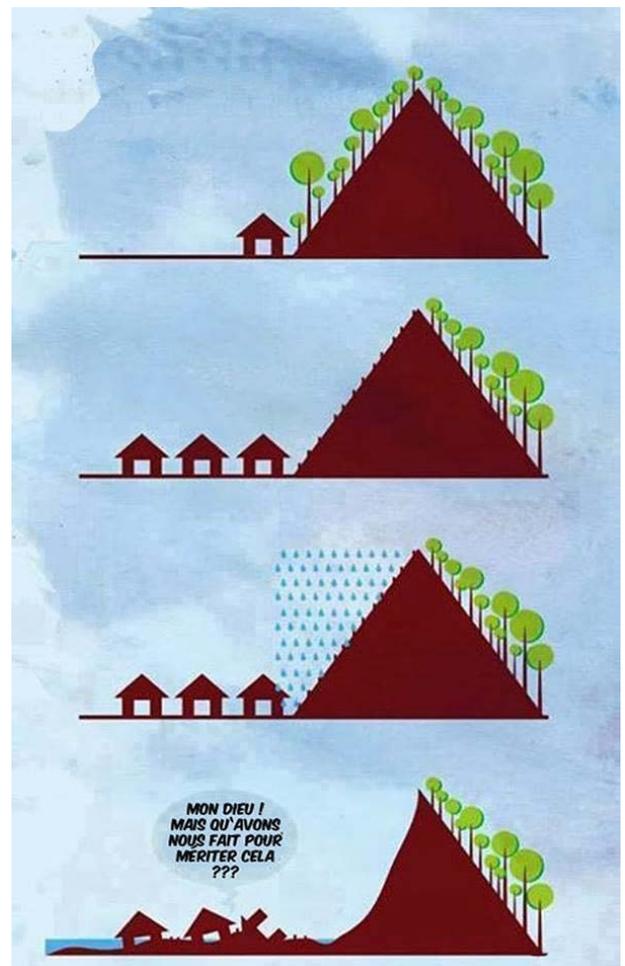
### HOULES

Houles cycloniques } Directions origine les plus fréquentes des houles  
 Houles polaires }

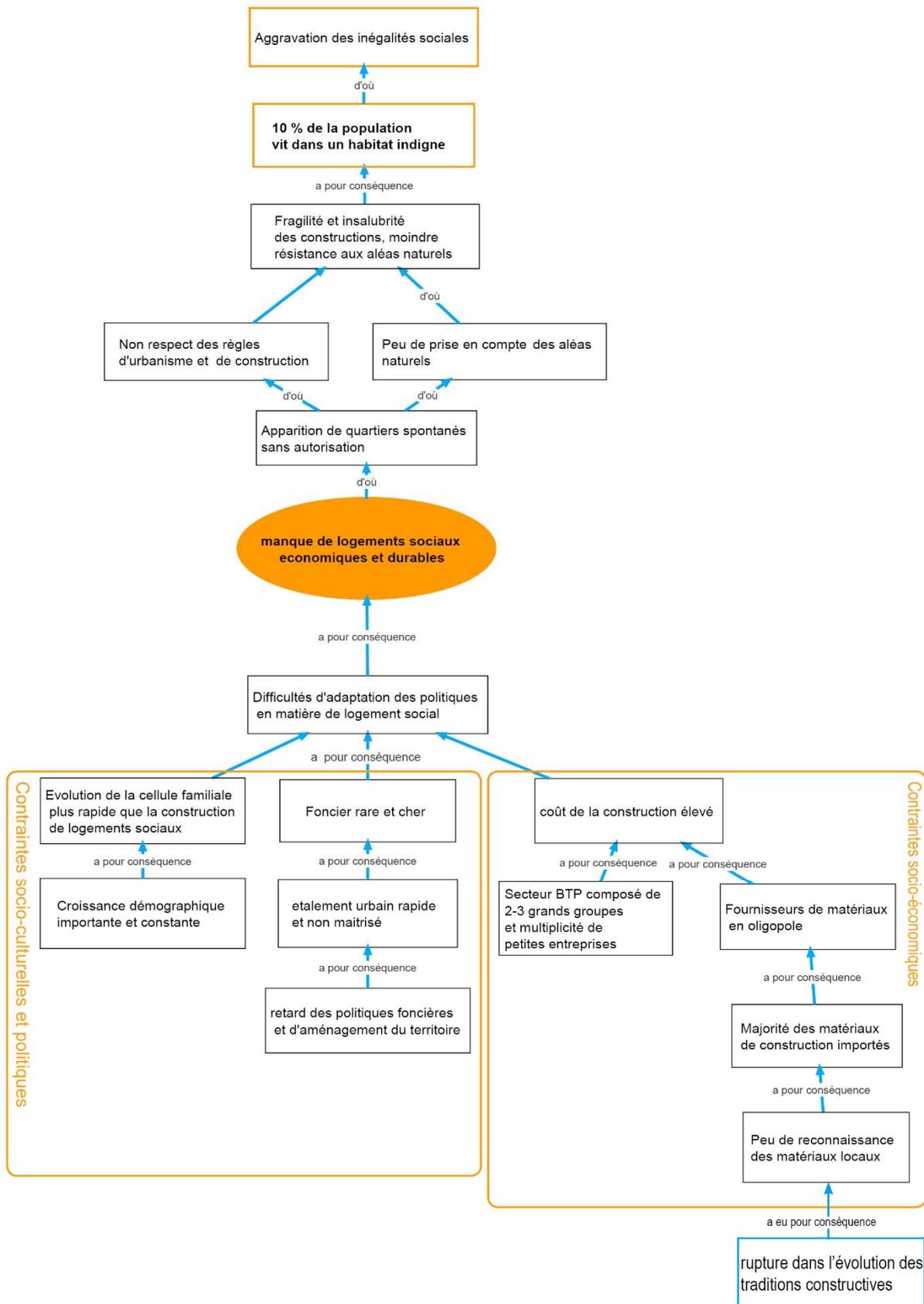
Selon les divers rapports et études réalisés sur le "bien-fondé" de la prévention, tous s'accordent sur le fait que "la prévention est dans bien des cas efficace par rapport au coût" (Risques naturels, catastrophes non naturelles Aspects économiques d'une prévention efficace, 2010). Tous concluent leurs études, par des recommandations sur le renforcement des politiques de prévention afin de contenir les risques et ainsi assurer la protection aux personnes et aux biens. Ils insistent sur le fait que les mesures et actions relèvent des décideurs locaux, mais qu'ils doivent encourager la participation et la surveillance accrues de toute la population afin que celles-ci soient efficaces. Ils mettent en lumière l'importance d'une analyse globale des facteurs de vulnérabilité qui s'appuie sur les caractéristiques propres à la population. De plus la bonne mise en œuvre des politiques de prévention, devrait se traduire par des actions et des évaluations à court, moyen et long terme, et doit être accompagnée de formations, tant pour les citoyens, les décideurs que les professionnels, mais aussi de programmes de recherche.

La recherche apparaît comme fondamentale pour la connaissance du risque climatique et indirectement pour l'information du public. Aujourd'hui, il n'existe que très peu de données sur les impacts du changement climatique déclinés à l'échelle de la Réunion. Certains secteurs font l'objet d'une attention particulière, comme les risques naturels, alors que d'autres restent les parents pauvres de la recherche, notamment dans le domaine de la construction.

Le développement d'une expertise locale, mais aussi régionale, permettrait de mieux appréhender les mécanismes du changement climatique et ses conséquences sur l'habitat, tout en créant un cadre propice à une réflexion prospective sur la ville réunionnaise et sur les alternatives constructives possibles au regard des pressions actuelles et indépendamment du changement climatique. C'est-à-dire qu'au-delà de la gestion des risques, les investissements et les actions en faveur du bâti, devraient pouvoir contribuer à une meilleure gestion de l'environnement, tout en améliorant les conditions sociales et favoriser la création d'emplois et de richesses, soit concevoir des habitats écoresponsables.



# Synthèse des freins à la production de logement économiques et durables







Le « cœur du Parc », Cirque de Mafate, 2013

## **L'écoconstruction à la Réunion**

Actuellement, l'importation des énergies fossiles est une réponse indispensable pour satisfaire les besoins énergétiques de l'île [aménagement, construction, transport, etc.], mais cette solution ne contribue pas au développement durable du territoire. Ces activités sont à l'origine d'une dégradation de la qualité de l'air et de risques sanitaires par l'augmentation des rejets de polluants. De plus, les rejets responsables d'un accroissement de l'émission de gaz à effet de serre participent au changement climatique ; en perturbant les écoulements des cours d'eau, modifiant le fonctionnement des écosystèmes, les cycles biologiques des espèces, les habitats.

C'est en partant du constat que l'habitat et le secteur de la construction, facteurs clés du développement de l'île, font partie des grands consommateurs des énergies non renouvelables importées, que nous aborderons la troisième partie de la réflexion, nous tenterons d'explorer les alternatives possibles en matière de production d'habitat, de systèmes constructifs qui pourraient être pertinents dans le contexte de la Réunion. Il s'agit d'explorer la filière du bâtiment et les potentiels en matière de matériaux locaux et d'écoconstruction, dans un contexte de changement climatique et d'une dynamique de maîtrise de l'énergie en cours à La Réunion. Une première étude porte sur les acteurs et le cadre réglementaire en vigueur sur le département. Puis, l'analyse des filières locales mettra en lumière les potentiels et les freins à leur valorisation dans la production de l'habitat.

## Le défi de l'autonomie énergétique

A la Réunion, la part du secteur de la construction pèse relativement lourd dans la balance énergétique, notamment avec le béton qui représente 5 % des GES planétaire.

Or, force est de constater qu'actuellement, les actions en faveur d'un habitat écoresponsable, se focalise principalement sur des dispositifs techniques (chauffe-eau solaire, photovoltaïques, isolation) que sur une réelle réflexion de la production de l'habitat dans son ensemble. Sous l'angle du développement durable, l'habitat devrait être pensé dans sa globalité, de la matière première utile à l'édifier, aux savoir-faire indispensables pour assurer sa bonne mise en œuvre, en passant par son usage et la possibilité de le faire évoluer, de son entretien adapté aux revenus des ménages jusqu'à sa démolition qui limiterait les déchets et permettrait le recyclage de la matière première.

Mais, la situation actuelle est telle que, les incitations voire obligations (réglementations, pour réduire la consommation énergétique des ménages, liées à l'inadéquation de l'habitat au climat (climatisation dans les Bas, chauffage dans les Hauts), priment sur une véritable adaptation du bâti existant et du bâti futur aux contraintes structurelles, topographiques et climatiques de l'île. Le bâti semble à la fois peu adapté, aux conditions géophysiques et climatiques, car il entraîne des surcoûts en énergies à l'usage, qu'aux contextes économique et social.

Les efforts faits à la Réunion pèseront peu par rapport aux émissions mondiales, mais seront les garants d'un développement pérenne et soutenable du territoire.

Face à l'ampleur des besoins de la population, le secteur de la construction de logement doit développer une véritable capacité d'innovation. La production de logement économique et durable, prenant en compte les spécificités du contexte tropical (matériaux adaptés, recherche de la meilleure efficacité énergétique, prise en compte des risques naturels) est un des enjeux du secteur du BTP et des politiques locales à La Réunion. L'objectif affiché est, la construction d'une ville réunionnaise tropicale et durable, qui serait conçue en intégrant les spécificités liées aux problématiques foncières, culturelles et climatiques, tout en développant l'innovation, en optimisant l'utilisation des matériaux tropicaux, et en améliorant l'efficacité énergétique des bâtiments et équipements publics.

C'est dans ce contexte, qu'en 1999 à l'UNESCO, le président de la Région Réunion a pris un engagement fort celui de l'autonomie énergétique. Le projet « 2030 : Réunion île solaire » vise cette objectif. Avec ce projet très ambitieux, La Réunion se veut être un laboratoire d'expérimentation et d'innovation dans la démarche de maîtrise de l'énergie et de construction durable. La démarche amorcée ces dernières années, avec l'adoption du PRERURE (Plan Régional des Énergies Renouvelables et de l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie) a permis de développer des mesures, des organismes pour les appliquer, des labels, des comités afin de s'inscrire dans le cadre national et mondial du développement durable et d'atteindre ces objectifs.

Une présentation des dispositifs et outils mis en place jusqu'à ce jour, pour adapter les règles européennes au contexte réunionnais, et pour sensibiliser et former sur ces thèmes, mettra en lumière la réflexion sur l'écoconstruction et l'avancée des actions.

## Acteurs, mesures et réglementations

### L'ARER Agence régionale de l'Énergie Réunion

Association de loi 1901 à but non lucratif, l'ARER est créée en 2000, dans le contexte du PRME (Programme régional de Maîtrise de l'Énergie) et du PRERURE, à l'initiative du Conseil régional, du CCEE, de l'ADEME et de l'EDF. Les missions diverses suivent l'objectif principal de « Promouvoir la maîtrise de l'énergie et l'utilisation des énergies renouvelables et préserver les ressources naturelles locales dans une perspective de développement durable et d'adaptation aux changements climatiques ». Suivant les évolutions législatives, soutenue et soutenant la politique régionale énergétique fondée sur le « défi de l'autonomie énergétique » en 2030, l'ARER a développé des outils, des partenariats, pour mener des actions de sensibilisation, d'appui technique, de mise en réseau et de formation.

L'ARER est divisé en 2 services, Service Ile Solaire, garant du développement et de la sensibilisation du public à une gestion et une maîtrise des énergies, et le Service Dynamique territoriale, qui est en charge de la gestion des communes et territoires, et du conseil et de la structuration des actions différentes en matière d'énergie et qui est en charge de la filière construction durable et efficacité énergétique.

### La Filière Construction Durable et efficacité énergétique,

Développée pour atteindre l'objectif fixé en termes de consommation d'énergie au niveau du secteur du bâtiment, la filière comporte 2 thématiques principales : la construction du bâtiment, et la mise en place de systèmes efficaces énergétiquement. Le constat que le bâtiment est responsable de 80 % de l'énergie finale produite, et qu'il fait partie des secteurs les plus consommateurs avec celui des transports.

### Le projet GERRI (Green Energy Revolution Reunion Island)

Initié en 2008, GERRI a pour programme de faire de la Réunion une île autonome en énergie, et ainsi d'en faire une référence en matière de maîtrise des énergies. Le projet « 2030 : Réunion île Verte » se décline selon trois axes essentiels :

- la mise en place et le développement de systèmes économes en énergies

(développement des bio énergies, du solaire, éolien, etc.)

- favoriser le transport durable (co-voiturage, transport en commun, voiture électrique, etc.)
- favoriser la construction durable.

En partenariat avec d'autres organismes, l'île s'est dotée de nouvelles technologies, panneaux photovoltaïques, la création de biodiesel, et d'outils indispensables au développement de ces nouveautés, centres de recherche, observatoire, comité technique, etc.

### La réglementation RTAA DOM

Avant la RTAA DOM, les réglementations thermiques régissant la construction à La Réunion, étaient celles appliquées dans le contexte métropolitain. La prise en compte de l'inadéquation de la réglementation vis-à-vis du contexte énergétique (dépendance extérieure fortes en énergies fossiles) et climatique (chaud et humide) des DOM par rapport au territoire national a permis la création de la RTAA DOM (réglementation thermique aération et acoustique des DOMs). C'est à ce jour la seule réglementation thermique en place à La Réunion.

Comme son acronyme l'indique, la réglementation visent 3 points qui posent problèmes dans la construction dans les DOMs et à La Réunion :

#### Réglementation thermique

- limiter la consommation d'énergie
- production d'eau chaude sanitaire (ECS) par énergie solaire à hauteur de 50 % minimum

#### Réglementation acoustique

- isolation acoustique entre locaux et limitation des bruits d'équipements
- isolement acoustique contre les bruits routiers, etc.

#### Réglementation d'aération

- favoriser les aérations naturelles
- limiter l'usage de la climatisation

La réglementation bien que prenant en compte les conditions thermiques spécifiques des DOMS, n'est pas suffisamment adapté à la particularité du relief et des microclimats de l'île. LA RTAA DOM n'impose pas de règles spécifiques pour la zone en dessus des 800 m, pourtant le climat de la Réunion est traité au même titre que les régions métropolitaine et se base sur un zonage en 2 zones la première, zone littorale, variant de 0 à 800 m, et la seconde, zone des Hauts, à 800 m et plus. Le zonage de la RTAA DOM apparait inadapté à La Réunion, et devrait tenir compte de la zone intermédiaire située entre 400 et 800 m, et l'a traitée spécifiquement.

## Le Label BBC DOM

Le label BBC Effinergie est le fondement de la nouvelle réglementation thermique 2012 qui impose pour toutes nouvelles constructions, une performance maximale de 50kWh/m<sup>2</sup>, se traduisant par une bonne isolation, une étanchéité à l'air optimale afin de limiter les déperditions du bâti vers l'extérieur. Ce qui interroge les possibilités d'adaptation de ce label BBC au niveau de la Réunion, où la notion de confort thermique n'est pas la même selon l'altitude et la localisation (côte au vent, côte sous le vent).

## L'outil Bâtiment PERENE

Cet outil est le fruit d'un travail initié par la DEAL Réunion, sur l'évolution des règles de conception thermique et énergétique du bâtiment dans l'île, faisant la synthèse des données climatologiques, des diagnostics énergétiques par secteurs d'activité, de l'expérience ECODOM, et d'expertises menées dans le Hauts. Ce référentiel de la construction durable à la Réunion, crée avant la mise en application de la RTA DOM, se décline en recommandations, mais contrairement à la RTA DOM elle n'est pas obligatoire et doit être initiée par le maître d'ouvrage. Plus complète que la RTA DOM, car spécifiquement conçue pour le climat réunionnais, PERENE propose en zonage plus en adéquation avec la réalité les influences du relief et de l'océan sur les microclimats.

## Les certifications

**GEOCERT** est une certification typiquement réunionnaise, développée par l'ADIR (Agence de développement Industriel de la Réunion) pour certifier les matériels et matériaux disponibles dans l'île, dans un but de valorisation de la production et de commercialisation de produits durables créés localement et adaptés aux conditions tropicales. Cette certification n'est pas obligatoire, à l'opposé de la certification Européenne (CE), et ne substitue pas aux autres normes, règles et DTU, etc., mais vient les compléter en précisant les paramètres à appliquer pour l'environnement local. Lorsque le

produit ne répond pas à la Directive Produits de construction (DPC), elle ne peut avoir la certification GEOCERT.

**ACERBAT** (Association pour la Certification des Entreprises Réunionnaises du Bâtiment)

Structure issue du programme d'action du contrat de filière fondée en 2010 par les partenaires locaux ADIR, CMAR, CERBTP, est positionnée comme un organisme d'évaluation de la conformité des produits et services du bâtiment en milieu tropical auprès des organismes de certification locaux et nationaux.

Elle porte le projet d'un centre d'expertise technique du bâtiment favorisant la mise en œuvre, l'innovation et l'adaptation des règles de construction au contexte local. Avec entre autres comme objectifs de permettre le développement industriel de procédés et matériaux nouveaux et leur usage dans la production des bâtiments publics et privés.

L'action d'ACERBAT s'inscrit dans la constitution de la première chaîne de l'innovation complète sur la construction durable en milieu tropical par :

- la mise à disposition des moyens d'évaluation locaux nécessaires pour assurer les contrôles prévus dans les référentiels de certification (identification des auditeurs et inventaire des installations d'essais).
- Participation au maintien de la qualification de ces moyens en conformité avec les exigences d'accréditation.
- L'adaptation des référentiels de certification aux contraintes environnementales locales en complémentarité avec la certification concernée pour valoriser cette adaptation au contexte réunionnais (en associant la marque GEOCERT®).
- Des missions d'assistance technique dans le cadre de l'adaptation de la conception et de la construction durable en milieu tropical (RTAADOM, PERENE +, ECODOM, RAGE, HQE, HPE, etc.).

## Les projets « exemplaires »

La **CASA DD** (Case adapté au Développement durable à La Réunion), projet qui découle du référentiel PERENE

Initialement proposé sous forme de plaquette de vulgarisation pour le grand public, en 2012, l'ARER a publié le guide technique de la CASA DD, destiné aux artisans et constructeur de maison individuelle. Il reprend les grands axes de plusieurs référentiels réunionnais présentant les procédés de construction optimum, pour construire des maisons confortables thermiquement et économe en énergies.

La construction du **bâtiment ENERPOS** de l'IUT de St Pierre, livré en 2008 est le seul bâtiment d'enseignement à énergie positive en milieu tropical référencé par l'Agence Internationale de l'Energie

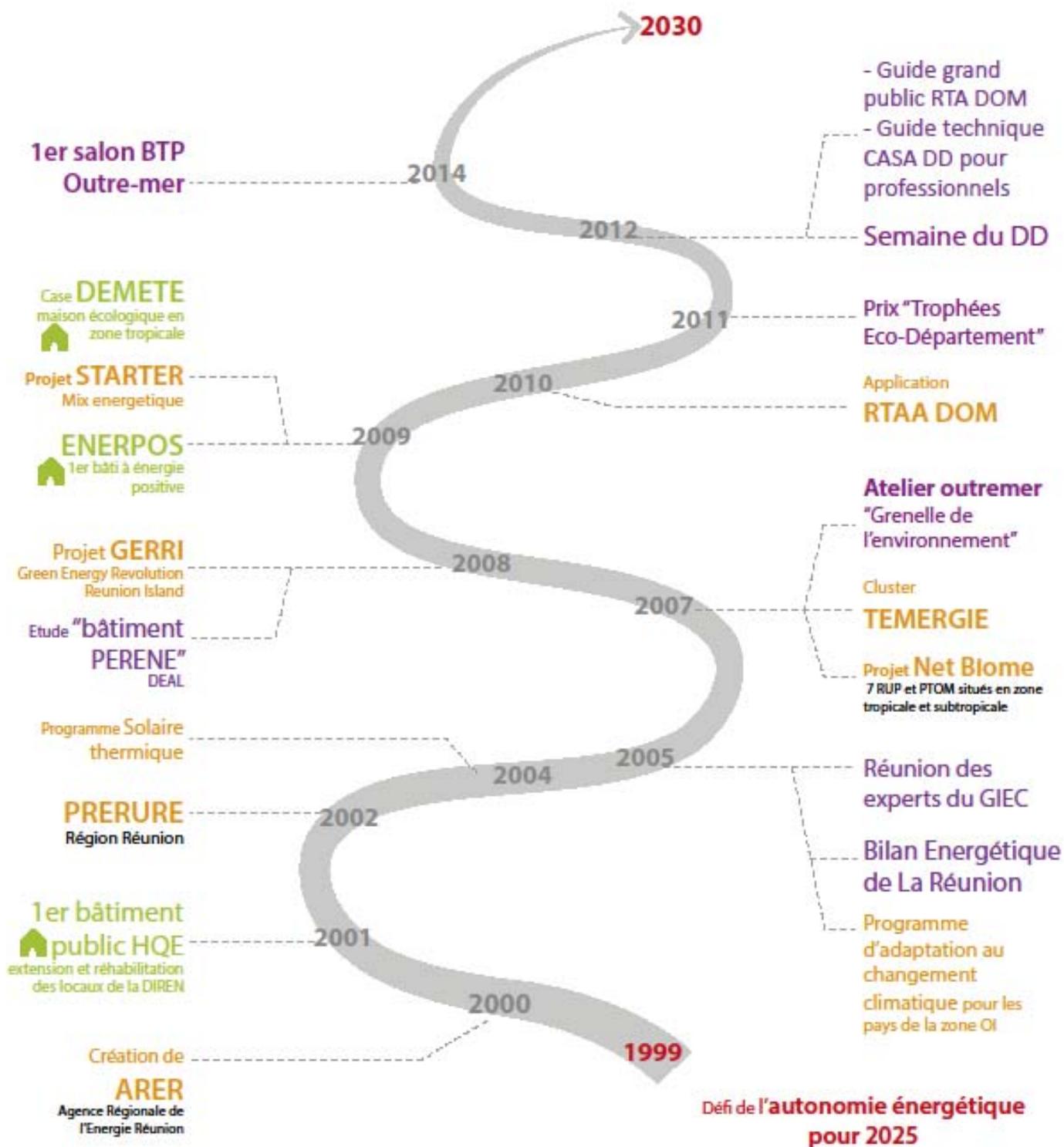
C'est un projet expérimental d'une construction à énergie positive à la Réunion, conçu et réalisé scientifiquement selon les résultats d'exploitation du programme dans une logique HQE. La maîtrise de l'énergie et le confort thermique ont été l'enjeu central du projet.

La case **DEMETE**, projet d'une « maison exemplaire sur le plan environnemental » en zone tropicale, initié par le Conseil Général de la Réunion en partenariat avec CBo Territoria. Le projet a été installé dans le Jardin de l'Etat afin d'être une vitrine ouverte au grand public et de les sensibiliser aux moyens et technologies pouvant être mis en œuvre localement en application avec la démarche HQE.

La Réunion présente un des contextes énergétiques les plus intéressants dans la démarche de construction durable en milieu tropical. En effet, la configuration de l'île et ces caractéristiques topographiques demande une approche globale dans la mise en place d'une réglementation spécifique de par son climat et son relief. Depuis les années 2000, un projet ambitieux a été mis en place par la Région Réunion qui vise l'autonomie énergétique d'ici 2030 : « 2030 Réunion île solaire ». Les travaux menés par l'ARER auprès du PRERURE prouvent que La Réunion dispose des toutes les ressources énergétiques pour atteindre son autonomie et que le mix énergétique 100% renouvelable est économiquement viable et techniquement faisable.



Case DEMETE, CBoTerritoria, 2009



- Insitutions / réglementation / projets stratégiques
- 🏠 Projets construits / experimentation
- 👤 Sensibilisation / Etudes / publication
- 👥 Formation

Synthèse des actions et mesures en faveur de la réduction de consommation des énergies non renouvelables depuis 1999 (non exhaustif)



Maison du Parc National de La Réunion, Plaine des Palmistes, 2012,  
Antoine Perrau architectes et 2APMR



## Les matériaux de l'architecture réunionnaise

La Réunion ne dispose pas de ressources en énergies fossiles, mais le territoire à des ressources naturelles locales, exploitées dans la tradition constructive avant la généralisation des constructions « en dur » (parpaings)

- Le bois : ossature, structure, charpente, bardages
- La pierre : gabion, sous-bassement, mur
- Les matières végétales (vétiver, bambou, copeaux de bois, bagasse) : structure, charpente, bardage, isolation, panneaux de revêtement intérieur)
- la scorie : utilisée pour la fabrication de petits éléments.

Ces matériaux issus des filières locales, en réduisant l'utilisation des ressources non renouvelables, pourraient-ils être valorisables pour la production d'habitat écoresponsable, tout en permettant le développement du territoire ?

Afin d'apporter des éléments de réponse, les critères qui fondent la sélection des filières à analyser sont :

- les matériaux produits sont peu énergivores
- la ressource naturelle est locale
- au moins un artisan possède le savoir et savoir-faire pour le mettre en œuvre
- toute la chaîne de transformation peut se faire localement afin de créer des emplois.

L'approche a consisté en une étude des matières premières disponibles, des savoir-faire, des modes de transmission et des moyens de production existants, et une analyse des actions et projets qui les mettent en œuvre. Cet axe se base principalement sur des enquêtes auprès des acteurs et une étude documentaire.

Les informations ont été recueillies sous forme de fiches « Matériau – technique de construction » (annexe3). Cette étude a permis d'identifier les potentiels et les obstacles au développement de ces filières et de leur mise en œuvre pour la production d'habitat durable et économique.



## Les matières végétales

Deux grandes familles ont été employées et sont encore mis en œuvre localement : le bois et les autres matières végétales, feuilles de cocotiers, feuilles de vacoas, dont les « graminées », bambou, vétyver.

Le bois est un matériau utilisé partout où il est disponible, c'est un matériau reconnu. Le bambou est un matériau utilisé par près d'un milliard de personnes, à travers le monde, pour construire totalement ou partiellement leur habitation, de maison populaire aux architectures contemporaines chinoise ou colombienne. Utilisé historiquement dans la construction des cases et des extensions, ce matériau est surtout employé pour édifier des constructions éphémères, la « salle verte » pour les jours de fêtes, utilisé en structure, des feuilles de cocotiers tressées habillent l'ossature. Le vétyver est utilisé pour ses feuilles, afin de réaliser une toiture en chaume, il peut aussi être utilisé pour le revêtement des façades.



Forêt de Cryptomeria

L'exploration de ces micro-filières à la Réunion, permettra de mieux comprendre pourquoi ces matériaux sont peu utilisés dans la construction, quels sont les potentiels et les obstacles au développement de ces filières locales.



Calumet



Vétyver

## La filière bois à la Réunion

À l'origine, la forêt réunionnaise compte de nombreuses essences de bois, et notamment des bois de couleur très appréciés en construction et en ameublement. Mais au cours du peuplement et du développement de l'île, le défrichement agricole et l'exploitation excessive ont provoqué une raréfaction voire la disparition complète de certaines essences. Malgré de campagnes de protection et de reboisement, aujourd'hui deux essences sont exploitées : le Cryptomeria du Japon et le Tamarin des Hauts, et représentent environ 2,5% du bois utilisé sur le territoire.

En effet, plus de 90 % du bois utilisé dans la construction et dans l'ameublement est importé, principalement d'Asie, d'Europe et d'Afrique du Sud, la filière locale ne disposant pas de la matière première en quantité suffisante pour répondre à la demande.

### Dynamiques locales pour le développement de la filière

Depuis les années 80, puis en 2002 la validation des Orientations Régionales Forestières, plusieurs initiatives témoignent de la volonté de développer la filière bois locale. Elle s'est traduite à travers de nombreuses mesures (programme Aménagement des Hauts), et d'études portant à la fois sur les bois locaux et sur la structuration d'une filière bois locale, des projets d'expérimentation, en adéquation avec les besoins du marché. Pourtant, 30 ans après, la filière bois locale s'est développée, mais elle ne parvient pas à toucher tous les segments de la construction. La mise en place du comité de la Filière bois local devrait favoriser l'acceptation de ce matériau par les usagers et les entreprises.

Chronologie du développement de la filière bois local

1986	1988	1989	1990-1992	1994	1996	2002	2007	2008	2010-2012	2013
Etude du Cryptomeria Prise de conscience du potentiel du bois local	Création d'une coopérative artisanale Fibres Projet expérimental MOB Montchauf à Salazie	Chantier MOB Montchauf à Salazie	Etude, audits, communication, REX MOB	Audit de la filière bois	Etude sur les sous-produits ligneux	Validation et lancement du programme ORF Orientations régionales Forestières	Fermeture de la Scierie de la Providence	Création d'une scierie moderne Sciages de Bourbon (partenariat public/privé)	Etude technique et caractérisation du Cryptomeria	Intégration d'une nouvelle norme validant l'usage du Cryptomeria dans le bâtiment

.....

<sup>10</sup> Extrait du site web ONF, <http://www.onf.fr/la-reunion/sommaire/onf/connaître/economie/20070906-105305-313402/@@index.html>, consulté le 12/06/2014

### Une surface limitée et récente pour la production forestière

Pourtant, la forêt couvre plus de la moitié (53 %) du territoire, soit 137 000 hectares partagés entre le Domaine forestier public (101 000 hectares) géré par l'ONF et les franges de forêts privées pour 36 000 hectares. Mais sur cet ensemble, 105 000 hectares de forêts font partie du Parc National de la Réunion.

La surface cultivée et aménagée pour la production ne représente que 3 500 hectares en forêts publiques, répartis essentiellement entre les peuplements de Cryptomeria du Japon (1 600 ha) et de Tamarin des Hauts (1 900 ha). Et ce en raison du relief de l'île qui contraignent les conditions d'accès et d'exploitation.

À partir des années 1950, le Cryptomeria est introduit pour reboiser la forêt réunionnaise suite à son exploitation excessive pour produire des maisons et du mobilier. Outre la ressource en bois, le Cryptomeria a aussi une fonction de protection contre l'érosion du sol. Arrivé à maturité, son exploitation comme matériau de construction a été amorcé dès la fin des années 80.

Le Tamarin des Hauts, est une essence endémique. Il est très recherché en menuiserie car non seulement il se travaille facilement, mais de surcroît a une telle résistance au temps qu'il est aussi utilisé pour les bardeaux.

En 2012, la production locale était de l'ordre de 13300m<sup>3</sup> de grumes prélevé par l'ONF. En 2013, le volume produit est réparti entre 10700 m<sup>3</sup> de cryptomeria et 900 m<sup>3</sup> de tamarin<sup>10</sup>, soit 11 600m<sup>3</sup>. La production en bois d'œuvre a régressé.

## La première et la seconde transformation

« Sciages de Bourbon », nouvelle et unique unité de sciages de l'île intègre des activités de première et de deuxième transformation en bois de charpente, planches et produits de rabotage. Elle assure un service complet – bois sec, raboté, caractérisé, traité et conditionné – et l'approvisionnement des petites entreprises. Aujourd'hui, seules quelques petites entreprises dont l'activité principale est la deuxième transformation du bois, possède une scierie pour effectuer eux-mêmes la première transformation. Cependant, ils sont confrontés à des problèmes d'approvisionnement de bois local de bonne qualité, les grumes de bonnes qualités étant sélectionnées principalement pour Sciages de Bourbon.

Selon l'ONF, 590 entreprises assurent la seconde transformation, soit plusieurs centaines d'artisans et quelques PME. Cette activité génère 1770 emplois.



Aubier de Cryptomeria



Plateaux de Tamarin pour l'ébénisterie haut de gamme

## Une émergence difficile sur le marché local malgré la structuration de la filière

Hormis le coût de la matière première qui est souvent mis en cause, l'usage du Cryptomeria dans la construction est ralenti du fait de son image négative erronée — faible résistance, mécanique, à l'humidité et aux termites — et de la construction bois en général (besoin d'entretien, problème d'humidité). Cette idée est d'autant plus forte qu'il y a peu d'actions de communication sur les qualités du matériau et sur la réalisation de projets exemplaires le valorisant. À cela, s'ajoute la problématique de l'approvisionnement régulier en bois sec pour les entreprises de 2ème transformation, qui se tournent alors vers les bois importés pour répondre aux commandes.

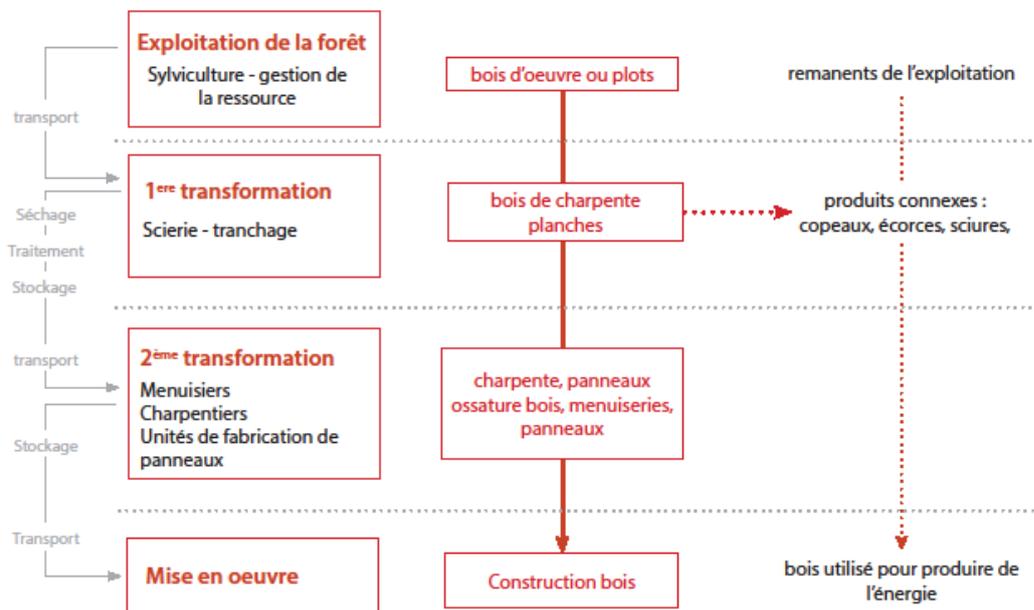


Schéma de la filière bois local

## **Les perspectives de la filière bois local dans le contexte du Développement Durable**

Les dynamiques actuelles de maîtrise énergétique, la demande en construction durable, le retour aux valeurs écologiques du bois, l'arrivée de « nouveau » concept de maison en bois bioclimatique sur le marché réunionnais, et l'intégration d'une nouvelle norme validant les qualités physico-mécanique du *Cryptomeria* pour son usage dans le bâtiment, laisserait présager de la réunion des facteurs et des synergies d'acteurs permettant un développement de la filière bois locale à son optimum.

Courant 2013, le Département de La Réunion, signait un contrat de bail de 25 ans avec l'objectif affiché de valorisation des bois locaux dans les secteurs de la construction et de l'ameublement. Il est encore trop tôt aujourd'hui pour mesurer les résultats de cet accord, et de prévoir les effets réels sur la filière.

Toutefois, les compétences au sein de la filière bois locale sont multiples et complémentaires : production forestière, première transformation en bois d'œuvre qui approvisionne la deuxième transformation, recherche sur les caractéristiques techniques du bois et les traitements, conception des bâtiments, traçage et découpe, mise en œuvre, gestion et vente.

La prise en compte de cette ressource renouvelable locale par les concepteurs favoriserait la réduction de l'empreinte écologique de la construction en valorisant un matériau local et serait créateur d'emplois.

Cependant, l'obstacle majeur du développement de la filière reste l'approvisionnement en quantité et en qualité. Actuellement des études sont réalisées pour tenter de trouver un système de prélèvement des grumes qui n'endommage pas l'écosystème protégé par le cadre réglementaire du Parc National. Afin de répondre à la problématique de l'accroissement de la surface exploitable, le Conseil Général de La Réunion déclare que « *sur les 100 000 ha de forêt que nous avons aujourd'hui, 4 000 ha seulement sont exploités. Nous avons comme objectif d'atteindre au moins 10 000 ha, à exploiter le plus rapidement possible. Par ailleurs, il ne faut pas perdre notre savoir-faire. L'artisanat local constitue un véritable moteur économique et touristique de notre île* ».

## Synthèse de l'analyse de la filière bois local

### Forces

- savoir-faire local (artisanat bois)
- Volonté de valorisation des bois locaux
- Amorce d'une dynamique de développement de la filière
- qualités du bois (écologique, thermique)
- résistance prouvée aux cyclones
- stratégie territoriale pour structurer de la filière soutenue par instances institutionnelles (technique, financière, enseignement)
- études, recherches et expérimentations existent depuis les années 1980
- , acteur local de la capitalisation technique et scientifique CIRBAT

### Faiblesses

- mauvaise image du cryptomeria (moindre résistance au feu et durabilité, coût)
- manque de ressources bois, surface limitée (3500ha) pour la production de bois (contraintes écologiques fortes et protection des forêts)
- coût des matériaux locaux élevé
- encadrement institutionnel excessif et parfois contre-productif
- formation aux métiers du bois (charpentier, constructeur) peu productive
- difficultés à pénétrer le marché lié à la structuration insuffisante de la filière
- Difficultés à traduire les travaux de la recherche dans les systèmes productifs, à développer des innovations (cryptomeria)
- un secteur peu encadré qui limite la capacité à s'approprier les résultats de la recherche
- appareil de production ne tourne pas à son optimum (Sciages de Bourbon tourne à moins de 50% de sa capacité en 2013)
- peu de diffusion culturelle

### Opportunités

- attitude volontariste des politiques publiques pour développer la formation des jeunes, des demandeurs d'emploi
- développement d'expérimentations sur les quartiers durables
- structuration émergente de la filière bois qui doit encore se poursuivre
- enjeu contemporain de maîtrise de l'énergie et/ou réhabilitation énergétique du bâti

### Menaces

- Peu de projets exemplaires réalisés
- concurrence des matériaux importés
- Coûts / délocalisation
- développement important du secteur tertiaire
- difficultés d'accès aux marchés "logement social"

## Le bambou

Dans le contexte de rareté des ressources non renouvelables pour la construction (béton, bois, ciment), des matières végétales sont présentes à La Réunion et présente des qualités écologiques similaires voire supérieures à celle du bois : le bambou.

Matière végétale utilisée dans l'habitat populaire depuis la colonisation de l'île jusqu'à nos jours, ce matériau est encore utilisé les jours de fête pour la réalisation de l'ossature des salles vertes, pour les annexes des habitations (pergola, guétali, abri pour animaux, treille), ou en ameublement et décoration (parement intérieur et extérieur, clôture) et l'artisanat (objets, tourisme).

Malgré les atouts écologiques et socio-économiques de cette ressource naturelle reconnus à travers le monde, le cadre normatif et réglementaire français et européen limitent l'utilisation de ce matériau dans la construction.

### La Bambusaie, unique producteur de l'île

La Bambusaie du Guillaume est la seule bamboueraie de l'île. Elle compte 120 variétés de bambou sur 5 hectares. Cette exploitation a été créée par un paysagiste de formation, passionné de cette plante, ramenant de ces multiples voyages de nouvelles espèces. Unique producteur de l'île, il exploite, puis sélectionne les meilleurs chaumes la commercialisation aux particuliers ou aux artisans. Seul acteur à fournir ce matériau, il a le monopole et pratique des prix qui ne permettent pas un usage répandu.

*Le bambou, matériau « pauvre », peut être utilisé mais moyennant une mise en œuvre qui rende ses performances rassurantes.* (FREY, 2013)

De plus, l'exploitation informelle de cette ressource dans son milieu naturel est courante. Cette pratique fait partie des traditions qui perdurent, et offre l'avantage d'obtenir un matériau gratuit. Toutefois, cette utilisation se fait sans réelle connaissance des

critères de choix pour obtenir un matériau durable et résistant dans le temps.

En effet, si le bambou n'est pas prélevé et séché selon les règles de l'art, il subit les effets de l'humidité, des termites. Il en est de même pour la mise en œuvre qui nécessite une bonne connaissance de la matière et des techniques d'assemblage.

### Un matériau porteur d'avenir

Utiliser depuis des siècles par de nombreuses populations, ce matériau a été remis au goût du jour par de nombreux architectes de par le monde, et notamment dans les pays tropicaux.

Ce « herbe d'acier » a de nombreuses caractéristiques et qualités qui répondent aux enjeux actuels d'une production d'habitat à faible empreinte écologique :

- La culture ne nécessite pas d'engrais, cette herbe a de grandes facultés d'adaptation climatique et son système racinaire important limite l'érosion des sols. Une forêt de bambou libère de l'oxygène et fixe autant de carbone qu'une forêt classique.
- Sa croissance est rapide, entre 4 à 5 ans en fonction des espèces, ce qui facilite la disponibilité et l'approvisionnement en matériau en comparaison du bois.
- Sa résistance mécanique peut être égale à celle de l'acier, et lui confère une bonne résistance aux vents cycloniques.
- Il a une bien meilleure balance énergétique<sup>11</sup> que d'autres matériaux de construction. Il faut 8 fois moins d'énergie pour créer un bâtiment en bambou, qu'en ciment, pour une même capacité (Roach 1996)<sup>12</sup> :

Acier	1500
Ciment	240
Bois	80
<b>Bambou</b>	<b>30</b>

<sup>11</sup> La balance énergétique est l'énergie nécessaire pour produire une unité de matériau de construction avec un même niveau de capacité à supporter une charge, exprimée en MJ/m<sup>3</sup> par N/mm<sup>2</sup>

<sup>12</sup><http://www.generation-bambou.org/le-bambou.html>, consulté le 08/07/2014

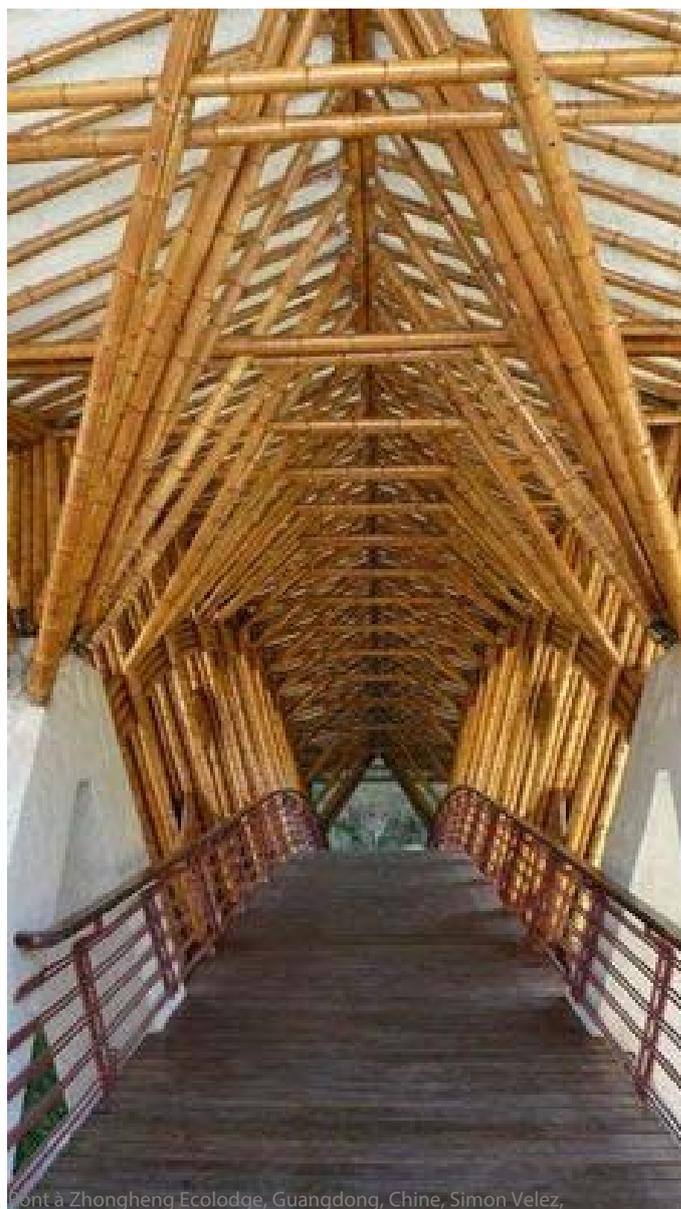
- Proximité zone de culture et zone de transformation qui favorise : une économie de temps, la rationalisation transport et le maintien du tissu social

### Une démarche architecturale innovante se basant sur la valorisation d'une ressource locale

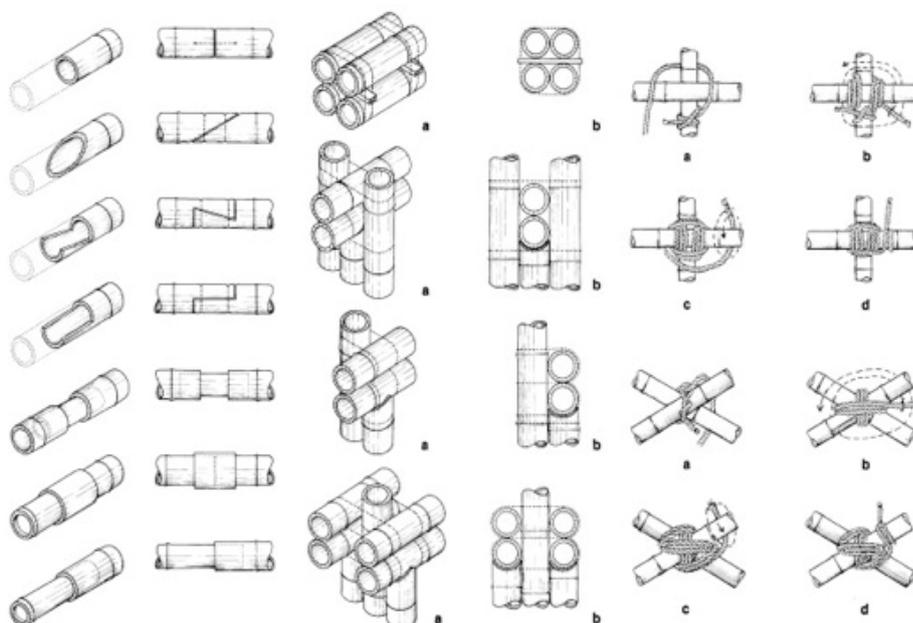
Simon Velez, architecte colombien, conçoit des architectures en bambou – *Guadua angustifolia* – de l'habitat social aux maisons prestigieuses, en passant par les équipements et ouvrages publics.

« On prend un matériau naturel, disponible sur place, à faible coût et qui présente, en plus d'un excellent bilan environnemental, des performances dignes des matériaux high-tech ; on l'agence et on le met en œuvre en recourant à une faible quantité de produits industriels communs, disponibles partout, comme la tige d'acier fileté et le ciment Portland. Cette simple idée déploie de larges conséquences :

- Cette architecture est nécessairement liée à une agroforesterie locale et s'ouvre spontanément sur un modèle d'autoproduction pour l'autoconsommation. En tous les cas, elle stimule une demande et un marché locaux, incitant les cultivateurs de bamboueraies à la création de valeur. Par le biais de chantiers souvent destinés à des prescripteurs d'opinion prestigieux, elle démontre à toutes les couches de la population qu'il peut être digne, possible et suffisant d'habiter des maisons construites en *guadua*, en « bois de l'homme pauvre », brisant ainsi le monopole des modèles aux mains des *building designers* et de leur appareil de propagande. » (FREY, 2013)



ont à Zhongheng Ecolodge, Guangdong, Chine, Simon Velez,



Techniques d'assemblages du bambou - Oscar Hildalgo López

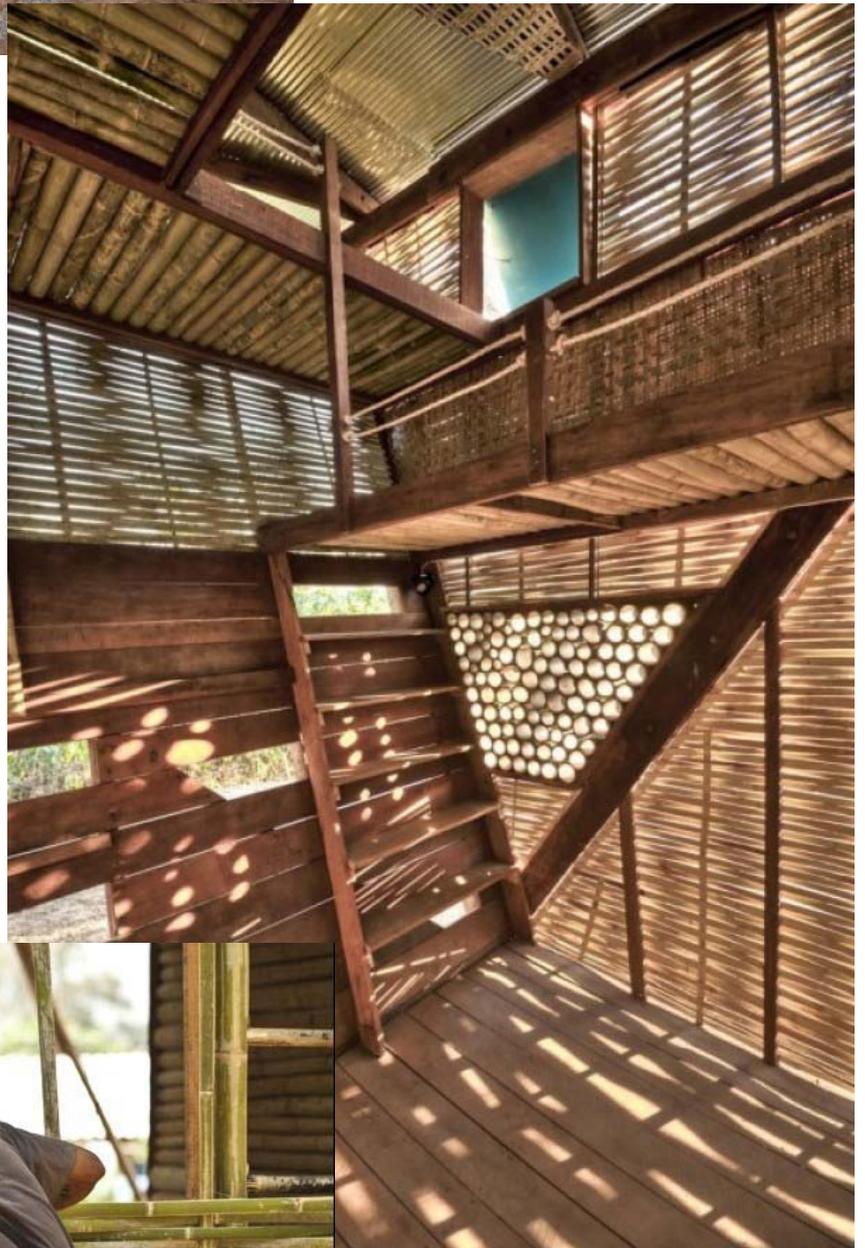


École primaire à Villa Rica, Colombie, Daniel Feldman and Ivan Quiñones architectes, 2013





Soe Ker tie, Thaïlande,  
TYIN tegnestue Architects  
Mise en œuvre de matériaux et savoir-  
faire locaux pour créer une « durabilité  
sociale ».





Prototype d'une maison en bambou résistante aux inondations, Hanoi, Vietnam, 2013  
H&P Architects

Bamboo courtyard TeaHouse, ShiQiao, Yangzhou, Chine, 2012  
Harmony World Consulting & Design (HWCD) Architectes







1 Récolte des feuilles de vétiver



2 Feuilles de vétiver avant sélection



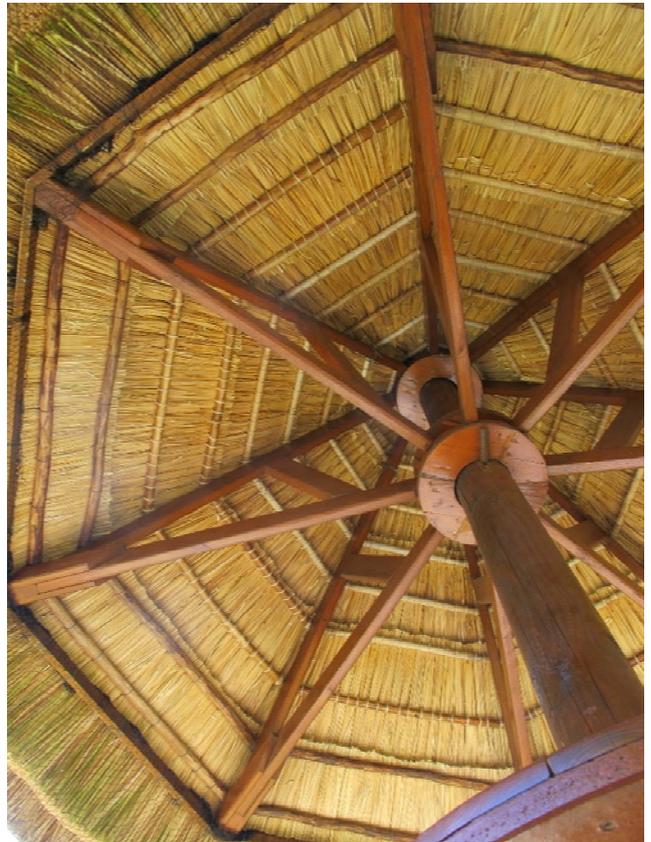
3 Séchage des feuilles de vétiver



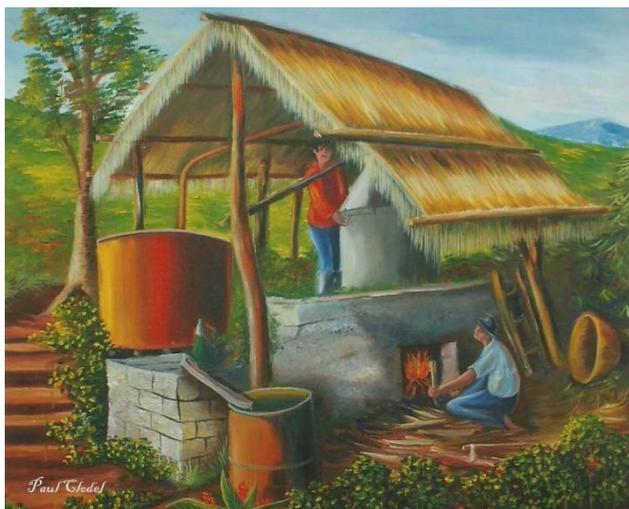
4 Mise en botte



5 Kiosque à la Maison du Tourisme du Sud sauvage



## Le vétyver



Alambic avec l'homme en rouge de Paul Clodel Cochard, 1950

Le vétyver (ou vétiver), *Vetiveria zizanoïdes*, est une graminée de la famille des Poaceae, comme le bambou, la canne à sucre, qui pousse dans les régions tropicales et subtropicales.

### Une production de vétiver Bourbon devenue confidentielle.

Introduite en 1764 à la Réunion pour couvrir les toits et en distillerie pour produire de l'huile essentielle. La plante offrait à la fois des feuilles étroites et dures pour couvrir le toit des cases et assurer une bonne isolation, et des racines aux cellules odoriférantes qui étaient distillées. En 1969, le volume d'huile essentielle produite représentait environ 2 % de la valeur des exportations de l'île, avec 47 tonnes, aujourd'hui, ce sont seulement 15 kg d'huile essentielle de vétiver qui ressortent de la distillation<sup>13</sup>.

Surface cultivée : 7 ha

Nombre de producteurs : 5

Production d'huile essentielle : 15 kg

Le chaume de vétyver est considéré comme un sous-produit de la production d'huile. Les principales zones de culture se situent à Lianes, village de la commune de Saint-Joseph, berceau historique du vétiver, à une altitude comprise entre 400 et 800 m.

### Une dynamique de préservation d'un savoir-faire local en cours

Cette technique de construction perdue grâce à la commande privée : les particuliers et les établissements touristiques, où le toit de chaume est apprécié pour ses qualités isolantes et son image « tropicale ». Une tentative non aboutie de valorisation de la filière a été amorcée en 1991. Après une étude d'ignifugation du vétyver, elle proposait la mise en place d'un atelier de traitement de la paille pour permettre sa mise en œuvre en toiture, en couverture décorative ainsi que des bungalows. En 2008, une étude sur l'ignifugation, financée par les fonds publics, a été menée avec Protec Flam. Les résultats concluants ont permis, après traitement, la classification M1 du chaume de Vétiver.<sup>14</sup> Son usage dans la construction d'établissements publics est donc possible vis-à-vis de la réglementation incendie.

En 2011, l'Association réunionnaise pour la valorisation du vétyver est créée, avec pour objectif : « développer toutes les actions visant la valorisation du vétyver et ses dérivés à la Réunion. » Cette initiative a eu le soutien des acteurs locaux, permettant l'accompagnement d'activités de formation par la mise en place d'un chantier insertion vétyver et la réalisation de kiosques au toit de chaume pour des aires de loisirs ; des activités de sensibilisation et d'initiation à l'artisanat du vétyver en 2013.

#### Chronologie des actions pour la valorisation du vétyver

1991	1994	1995	2008	2011	2013
<b>Tentative de relance de la filière vétyver</b>					
Rapport sommaire sur les contraintes technico-économiques relatives à l'utilisation de la chaume de vétyver	Création association Vétyver et tradition artisanale	Projet OVAPAL Etude d'un procédé de traitement d'ignifugation de la paille de vétyver	Etude de traitement d'ignifugation permet le classement M1	Création de Association réunionnaise pour la valorisation du vétyver	Atelier Chantier Insertion Vétyver à Saint-Joseph

<sup>13</sup> Chambre de l'Agriculture de La Réunion, 2013

<sup>14</sup> <http://aci-vetyver.overblog.com/le-vetyver>

## Une ressource naturelle aux multiples potentialités

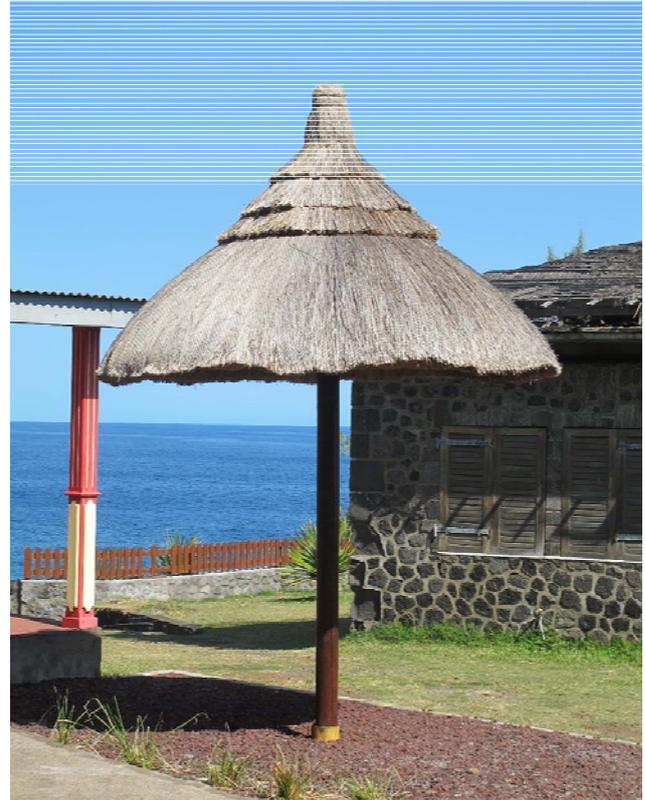
Un peu comme le bambou, le chaume de vétiver souffre d'une image de matériau « pauvre » mais à de remarquables qualités à la fois pour la construction, mais aussi d'un point de vue environnemental et social.

Sur le plan environnemental, cette plante possède une capacité étonnante en matière de protection des sols et permet de lutter contre l'érosion, phénomène naturel actif sur le territoire. Ses longues et denses racines lui confèrent une bonne résistance aux intempéries. Elle est capable de filtrer l'eau et de dépolluer les sols.

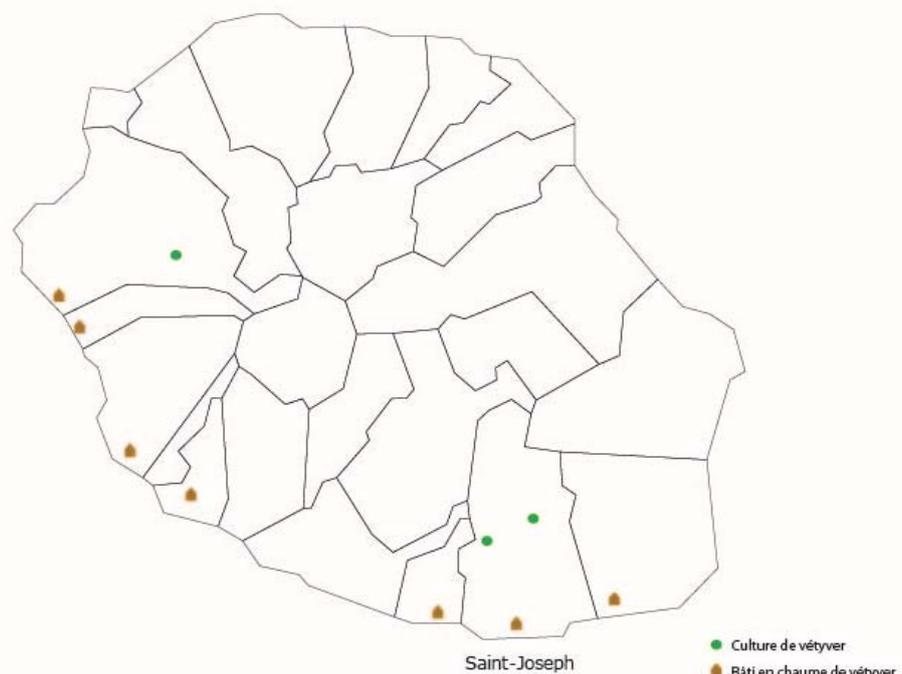
Comme les toits de chaume en métropole, le chaume de vétiver est un matériau biosourcé qui répond aux exigences de la production d'un habitat à faible empreinte écologique. Le vétiver une fois arrivé à maturité, en raison de sa solidité et de sa résistance aux insectes, constitue une excellente matière pour les toits de chaume doté d'une longue vie, puisque le feuillage ne se détériore pas vite. C'est un matériau qui assure une bonne isolation thermique, acoustique.

Sur le plan socio-culturel, la dynamisation de la filière vétiver favoriserait la reconnaissance d'une ressource naturelle locale et la valorisation d'une technique constructive traditionnelle, tout en préservant le patrimoine culturel réunionnais.

Au niveau social et économique, le vétiver peut participer à la lutte contre la pauvreté par l'utilisation des déchets de la distillation dans l'artisanat et dans la construction en créant de l'emploi à tous les niveaux de la filière. Une culture pourrait approvisionner plusieurs filières de transformation : construction, artisanat, et huile essentielle. Cela semble pertinent au regard de l'importante demande mondiale en huile de vétiver qui est de l'ordre de 200T par an. L'huile de vétiver Bourbon est une des plus recherchées, La Réunion a été un des plus gros producteurs mondiaux, ne pourrait-elle pas le redevenir ?



Kiosque toit en chaume de vétiver, Maison du Tourisme du Sud sauvage, La Réunion, 2013



## Synthèse des forces et faiblesses de la micro-filière vétyver

### Forces

- Ressource naturelle locale
- savoir-faire encore présent (artisanat, huile, toit)
- subsistance de plantation
- qualités de la matière et du matériau (écologique, thermique, phonique) dans le contexte du CC et du DD
- petit noyau d'acteurs mobilisé pour développer la filière pour la construction
- Validation de l'étude sur l'ignifugation de la paille de vétyver (classe M1)

### Faiblesses

- filière non structurée : absence d'organisation en aval pour approvisionnement en matériau brut
- pas de professionnel reconnu
- coût du matériau élevé (en comparaison de la tôle)
- pas de formation qualifiante
- pas assez de personnes formées
- peu de diffusion culturelle, scientifique et technique
- pas de réseau et de synergies d'acteurs pour structurer et dynamiser la filière
- méconnaissance du matériau (image passéiste et éphémère)
- surface de culture réduite (problème d'approvisionnement)

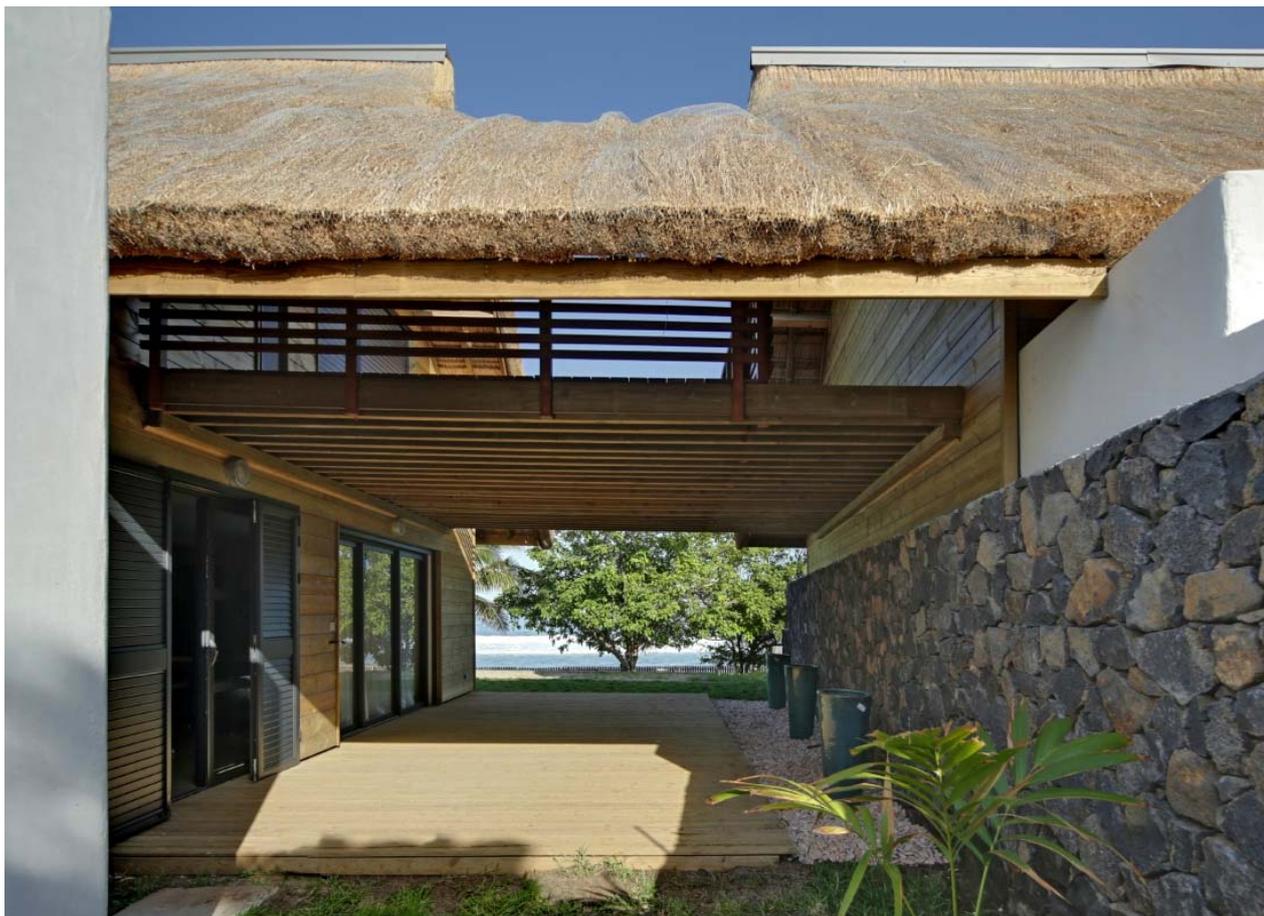
### Opportunités

- contexte du DD et MDE devraient être favorables à l'emploi d'un matériau isolant issu de filière courte
- soutien financier pour des chantiers d'insertion
- attitude volontariste des politiques publiques pour développer la formation des jeunes

### Menaces

- peu de projets exemplaires réalisés
- disparition des cultures existantes

## Des projets valorisant le vétéver dans l'architecture contemporaine



Condominium familiale, 3 appartements, Saint-Paul, La Réunion,  
TT Architecture, 2013





Maison Wessels, à Tofo, Mozambique, 2011, Timberdesign  
Le challenge fut d'intégrer des panneaux photovoltaïques et solaires  
à la toiture en chaume traditionnelle au Mozambique.

Maison à Gorssel, Pays Bas, Maas Architecten





Centre de santé, Dharmapuri, Inde, 2012

Les racines du vétyver sont utilisées en remplissage des protections solaires mobiles. Un système de goutte à goutte intégrée permet d'humidifier et de rafraichir l'air l'espace protégé.







Ancien four à chaux, Manapany, La Réunion, 2013

## Les matières minérales

Née de la formation de 2 volcans basaltiques accolés, La Réunion dispose de lave volcanique en abondance.

### Les ressources minérales disponibles à sur le territoire

- Des roches massives, matériaux de dimensions variées utilisées principalement dans la construction, la voirie (pavés, bordures de trottoir, dallages), les monuments surtout funéraires.
- Des ressources alluvionnaires, qui sont limitées et présentent des réserves exploitables de l'ordre de 10 à 20 millions de m<sup>3</sup> dans les bassins ouest et est, 3 millions dans le bassin est.
- Des ressources en scories et tufs volcaniques  
Les gisements sont principalement situés dans la moitié sud de l'île. La ressource totale est relativement méconnue en dehors des pitons. Le seul gisement exploité se localise dans le bassin sud à Saint-Pierre. Les tufs présentent un potentiel de valorisation du fait de leur caractéristiques particulières (réactivité chimique, faible densité...) recherchée pour diverses applications : additifs pour ciments, produits isolants, traitements d'effluents...
- Des ressources hors de carrières, tels que les matériaux de dragage des ravines, les déchets des centrale thermique, les produits de démolition (500 000 tonnes par an), les andains issus d'épierrage agricole, les déblais de génie civil (déblais routiers)

### Des besoins importants en matière minérale

Les matériaux extraits sont principalement utilisés pour la production de granulats destinés à la confection des bétons et mortiers, des routes, ouvrages d'art... Les granulats actuellement produits à La Réunion sont essentiellement des granulats alluvionnaires prélevés dans le cône de déjection des ravines. Les matériaux bruts sont traités dans des installations de criblage et concassage (26 installations dénombrées en 1997) produisant de l'ordre de 150 000 tonnes de granulats par an. Des granulats sont également

produits à partir des gisements de scories pour des utilisations spécifiques : filtre pour les assainissements d'eau, aménagement paysager, dalles en béton léger et isolant, substrat de culture hors sol. Les besoins actuels en granulats de La Réunion sont estimés à 4 millions de tonnes par an, soit une consommation de l'ordre de 6 tonnes par habitant et par an.<sup>15</sup>

Les besoins en enrochement sont aussi très importants pour l'endiguement des ravines, les aménagements portuaires et aéroportuaires.

#### Le ciment

Les besoins en ciment de La Réunion sont satisfaits par des importations de ciment en sac ou en vrac et de clinker. Ces besoins sont de l'ordre de 400 000 tonnes par an. Du tuf volcanique de la carrière de Saint-Pierre est ajouté au clinker et à de l'anhydrite (sulfate de calcium) importés, l'ensemble étant finement broyé pour un obtenir un ciment produit localement.

Il existe une large gamme de produits complémentaires ou d'éléments préfabriqués réalisés par de nombreuses entreprises. Une seule entreprise fabrique le ciment, les autres l'importent. Les agrégats proviennent aux trois quarts de matériaux prélevés dans les rivières. Ce qui devrait être évité dans l'avenir, afin de limiter l'impact de ces prélèvements sur le milieu naturel.

La pierre, des potentialités pour la construction de logement

La tradition de la construction en pierre s'est perdue à la Réunion, son utilisation est limitée à la construction de mur de soutènement à partir de galets prélevés dans les ravines. Toutefois un marché potentiel pour la construction neuve, la restauration et l'aménagement de sites touristiques émerge.

.....

<sup>15</sup> BRGM, Fiches ressources granulats,

## Le parement haclave, un nouveau produit à base de béton de scorie

Le parement haclave est un nouveau matériau de construction à base de scorie — matière première disponible à la Réunion — et de ciment, développé par M. Henri Clervil, dans le cadre d'une recherche personnelle sur des produits innovants pour la construction de logements économiques. Le matériau a été reconnu et breveté en 2005.

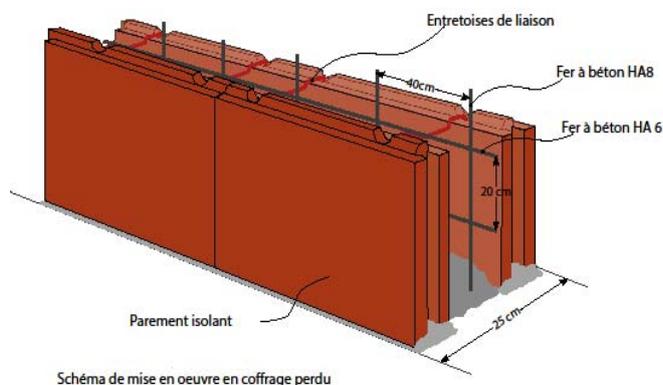
Le béton de scorie est composé d'environ 32% de vides d'air, ce qui lui confère de bonnes performances isolantes — thermique et acoustique — qui découlent des propriétés intrinsèques de la scorie, matière poreuse.

Le parement se présente sous forme de petits éléments (40 x 50 x 6,5 cm) mis en œuvre verticalement sur une dalle béton. Des entretoises de liaisons permettent le montage à sec grâce au système à emboîtement, pour une mise en œuvre en coffrage perdu pour béton banché et réaliser des murs porteurs de 25 cm d'épaisseur. Il est aussi adapté pour réaliser les cloisons, et peut être utilisé en parement isolant sur des ossatures bois ou acier ou sur les toits terrasses. Il est facilement manœuvrable sans matériel lourd.

Ce nouveau procédé a été développé comme alternative au parpaing dans le même secteur de la construction. Il présente l'avantage d'intégrer l'isolant dans le gros œuvre et ne nécessite donc pas le recours à d'autres matériaux d'isolation.

Le développement du procédé a bénéficié de l'appui technique et financier de plusieurs institutions pour la création d'une entreprise. Il a été projet lauréat du 7ème Concours National d'Aides à la Création d'Entreprises et de Technologies Innovantes en 2007.

En 2008, la société haclave et la SICA Habitat Rural se sont associées pour construire 2 logements sociaux semblables à la Petite-Ile, l'un utilisant le procédé haclave de coffrage perdu et l'autre en construction conventionnelle. Les tests effectués permettent d'obtenir des résultats satisfaisants en répondant à la réglementation thermique en vigueur en outre-mer depuis le 1er mai 2010 (RTAA DOM).



Chantier d'une maison utilisant la technique de coffrage perdu, La Plaine des Palmistes, 2014

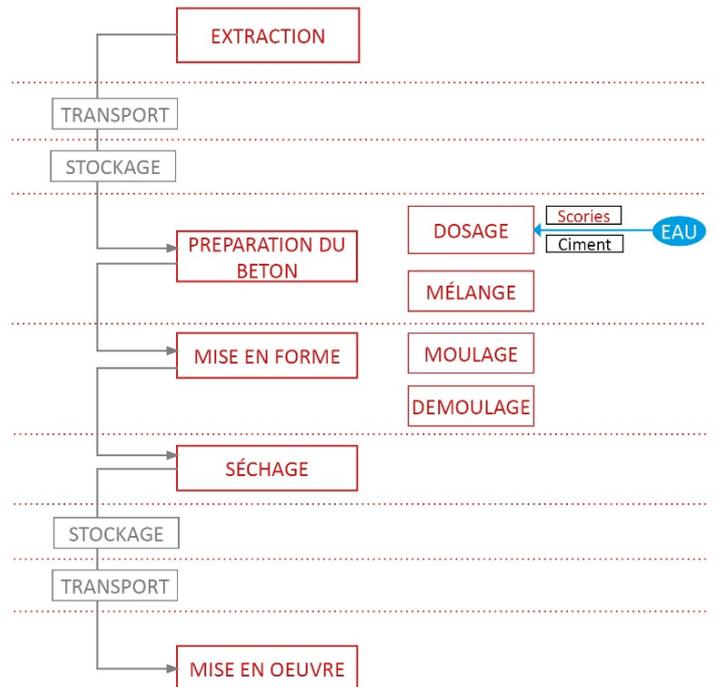


### Des potentiels pour le développement d'une filière locale

Ce nouveau matériau présente de nombreux potentiels pour la construction : il permet une mise en œuvre plus rapide et durable, du fait de la légèreté du matériau et du système à emboîtement à sec. L'absence des coffrages classiques métalliques permet de réduire les nuisances sonores associées au chantier en béton banché.

De plus, la production du parement est locale, de l'extraction en passant par la transformation à la mise en œuvre, elle permettrait de créer des emplois locaux non délocalisables et exportables. Aujourd'hui, la société HACLAVE fabrique et commercialise son produit dans des proportions artisanales, en attendant de réunir les fonds nécessaires à l'implantation d'une production industrielle qui permettra d'abaisser le coût du matériau qui a un coût élevé en comparaison du parpaing.

Cycle de production > HACLAVE



### Synthèse des potentiels et freins de cette filière locale émergente

#### Forces

- Matériau inventé localement, avec des matières disponibles localement, comme alternative au parpaing
- produit et mis en œuvre par une main-d'œuvre locale
- amélioration du confort du fait de ces propriétés isolantes (thermique et phonique)
- une réduction des risques sur la santé des occupants (pas d'émission de COV, composés organiques volatils, et formaldéhyde entre autres)
- projet expérimental d'un logement social a démontré les qualités du procédé

#### Faiblesses

- études sont en cours pour intégrer un isolant en face interne afin d'augmenter la résistance thermique du complexe pour permettre une mise en œuvre dans les zones climatiques froides de l'île
- matériau est nouveau et innovant, besoin de temps pour acceptation par acteurs du bâtiment (concepteurs, entreprises, utilisateurs)
- difficulté technique (lieu d'extraction) et financière, pour passer d'une production artisanale à une production industrielle (offre limitée)

#### Opportunités

- produit est favorable à une utilisation pour la réalisation de projets en démarche HQE
- il présente a priori, les avantages d'un faible impact sur l'environnement global

#### Menaces

- difficulté d'acceptation d'un matériau innovant sans obligations officielles (source CAUE)
- image de « concurrent » du parpaing ou du béton



Mur de soutènement en pierres de lave, Bas de la Rivière, Saint-Denis, 2013



Bâti ancien, pierres de lave maçonnée, Saint-Denis, 2013

## Basalte, pierre de lave

Le basalte est une roche volcanique basique, de couleur sombre, formant des coulées étendues, très présente à La Réunion. Traditionnellement mis en œuvre pour la construction des édifices prestigieux (Préfecture, Hôtel de Ville, église, entrepôts de marchandises...) il est aujourd'hui peu mis en œuvre dans la construction malgré ses qualités environnementales, sa durabilité et la diversité des techniques de mise en œuvre.

### Les techniques constructives en pierres de lave utilisées historiquement sur le territoire

- Murs en pierres taillées rejointoyées à la chaux, mur noir qui absorbe la lumière, utilisé pour la réalisation de mur et de sols. La matière était extraite de carrière et sciée, il n'y a plus aujourd'hui de carrière en activité sur l'île.
- Murs de pierres sèches, la matière est empilée sans transformation hormis la taille de certains blocs, les galets sont prélevés dans les rivières.
- Murs en galets cimentés, les galets sont utilisés sans transformation
- Mur de pierres non sciées, les cailloux sont cassés à la masse et cimentés, et rejointoyés à la chaux, l'appareillage est aléatoire, la technique artisanale.

Aujourd'hui, il est principalement utilisé pour produire des granulats, ou des murs de soutènement. Au regard des besoins estimés de granulats sur le marché local, la prise en compte de ce matériau brut ou peu transformé pour la construction d'habitat semble assez complexe:

« Les besoins en granulats pour la période 2009-2020 peuvent en première approximation, être estimés à 80 millions de tonnes ou 40Mm<sup>3</sup> »

Et notamment sur le plan environnemental, par la limitation des carrières exploitables et leurs impacts sur les écosystèmes. De plus certains sites ne peuvent être exploités car ils sont localisés à proximité directe de zones bâties, ou à l'intérieur de sites naturels protégés (Parc national, réserves naturelles, milieux aquatiques...).

Mais il semble que le développement de cette filière pour la production d'habitat doit passer par la sensibilisation des concepteurs, architectes et entrepreneurs et du grand public à la construction en pierre et à ces qualités environnementales. Il s'agit de porter un nouveau regard sur ce matériau, actuellement coûteux, en comparaison des pierres importées d'Asie et du fait du monopole de l'extraction pour produire des granulats et des petits éléments préfabriqués. Les recherches engagées au sein du BRGM pour



## Des projets valorisant la pierre dans l'architecture contemporaine



Jeju Ball, Villas-hôtel, Corée du Sud, 2012  
Kengo Kuma and Associates,  
Valorisation de la pierre volcanique de l'île pour intégrer les villas dans le site, en écho aux petits cônes volcaniques et pour ses propriétés isolantes





Accès sud du Parc Métropolitain, Santiago  
Metropolitan Region, Chili, 2005  
Polidura Talhouk Achirctectes,  
Les galets utilisés en façade comme filtre de  
lumière.





Pavillon BES (bamboo, earth, stones), Ha Tinh, Hà Tĩnh, Vietnam, 2013  
H&P architects,

## Bilan de l'exploration des matériaux locaux renouvelables

À travers cette exploration des matériaux issus de filières courtes, on constate qu'il existe des ressources naturelles avec des potentiels intéressants pour la production d'habitat durable, qui pourrait devenir accessible financièrement si les conditions sont réunies pour valoriser et optimiser le recours à ces matières premières.

Dans le cas de la filière bois, l'intérêt commun des acteurs locaux (publics et privés) pour mener une politique cohérente de développement de filières courtes créatrices d'emplois a permis la structuration et la modernisation de cette filière. Des recherches sont en cours, afin de résoudre un des freins majeurs au renforcement de la filière : le prélèvement des grumes à l'intérieur du Parc National.

Un foisonnement d'actions et de dynamiques portées par divers acteurs, surtout associatifs, caractérisent les micro-filières locales issues des matières végétales telles que le bambou et le vétyver. Toutefois, la méconnaissance des matériaux en construction, la production artisanale et le manque de main-d'œuvre qualifiée sont les

principaux obstacles à la croissance de l'offre et par conséquent de la demande.

La filière émergente, du parement Haclave a bénéficié d'un soutien politique permettant la mise en place d'études et d'un projet expérimental dans le logement social. Cependant, la filière semble avoir du mal à intégrer le marché du fait de sa production artisanale.

Bien que largement exploitée, la pierre ne dispose pas actuellement de filières permettant sa mise en œuvre dans la production d'habitat. À l'image du bambou et du vétyver, la méconnaissance de cet usage est un frein majeur.

Ainsi, en faisant la synthèse des obstacles, on constate que sur presque toutes ces filières analysées, le manque de reconnaissance des matériaux et des compétences associées est un des principaux freins au développement des filières. Cet obstacle est plus prégnant pour les filières du bambou et du vétiver dont l'étude sera approfondie par la suite.

## Les micro-filières bambou et vétyver

Comme nous l'avons vu, ces filières présentent des similitudes et notamment sur la méconnaissance des matériaux et de leur potentiel dans l'architecture, liée à la disparition progressive des traditions constructives propres à la Réunion.

De fait, la capitalisation culturelle, scientifique et technique des savoirs et savoir-faire pour maintenir et faire évoluer ces savoirs et techniques est rendue plus complexe. À cela, s'ajoute le fait qu'il n'existe pas de réseau, ni de mutualisation au sein de ces filières. Les artisans porteurs de savoirs mènent leurs actions et activités assez discrètement dans le secteur privé.

L'analyse SWOT offre une perception globale sur les caractéristiques communes de ces filières et fait ressortir les domaines dans lesquels les actions devraient être menées.

Par la suite, l'arbre des problèmes communs à ces micro-filières hiérarchise les liens logiques entre les causes et les conséquences.

L'arbre est subdivisé en 4 sous-arbres qui permettent de mieux appréhender les obstacles majeurs dans les domaines du réseau, la capitalisation scientifique et technique, la formation et la communication.

### Forces

- préservation des savoir-faire locaux par le biais d'initiatives volontaires (associations de promotions des techniques traditionnelles, actions pour préserver des connaissances techniques, des patrimoines)
- dynamique de sensibilisation à travers la « redécouverte des techniques anciennes »
- le secteur de la construction dispose des institutions, laboratoires de recherche (CIRBAT), de bureau de contrôle qui pourrait participer à la valorisation des matériaux issus de ces filières

### Faiblesses

- L'absence d'une culture du "travail en commun" de la mutualisation des compétences et des savoirs
- Méconnaissance des matériaux, des savoir-faire et des potentiels dans l'architecture
- Matériaux non reconnus par la réglementation
- Pas assez de personnes formées
- Une taille très réduite du marché
- faible capacité des petites entreprises à pénétrer les marchés publics
- peu d'études et de démarches de certification d'origine (produits "péi"... ) pour valoriser la production locale en développant les études techniques

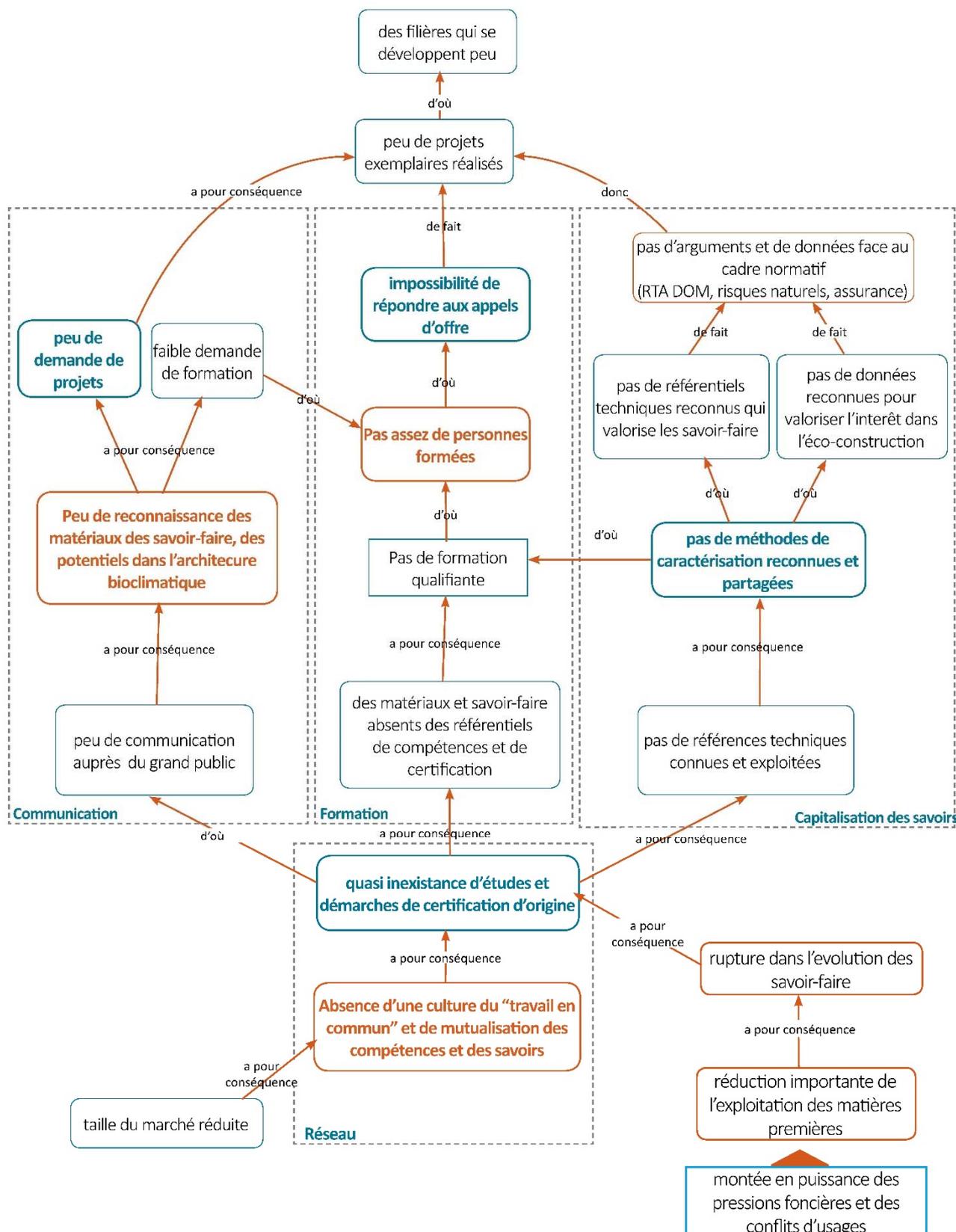
### Opportunités

- attitude volontariste des politiques publiques pour développer la formation des jeunes, des demandeurs d'emploi
- partenariat en cours entre CIRBAT et centre de formation des ingénieurs sur matières végétales locales (biomasse)
- enjeu contemporain maîtrise de l'énergie et/ou réhabilitation énergétique du bâti

### Menaces

- les expérimentations sur les éco-constructions n'utilisent pas les matériaux locaux (structuration insuffisante de la filière face au monopole des industriels)
- montée en puissance des pressions foncières et des conflits d'usages malgré un système de protection du foncier agricole

### Arbres des problèmes communs aux micro-filières bambou et vétyver



## La structuration des filières est essentielle à la diffusion des connaissances et des savoirs

Tout comme le projet de mix énergétique qui peut rendre viable l'atteinte de l'autonomie en énergie, par la diversité des sources d'énergies renouvelables (solaire, éolien, biomasse, etc.). Pour la construction, il semble clair que l'usage unique d'une matière première naturelle n'est pas durable au vue des contraintes et des enjeux du territoire.

Au regard de cette première analyse, la présence de ressources naturelles végétales et des savoir-faire pour les transformées et les mettre en œuvre apparaît être une alternative constructive en proposant un "mix matériaux locaux et matériaux importés" qui pourrait considérablement participer à l'abaissement des coûts des matériaux et de construction tout en limitant l'empreinte écologique du bâti.

Pour cela, il est plus que nécessaire de structurer les "micro-filières" locales, d'en améliorer les connaissances techniques et culturelles, pour permettre un développement qui favoriserait leur emploi par les acteurs de la construction. En effet, à l'image du Cryptomeria avant les études de caractérisation, les matières premières végétales, sont encore victimes de leur image passéiste et "éphémère" à l'opposé des matériaux modernes. Un des enjeux primordiaux est donc la

reconnaissance des caractéristiques et spécificités de ces matériaux.

De plus, un des freins au développement de chaque filière locale semble être le manque d'organisation des acteurs au sein de la filière qui limite considérablement la diffusion des connaissances et des savoirs au sein des filières mais aussi auprès du public. Actuellement, il n'existe pas d'organisation interprofessionnelle qui permettent une mutualisation et la création de synergies des acteurs de ces micro-filières locales.

Or force est de constater que le dialogue entre toutes les acteurs, de l'extraction de la matière première à la mise en œuvre du matériau fini est essentiel et facilite l'appropriation et la généralisation des matériaux au sein d'une filière, mais peut aussi favoriser l'émergence d'autres filières. Les producteurs de matière et de matériau, les prescripteurs, les formateurs, les bureaux d'étude, laboratoires de recherche et les décideurs locaux doivent avoir un intérêt commun à fournir des réponses efficaces et sur le long terme pour structurer une filière complète capable de répondre à la construction de logements économiques et de qualité sur le territoire.



## Conclusion et Pistes de réflexions



Ce mémoire a exploré la question de la production d'habitat écoresponsable et accessible économiquement à La Réunion, territoire insulaire ultramarin où l'enjeu de loger et de fournir un emploi à près de 150 000 nouveaux habitants d'ici 2030 se conjuguent avec le défi de l'autonomie énergétique lancé depuis 2000. Cette étude confirme que la production d'un habitat écoresponsable accessible financièrement peut être un levier de développement durable de l'île. Cependant pour renforcer ce rôle, il apparaît indispensable de lever les freins actuels qui limitent le développement de projets innovants, qui valorisent les filières courtes, tout en participant à la réduction de l'empreinte écologique du secteur de la construction et des bâtiments produits.

La première partie de ce travail, a permis de situer la réflexion en relation avec un cas d'étude concret durant lequel l'approche itérative et les outils d'analyse de projet mobilisés pour faire le diagnostic architectural d'un projet de construction pour des populations démunies, nous a conduit à réaliser une analyse contextuelle des filières de construction malgache, des actions de sensibilisation, puis de formation afin de répondre aux besoins des bénéficiaires du projet.

Cette étude de cas a mis en lumière à la fois :

- La pertinence d'une démarche itérative, qui permet de faire des allers-retours, entre les besoins des villageois et les potentiels locaux, et ainsi d'adapter les interventions tout au long de ce travail pour atteindre l'objectif fixé : participer à la pérennisation des constructions du village.
- L'importance d'adopter une approche participative durant tout le processus du projet d'habitat, car elle favorise l'échange des connaissances et des savoir-faire, l'implication des bénéficiaires dans la construction de leur habitat mais surtout son appropriation et son entretien
- La nécessité de mener des actions en concertation avec toutes les parties prenantes afin que les activités et moyens mis en œuvre aient une chance d'atteindre les objectifs définis.
- Et enfin l'importance de prendre en compte les cultures constructives locales, par l'analyse des filières courtes et des savoir-faire, préalable indispensable à la viabilité d'un projet d'habitat durable qui privilégie le développement local.

La deuxième partie de ce mémoire consistait, dans un premier temps, à travers la présentation du contexte de La Réunion, à identifier les enjeux actuels du secteur de la construction.

Ce premier axe d'étude a fait ressortir un enjeu particulier du territoire : le besoin urgent de produire suffisamment de logements sociaux durables et économiques, et a mis en exergue l'importance de la production d'habitat dans le développement socio-économique du territoire.

Ainsi l'exploration des ressources naturelles locales, renouvelables et utilisables dans la production d'habitat a été abordée sous l'angle des matériaux et des modes constructifs, de leur faible empreinte écologique, ainsi que du développement économique qu'ils pourraient générer sur le territoire.

À l'issue de cette prospection, menée principalement sur quatre filières locales artisanales : le bois, le bambou, le vétiver et le parement de scorie, j'ai acquis de meilleures connaissances sur la structure, les enjeux et les freins à l'emploi des ressources naturelles locales – matière, matériau, savoir-faire - dont dispose encore le territoire. Globalement, le principal enjeu est la reconnaissance de ces matériaux en tant que tel. L'analyse des forces et faiblesses puis l'analyse des causes et conséquences ont permis d'identifier les points où des perspectives d'actions peuvent être envisagées. L'arbre à problèmes qui en résulte met en avant un obstacle majeur commun à toutes ces filières : la méconnaissance des matériaux et de leurs potentiels en architecture bioclimatique, L'absence de mise en réseau des acteurs de ce secteur semble être une des causes amenant à cette situation.

Ainsi, les enjeux actuels de ces filières sont à la fois

- la structuration d'un réseau de professionnels efficace, autour d'un intérêt commun de valorisation de leur « outil de travail »,
- la nécessité de mener des études de caractérisation des matières et matériau, pour faire face à la réglementation et proposer des nouveaux modes de mise en œuvre
- de mener des actions de sensibilisation en diffusant les connaissances sur le fonctionnement de la matière et les potentiels des architectures ainsi produites, pour dynamiser la demande.

Il s'agirait de mettre en place à l'échelle régionale une stratégie générale qui favoriserait la réintroduction des matériaux locaux et de leur

savoir-faire dans une logique de construction contemporaine.

Trois leviers d'actions doivent être menés conjointement :

- le développement de synergies des divers acteurs (mutualisation des connaissances, meilleure compréhension de l'offre et de la demande)
- des actions de sensibilisation pour stimuler "l'imaginaire", la créativité et la demande
- la structuration de filières courtes dans son ensemble (caractérisation technique et scientifique, production, règles professionnelles, formation, recherche, expérimentations, retour d'expérience, etc.).

L'évolution des filières sera possible, si elle est accompagnée d'actions de sensibilisation effectives, qui permettent de créer une demande d'informations techniques et de professionnels qualifiés. De plus, elle doit être en capacité de proposer de nouveaux modes de mise en œuvre qui pourrait avoir un impact positif sur la baisse des coûts de construction. L'exploration des filières a montré que peu d'architectures contemporaines utilisent des matériaux locaux à La Réunion, et notamment parce qu'il y a peu d'artisans qualifiés et reconnus dans la mise en œuvre des matériaux locaux peu transformés. Le coût des matériaux issus de la production artisanale est élevé en comparaison des matériaux disponibles chez les grands distributeurs, mais plus que le matériau c'est le coût de main d'œuvre qui impacte le plus fortement le coût final du bâti.

### **Des mutations indispensables du secteur de la construction**

Afin de permettre la réalisation des engagements du Grenelle de l'environnement et la réduction des énergies grises, le secteur de la construction doit être capable de proposer des processus innovants pour :

- construire les méthodes et outils nécessaires aux mutations de la filière bâtiment (outils économiques, juridiques, contenus de formation et d'information des acteurs) aux échelles bâtiment et quartiers ;
- développer pour les acteurs de la construction des instruments de pilotage des processus de conception, réalisation et maintenance ;
- favoriser une utilisation équilibrée du béton, de l'acier, et plus globalement des matériaux

importés par rapport aux autres matériaux, là où cela est nécessaire (fondations, ouvrage d'art...)

### **L'impact sociétal des éco-matériaux**

Bien que le secteur de la construction connaisse un ralentissement de l'activité depuis 2008, il reste un des principaux employeurs du territoire. La demande importante en habitat durable et économique dans le cadre de MDE, devrait augmenter le nombre d'emplois à la fois en construction neuve mais aussi dans la rénovation du parc existant de logement social.

Utiliser des matériaux locaux pour l'habitat en mobilisant des filières courtes – de production, distribution, produits semi-finis ou préfabriqués - participe pleinement à l'économie locale. Le bois, le bambou, le vétiver et la pierre pourraient constituer une source potentiellement importante d'emplois locaux qui ne peuvent être délocalisés tout en participant à la redécouverte et la valorisation des savoir-faire anciens pour construire des architectures contemporaines.

### **Les éco-matériaux pour réduire l'empreinte écologique des constructions**

L'énergie grise est la somme des énergies consommées pour effectuer la transformation de la matière en matériaux. Elle est difficilement calculable pour les matériaux issus de longues chaînes de production, l'analyse du cycle de vie des produits, de l'extraction de la matière à sa mise en œuvre s'effectue souvent à l'échelle mondiale. Comme nous l'avons vu précédemment, la majorité des matériaux de construction utilisée à La Réunion est importée. Des unités de transformation effectuent une partie de la chaîne de production mais l'énergie consommée pour l'extraction et notamment pour le transport qui se fait par bateau est importante au regard de la rareté des énergies non renouvelables. Actuellement la réglementation appliquée sur l'île ne tient pas compte de ce critère pour la validation de la soutenabilité d'un matériau ou d'une construction.

Pourtant, le recours à des matériaux peu transformés permet de réduire la consommation d'énergie grise. De plus, l'utilisation de matériaux renouvelables comme le bois, le bambou et le vétiver permet de stocker du carbone. La pierre, la paille de vétiver, le bois peuvent être mis en œuvre, en limitant les opérations entre l'extraction de la matière première et le produit fini : élément constructif, mur, toiture...

### **Une structuration des acteurs de l'habitat essentielle pour valoriser les matériaux locaux**

Les décideurs et acteurs locaux doivent promouvoir des actions d'adaptation de l'habitat selon le concept de développement durable :

— mettre en place une politique pour "encourager et inciter" l'utilisation de matières premières moins énergivores pour la construction de logements avec des facilitations de crédit ou chèque bonus pour toute construction réalisée en bois ou matériau végétal, qui viendrait appuyer l'intérêt de certaines lois

— développer une politique de l'habitat qui permettra de penser à la fois à l'échelle du bâtiment et du quartier

— promouvoir la formation des métiers utilisant des matériaux sains (bois, bambou, pierre...)

— soutenir plus les initiatives associatives dans le domaine de l'amélioration de l'habitat auprès des personnes modestes, par exemple les Compagnons Bâtisseurs, en leur donnant plus de moyens administratifs, financiers et d'action.

— Soutenir les petites entreprises du bâtiment pour permettre une adaptation aux exigences de la performance énergétique,

— développer la politique de réhabilitation du parc existant, à travers une concertation avec tous les acteurs de la filière, afin de dégager les besoins des entreprises pour mieux répondre au marché actuel et futur

### **La préfabrication des éléments de constructions ou des modules, économie de matières et de mise en œuvre**

HME (Habitat Modulaire Ecodurable), est la seule entreprise sur l'île qui conçoit et fabrique des constructions modulaires en bois, assisté d'une machine à commande numérique qui lui permet d'améliorer considérablement la rapidité de construction des modules et des panneaux préfabriqués. Pour fabriquer un module de 6 x 3m, il faut compter 20 jours, ensuite la pose sur le site dépend de l'accessibilité (soit pose du module, soit montage des éléments préfabriqués : panneaux, charpente, etc.) et du nombre de module à poser ou

monter mais la durée n'excède pas les 7 jours de pose.

Ce type d'habitat est le premier du genre sur le territoire, l'entreprise HME a recours à du bois importé pour réaliser ces habitats modulaires, mais ce secteur apparaît être une alternative intéressante de production d'habitat. D'autant qu'il participe à réduire les nuisances liés au chantier, la pose des modules sur des plots en béton permet une implantation légère et respectueuse du site. Ce principe peut aussi s'adapter comme extension d'une construction existante, en surélévation ou mitoyen. Le principe de préfabrication est globalement intéressant du point de vue de la rationalisation des matières et matériaux utilisés, que dans le procédé de production et la rapidité de mise en œuvre.

### **Le cadre normatif**

La construction à La Réunion est régie par des normes sur l'utilisation des matériaux et la mise en œuvre. Ces normes rassurent les bureaux de contrôle, puis les compagnies d'assurances, car elles correspondent à des standards de construction validés et éprouvés qui garantissent la fiabilité de l'ouvrage. Cependant, ces normes influencent fortement l'ensemble des pratiques du secteur de la construction, et peuvent constituer un frein à l'innovation quand il s'agit de matériau non standard ou de matériaux locaux.

Actuellement, le contexte de la MDE et du changement climatique semble propice à l'emploi de ressources naturelles peu transformées dans la construction d'habitat, pour réduire l'empreinte écologique du secteur de la construction, tout en répondant aux exigences de la réglementation. En métropole, les acteurs des filières paille et chanvre, ont permis la reconnaissance de ce matériau et des diverses techniques de mise en œuvre grâce à la réalisation de règles professionnelles. Les règles professionnelles peuvent être une solution qui répond aux caractéristiques de matériaux qui demandent principalement des savoir-faire artisanaux. Cet exemple de reconnaissance de ressources naturelles locales et de savoir-faire artisanal, a pu se faire grâce à un réseau d'acteurs dynamique et organisé.

## Avenir à venir, des collaborations et des pistes à explorer

Cette étude des filières locales et les échanges avec des artisans m'ont permis de mieux définir les activités que je souhaiterais développer, avec comme objectif principal : promouvoir l'architecture et la construction en matériaux locaux issus de filières courtes.

**1** une activité salariée au sein d'une agence, en partageant mes idées sur l'habitat éco-responsable, sur l'intérêt de la valorisation des matériaux locaux et les inclure dans les projets autant que possible.

Une des questions les plus récurrentes au début de mes enquêtes : « vous faites partie de quelle agence ? Vous travaillez pour qui ? ». Avoir un statut « officiel » rassure et donne de la crédibilité, de plus, travailler au sein d'une agence d'architecture est une voie qui favorise et facilite le dialogue et les échanges d'idées avec les maîtres d'ouvrage public et privé.

**2** Concevoir et construire un projet expérimental utilisant les ressources locales avec l'appui technique des artisans, avec la possibilité de faire des essais sur les matières utilisées dans les laboratoires du CIRBAT.

L'objectif est

- de mieux comprendre la matière et les techniques de mise en œuvre, et de tester à échelle 1 et dans le temps la durabilité des matériaux.
- de participer aux recherches récentes du CIRBAT sur le vétyver comme biomasse, à travers des applications concrètes

**3** Un projet d'habitat écoresponsable pour un producteur de spiruline, souhaitant utilisé des ressources locales est en cours de montage et

prévoit aussi des tests de caractérisation de la terre du site.

Bien qu'historiquement mise en œuvre sur l'île selon la technique du torchis, la matière première terre n'a pas été abordé dans cette étude, du fait de la disparition totale du patrimoine architectural et des savoir-faire. Mais au vue des potentiels de cette matière et de la reformulation de la terre, tester les terres de La Réunion est nécessaire.

**4** Continuer mon travail d'enquêtes auprès des artisans non disponibles lors de mes requêtes, et continuer le dialogue avec ceux déjà rencontrés afin d'instaurer un climat de confiance mutuelle entre artisan et concepteur.

L'objectif à terme serait de réussir à mettre en place une synergie d'acteurs autour des matériaux locaux issus des filières courtes :

- pour la reconnaissance de ces matériaux et savoir-faire,
- pour confronter les besoins, les pratiques et expériences,
- connaitre et se faire connaitre.
- Offrir un cadre pour réaliser des projets d'expérimentation.

Ce projet est encore en cours de réflexion, et nécessite du temps et des acteurs motivés, mais pourrait à terme, regrouper les acteurs autour d'un intérêt commun de développer des connexions inter-professionnelles nécessaires à la reconnaissance de ces matériaux dans la construction et permettre une meilleure lisibilité de l'offre du réseau professionnel.

## **Bibliographie**

## OUVRAGES

- AUFFRET, Pierre-Yves, GATINA, Jean-Claude, HERVÉ, Patrick. *Habitat et climat à La Réunion: construire en pays tropical humide*. Saint-Denis, France : Université française de l'Océan indien, Direction départementale de l'équipement de la Réunion, Fondation pour la recherche et le développement dans l'Océan indien, 1984; 160 p.

- BARAT, Christian. *Les paillotes de l'île de la Réunion*. Saint-Denis, France : Centre universitaire de la Réunion, Travaux de l'Institut d'Anthropologie sociale et culturelle, n°3, 1978. 79 p.

- FREY, Pierre. *Simon Velez architecte - La maîtrise du bambou*. Actes Sud. 2013, 255 p.

- SCHLEIFER, Simone. *Bambou: architecture, écologie, design, objets, mobilier, contemporain, tradition, artisanat*. Paris, France : Ed. Place des Victoires, 2011. 383 p.

## RAPPORTS

- Préfecture de la Réunion, 2008, *Dossier Départemental des Risques Majeurs de la Réunion*

- AGORAH, 2003, *La construction de logements de 1990 à 2002 à La Réunion*

- DEAL Réunion, 2013, *La construction neuve à La Réunion, Résultats 2012*

- DAHBI Malek, VIGNEAU Laurent, 2010, *Étude sur la densification à La Réunion, Phase 1, 2 et 3*, DDE974, Coteba

- CROIZER Émilie, POUPARD Gilles, BEAUDEMOULIN Willy, *Densification de la tâche urbaine réunionnaise, Tendances actuelles et perspectives 2020*, DEAL, 2008

- ASCONIT, P. (2012). *Profil environnemental de la Réunion*. DEAL.

- Conseil Régional de la Réunion, 2011, *Schéma d'Aménagement Régional (SAR) - Schéma de Mise en Valeur de la Mer (SAR-SMVM) approuvé par décret 2011-1609 du 22/11/2011*

- Conseil Régional de La Réunion, INSEE, 2013, *Une situation sociale hors norme, Les indicateurs sociaux départementaux à La Réunion*,

- OLIVE Virginie, RIVIERE Françoise, 2010, *L'habitat dans les outre-mer français : progrès, enjeux, disparités*, IEDOM

- Préfecture de La Réunion, 2012, *Schéma de prévention des risques naturels à La Réunion*

- COI, 2011, *État des vulnérabilités et mesures d'adaptation à La Réunion*

- Banque Mondiale(2010). *Risques naturels, catastrophes non naturelles, Aspects économiques d'une prévention efficace*.

- DEAL Réunion, REGION, SRCAE-PCER Réunion, 2011, *État des lieux des connaissances- synthèse des enjeux (AFOM)*

- Météo France Réunion, 2009, *Étude pour l'identification des évolutions des changements climatiques à La Réunion, Météo France*

- Sciages de Bourbon, CIRBAT, 2012, *Caractérisation physico-mécanique du Cryptomeria Japonica de La Réunion*, CIRBAT

- PÖYRY JAAKO. *Audit de la filière bois*, Chambre des Métiers de la Réunion, 1993. 100 p.

- CLERVIL, Henri. *Construire différemment avec un nouveau produit à base de scorie*,

- ASSOCIATION « LES BÉLIERS ». *Planning de gestion du projet « d'ignifugation de la paille de vétyver »*, Association « Les Béliers », 1998.

- BRAMARIE, Patrick. *Projet vétyver : étude de faisabilité*, Association pour la Promotion en milieu Rural, 1995.

- DDE 974 LA RÉUNION, CAUE 974 LA RÉUNION, ROCHE, François, et al. *Les matières de la Réunion : matières d'architecture et logement social*, DDE 974 La Réunion, 1997.

- TRUONG Paul, TAN VAN Tran, PINNERS Élise, 2009, *Application du système vétyver, Manuel technique*, Vetiver Network International, 1ere édition, USA

- APRIM & Associés, 2012, *Étude sur la caractérisation des filières de la croissance verte à La Réunion*, DEAL, La Réunion

## Sites web

- INSEE. Évolution de la population Tableau Économique de La Réunion [en ligne]. 2011. Disponible sur [http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?amp;reg\\_id=24&ref\\_id=17944](http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?amp;reg_id=24&ref_id=17944) (consulté le 06/07/2014)

- LAJOIE Gilles, HAGEN-ZANKER Alex. La simulation de l'étalement urbain à La Réunion : apport de l'automate cellulaire Metronamica® pour la prospective territoriale, *Cybergeo : European Journal of Geography* [en ligne]. Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, document 405. Disponible sur : < <http://cybergeo.revues.org/11882> ; DOI : 10.4000/cybergeo.11882> (consulté le 06 juillet 2014)

-Albert LOPEZ. La population réunionnaise: histoire d'une transition démographique, *Expressions, Revue de recherches disciplinaires et pédagogiques* [en ligne]. Décembre 1995, no 7, pp. 27-46. Disponible sur <[http://classiques.uqac.ca/contemporains/lopez\\_albert/population\\_reunionnaise/population\\_reunionnaise\\_texte.html](http://classiques.uqac.ca/contemporains/lopez_albert/population_reunionnaise/population_reunionnaise_texte.html)>(consulté le 06/07/2014)

- THIERRY Simon. Une île en mutation. *EchoGéo* [En ligne] 2008. Disponible sur < <http://echogeo.revues.org/8003> ; DOI : 10.4000/echogeo.8003> (consulté le 06 juillet 2014)

- données sur risques naturels <<http://www.emdat.be/natural-disasters-trends>> (consulté le 05/02/2014)

- Région Réunion. *2014-2020-AMO, Synthèse du diagnostic Territorial Stratégique Réunion* [en ligne]. 2012. Disponible sur < [http://www.reunioneurope.org/DOCS/2014-2020/2014\\_2020\\_AMO\\_Synthese\\_diagnostic\\_Territorial\\_Strategique\\_Reunion\\_30-11-2012.pdf](http://www.reunioneurope.org/DOCS/2014-2020/2014_2020_AMO_Synthese_diagnostic_Territorial_Strategique_Reunion_30-11-2012.pdf)> (Consulté le février 11, 2014)

MARCHAL, Manuel. [s.d.].« Le prix exorbitant du tout-automobile à La Réunion ». In : *Témoignages.RE* - <http://www.temoignages.re> [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.temoignages.re/le-prix-exorbitant-du-tout-automobile-a-la-reunion,79303.html> > (consulté le 2 juillet 2014)

[s.d.].« Technologie : L'île de la Réunion mise sur les énergies renouvelables | Développement Durable ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < [http://www.developpementdurable.com/technologie/2009/03/A1109/lile-de-la-reunion-mise-sur-les-](http://www.developpementdurable.com/technologie/2009/03/A1109/lile-de-la-reunion-mise-sur-les-energies-renouvelables.html)

[energies-renouvelables.html](#) > (consulté le 24 janvier 2013 a)

[s.d.].« Réchauffement climatique : nouveau rapport alarmant du GIEC ». In : *Le Monde.fr* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < [http://www.lemonde.fr/planete/article/2014/03/31/nouveau-rapport-alarmiste-du-giec-sur-le-rechauffement-climatique\\_4392565\\_3244.html](http://www.lemonde.fr/planete/article/2014/03/31/nouveau-rapport-alarmiste-du-giec-sur-le-rechauffement-climatique_4392565_3244.html) > (consulté le 31 juillet 2014)

[s.d.].« Que le peuple réunionnais ouvre une nouvelle page de son histoire lors du 350ème anniversaire de sa naissance - Tribune libre - Témoignages.RE - Nout Journal OnZeWéb - Journal quotidien d'information ile de La Reunion Ocean Indien ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.temoignages.re/que-le-peuple-reunionnais-ouvre-une-nouvelle-page-de-son-histoire-lors-du-350eme-anniversaire-de-sa-naissance,62607.html> > (consulté le 23 janvier 2013)

[s.d.].« Ouverture de la 1ère Conférence Internationale Climat Energie ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.regionreunion.com/fr/spip/Ouverture-de-la-1ere-Conference.html> > (consulté le 30 juin 2014)

[s.d.].« Objectif Gerri : “ti pa, ti pa na rivé” - ile réunion - actualité ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://ile-reunion.presseecologie.com/actualite/Objectif-Gerri#.UQArPmfurok> > (consulté le 23 janvier 2013)

[s.d.].« Le parc de logements à la réunion - Immobilier Ile de la Réunion ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.didiermery.re/index.php?2008/09/03/343-le-parc-de-logements-a-la-reunion> > (consulté le 3 février 2013)

[s.d.].« La Réunion veut être pionnière du développement durable ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < [http://www.lemonde.fr/doublon/article/2007/10/08/la-reunion-veut-etre-pionniere-du-developpement-durable\\_964259\\_959155.html](http://www.lemonde.fr/doublon/article/2007/10/08/la-reunion-veut-etre-pionniere-du-developpement-durable_964259_959155.html) > (consulté le 23 janvier 2013)

[s.d.].« La conférence Climat Énergie officiellement ouverte ». In : *Zinfos 974, l'info de l'île de La Réunion* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < [http://www.zinfos974.com/La-conference-Climat-Energie-officiellement-ouverte\\_a73104.html](http://www.zinfos974.com/La-conference-Climat-Energie-officiellement-ouverte_a73104.html) > (consulté le 30 juin 2014)

[s.d.].« Kaz atèr, kaz anlèr : l'habitat à la Réunion - Extrait Magazine Akoz N°27 - Réunionnais du Monde - Ile de la Réunion ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.reunionnaisdumonde.com/spip.php?article431> > (consulté le 3 février 2013)

[s.d.].« Ile Réunion - Énergies nouvelles : l'autonomie énergétique en ligne de mire - actualité ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://ile-reunion.presseecologie.com/actualite/Colloque-sur-les-%C3%A9nergies-nouvelles-autonomie-energ%C3%A9tique#.UQApy2furol> > (consulté le 23 janvier 2013)

[s.d.].« Epl : Logement social : La SIDR teste l'éco-construction modulaire ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://servirlepublic.fr/innovation/909/logement-social--la-sidr-teste-leco-construction-modulaire> > (consulté le 28 janvier 2013)

[s.d.].« Conclusion de la 1ère Conférence internationale Climat-Energie ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.regionreunion.com/fr/spip/Conclusion-de-la-1ere-Conference.html> > (consulté le 30 juin 2014)

[s.d.].« Architecture et végétation espaces hybrides de l'habitat : Inventer la maison tropicale du futur | Imaz Press Réunion : l'actualité de la Réunion en photos ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.ipreunion.com/archives/reportage/000/00/00/ipreunion,reportage,1103.html> > (consulté le 3 février 2013)

[s.d.].« Vision et perspectives autour de la filière bois - Journal de l'île de la Réunion ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < [http://www.clicanoo.re/?page=archive.consulter&id\\_article=382403](http://www.clicanoo.re/?page=archive.consulter&id_article=382403) > (consulté le 13 août 2014)

[s.d.].« St-Benoit: Le Conseil général renforce son soutien à la filière bois locale ». In : *Zinfos 974, l'info de l'île de La Réunion* [En ligne], [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < [http://www.zinfos974.com/St-Benoit-Le-Conseil-general-renforce-son-soutien-a-la-filiere-bois-locale\\_a60713.html](http://www.zinfos974.com/St-Benoit-Le-Conseil-general-renforce-son-soutien-a-la-filiere-bois-locale_a60713.html) > (consulté le 13 août 2014)

[s.d.].« ONF - Acteur de la filière bois ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.onf.fr/la-reunion/sommaire/onf/connaitre/economie/20070906-105305-313402/@@index.html> > (consulté le 13 août 2014)

[s.d.].« Les techniques constructives de la filière bois - Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement de l'île de la Réunion | [www.caue974.com](http://www.caue974.com) ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.caue974.com/fr/conseils-aux-particuliers/nos-conseils-pour-construire-renover-amenager/63-travaux/276-les-techniques-constructives-de-la-filiere-bois> > (consulté le 13 août 2014)

[s.d.].« Le Conseil Général renforce son soutien à la filière bois locale - Journal de l'île de la Réunion ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < [http://www.clicanoo.re/?page=archive.consulter&id\\_article=382360](http://www.clicanoo.re/?page=archive.consulter&id_article=382360) > (consulté le 13 août 2014)

[s.d.].« Construction maison ossature bois réunion 974 ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://www.ossabois-mascareignes.fr/maisonboisreunion974.html> > (consulté le 13 août 2014)

[s.d.].« [974] La Réunion n°9 jun à nov 2013 - Page 16 - 17 - [974] La Réunion n°9 jun à nov 2013 - [974] La Réunion - régions de france - découverte du monde - Nature & voyages - 1001mags - Magazines en PDF à 1 € et GRATUITS ! ». [s.l.] : [s.n.], Disponible sur : < <http://fr.1001mags.com/parution/-974-la-reunion/numero-9-jun-a-nov-2013/page-16-17-texte-integral> > (consulté le 13 août 2014)

- [www.envirobat-reunion.com](http://www.envirobat-reunion.com)
- [www.agorah.com](http://www.agorah.com)
- [www.epf-reunion.com](http://www.epf-reunion.com)
- [www.btp-reunion.net](http://www.btp-reunion.net)
- [www.coi-ioc.org](http://www.coi-ioc.org)
- [www.risquesnaturels.re](http://www.risquesnaturels.re)
- [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr)
- [www.insee.fr](http://www.insee.fr)
- [www.piroi.croix-rouge.fr](http://www.piroi.croix-rouge.fr)
- [www.clicanoo.re](http://www.clicanoo.re)
- [www.lequotidien.re](http://www.lequotidien.re)
- [www.tkbois.re](http://www.tkbois.re)

## **Annexes**

Annexe 1 - Madagascar

Extraits des rapports

Annexe 2 - La Réunion

Fiches matériaux locaux

## **Annexe 1**

### **Madagascar, étude de cas et méthodologie**

Extraits – exercice Enseignement 3 Les métiers de l'architecture de terre : habitat

Extraits du rapport de mission 1 – Diagnostic architectural des villages du programme d'habitat pour tous de la Fondation Abbé Pierre -

Extraits du rapport de mission 2 – Sensibilisation à l'entretien de l'habitat au village de Tsaratanana, Madagascar

## Extraits – Exercice Les métiers de l'architecture de terre : habitat

## Interpretation de la demande

Proposition d'étude sur le projet Habitat  
de la Fondation Abbé Pierre à Madagascar

- Deux échelles d'études :
- diagnostic portant sur les choix architecturaux de l'ensemble des trois villages
- approfondissement plus spécifique de ces choix sur le village 3
- Deux grands axes d'approche :

## 2 ECHELLES D'ETUDES

## 2 GRANDS AXES D'APPROCHE

## Etat des lieux de l'existant:

## Diagnostic technique

## Analyse architecturale du bâti

## Etude Contextuelle matériaux employés

## Discussion sur d'éventuelles interventions:

## Sur le bâti existant

## Dans la perspective de bâtiments futurs

## I- Etat des lieux de l'existant

## ■ Diagnostic technique

- état général du bâti, comportement au vieillissement des constructions
- inventaire des pathologies des bâtiments (apparition de fissures, les débris, dégradations,...)
- détermination de l'origine des pathologies
- agencement des façades & identifier les bâtiments (forces et faiblesses)

## ■ Analyse architecturale de BÂTI (qualités et faiblesses constructives)

- prise en compte des axes relatifs dans les systèmes constructifs
- implantation des bâtiments dans leur environnement (topographique, climatique, ...)
- pertinence de la situation des bâtiments par rapport au climat local
- matériaux et techniques de la tradition architecturale des bâtiments par rapport aux savoir-faire locaux et aux cultures constructives associées
- analyse typologique des habitations par rapport aux besoins des familles et des modes de vie (densité, nombre de pièces, ...)

## ■ Etude contextuelle des matériaux employés

- impacts de choix des matériaux et des systèmes constructifs sur le développement économique et social (complicité construction en briques cuites et construction en terre crue)
- impacts environnementaux des matériaux utilisés
- analyse des modes évolutifs (économiques, pastiques, naturels...) des procédés locaux & sur la technique de production et de construction

Cette analyse se veut perceptive de faire une synthèse des forces et faiblesses des choix constructifs par rapport aux objectifs du projet : anticipation de l'habitat comme levier de développement pour les populations les plus démunies.

## II- Discussion sur d'éventuelles interventions

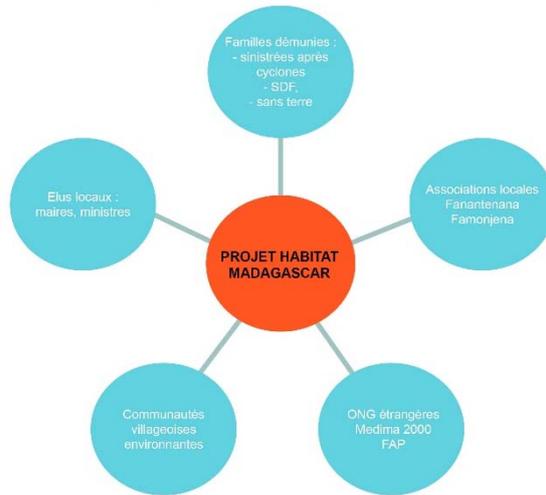
## ■ sur le bâti existant

- plan d'intervention pour chaque type de pathologie
- réflexion sur l'accompagnement des habitants dans le processus d'entretien des habitations
- réflexion sur d'éventuelles améliorations à apporter sur les bâtiments existants (bâtiments publics, écoles, cliniques et centres)

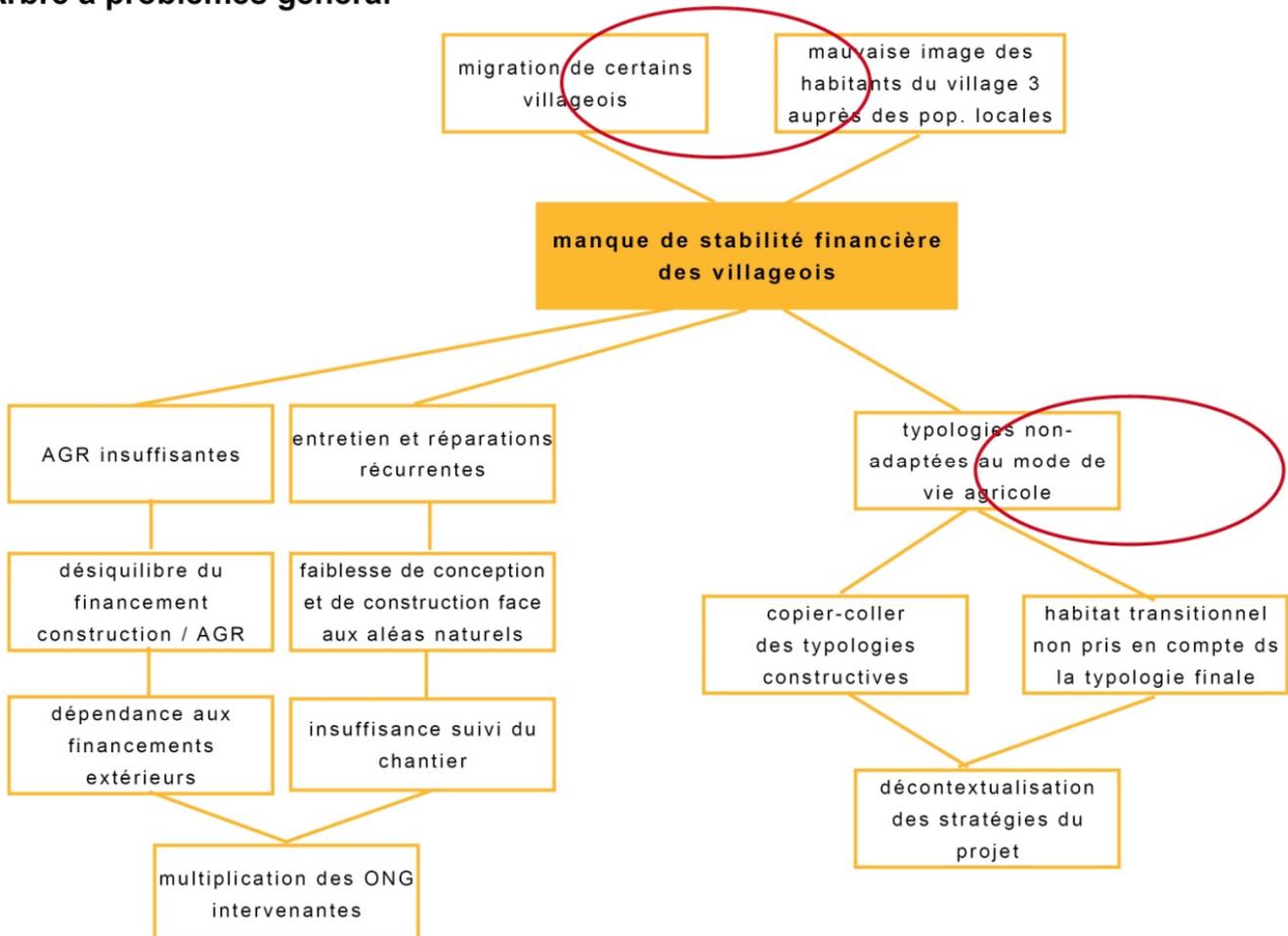
## ■ dans la perspective de bâtiments futurs

- évaluation des potentialités d'une construction en terre plus économique et durable
- identifier des choix des matériaux pour leurs performances techniques et environnementales locales
- être possible d'anticiper le processus de construction dans l'objectif :
  - de renforcer les capacités locales (formation d'acteurs généralistes de niveau) et
  - de maintenir le savoir-faire des familles (auto-construction, actions participatives, jumelage des maîtres de bâtiment ...)

Identification des parties prenantes



Arbre à problèmes général



## Extraits - Rapport de mission 1

## Méthodologie et supports d'analyse

Ce tableau présente une synthèse des enquêtes de terrain qui seront réalisées pour l'évaluation de la qualité architecturale du programme Habitat de la Fondation Abbé Pierre à Madagascar. Cette évaluation sera menée du 9 au 30 juillet 2013, principalement au village Tsaratanana dans la périphérie d'Antsirabe ; et aux villages Famonjena et FAP dans la périphérie de Tananarive.

Acteurs concernés	Habitants	Acteurs de la construction	Acteurs associatifs, institutionnels
Effectifs	6 (+ si organisation et temps favorables)	Responsable activités, artisans, producteurs	Responsable de l'association Coordinateur projet construction
Fiches enquête	Villageois	Matériaux / coût	Acteurs du projet
Méthode	entretien individuel avec une famille, discussion et visite des espaces décrits	entretien individuel ou collectif, relevé des différents matériaux et techniques utilisés	entretien individuel ou collectif
Fiches relevé	Inventaire du bâti	Inventaire du bâti	Inventaire village, quartier
Méthode	Grille d'observation, visites d'habitations	Grille d'observation, visites (villages, habitats, chantiers, etc.)	Grille d'observation, visites des villages
<b>INDICATEURS</b>			
Social	L'habitat répond à des critères de santé, sécurité (la qualité de vie des familles) La population est en capacité de reproduire le modèle proposé L'habitat est construit et s'entretient avec peu d'apport financier, La construction de l'habitat favorise une entre-aide entre voisins et entre générations (les modes d'organisation sociale), Les habitants sont satisfaits de leur maison (appropriation et évolutivité de l'habitat)	Les modes d'organisation et de production favorisent la construction et l'entretien d'habitat peu coûteux. Les chaînes de production limitent leurs dépenses énergétiques et emploient une main d'oeuvre locale	La population a participé ou a été présente au moment de la construction de l'habitat (histoire du projet) L'habitat répond à des critères de santé, sécurité (la qualité de vie des familles) L'habitat est construit et s'entretient avec peu d'apport financier,
Culturel	L'habitat est un exemple de typologie architecturale et constitue une ressource des savoir-faire locaux, l'organisation/utilisation des espaces fournit une diversité de solutions et s'adapte dans le temps aux innovations et besoins la représentation et la capacité d'adaptation aux risques naturels (mémoire, transmission, évolution)	Les techniques employées et le mode d'organisation favorisent le processus de transmission et la créativité	L'habitat est un exemple de typologie architecturale et constitue une ressource des savoir-faire locaux, L'organisation de la construction a favorisé la formation des villageois et le processus de transmission, Le coût de construction et d'entretien de l'habitat est limité,
Economique	La production de l'habitat : - dynamise l'activité de la région et favorise la création d'emplois - fait appel à une main d'oeuvre locale et garde la transmission des savoir-faire La capacité de l'habitat évite les dépenses énergétiques et est adaptée à la capacité de gestion des habitants L'habitat est durable, les coûts d'entretien sont limités	La production de l'habitat : - n'entraîne pas d'endettement, l'argent dépensé reste dans l'économie locale - fait appel à une main d'oeuvre locale et garde la transmission des savoir-faire	La production de l'habitat : - dynamise l'activité de la région et favorise la création d'emplois - n'entraîne pas d'endettement, argent dépensé reste dans l'économie locale
Environnemental	Implantation impacte peu l'écosystème Capacité de l'habitat à anticiper, s'adapter et surmonter les risques naturels Les matériaux sont issus de filière courtes et ont subi peu de transformation	Les ressources naturelles renouvelables sont exploitées au maximum Les matériaux sont issus de filière courtes et ont subi peu de transformation L'organisation de la production limite les dépenses énergétiques	Les ressources naturelles renouvelables sont exploitées au maximum Implantation impacte peu l'écosystème
<b>Utilité pour l'étude</b>	Description et appréciation du village, des constructions Appréciation de la qualité de vie des habitants, Modes d'habiter, usages de l'espace, Cultures constructives locales et parainstitutes, appréhension collective des pratiques de construction, de la prise en compte des risques dans les pratiques constructives (mémoire, transmission) Utilisation des ressources naturelles / matériaux de construction / évolution des pratiques Classification des différents matériaux		

# Méthodologie et supports d'analyse

INDICATEURS	Valeur	
Social	santé et bien-être autonomie reproductibilité solidarité participation Confiance et estime efficacité	<p>L'habitat répond à des critères de santé, sécurité (la qualité de vie des familles) L'habitat est construit et s'entretient avec peu d'apport financier L'habitat est un modèle facilement reproductible par la population</p> <p>La construction de l'habitat favorise une entre-aide entre voisins et entre générations (les modes d'organisation sociale, histoire du projet) la population a participé ou a été présente au moment de la construction de l'habitat Les habitants sont satisfaits de leur maison (appropriation et évolutivité de l'habitat) Les modes d'organisation et de production favorisent la construction et l'entretien d'habitat peu coûteux, Les chaînes de production limitent leurs dépenses énergétiques et emploient une main d'œuvre locale</p>
Culturel	diversité Créativité Adaptabilité Résilience aléas qualification Autonomie appropriation	<p>L'habitat est un exemple de typologie architecturale et constitue une ressource des savoir-faire locaux, Les techniques employées et le mode d'organisation favorisent le processus de transmission et la créativité L'organisation/utilisation des espaces fournit une diversité de solutions et s'adapte dans le temps aux innovations et aux besoins La représentation et la capacité d'adaptation aux risques naturels (mémoire, transmission, évolution) L'organisation de la construction a favorisé la formation des villageois et le processus de transmission, Le coût de construction et d'entretien de l'habitat est limité, La population est en capacité de reproduire le modèle proposé</p>
Economique	qualification emploi souveraineté sobriété efficacité durabilité	<p>La production de l'habitat : - fait appel à une main d'œuvre locale et garde la transmission des savoir-faire - dynamise l'activité de la région et favorise la création d'emplois - n'entraîne pas d'endettement des familles, l'argent dépensé reste dans l'économie locale La compacité de l'habitat évite les dépenses énergétiques et est adaptée à la capacité de gestion des habitants L'habitat utilise au maximum les ressources naturelles disponibles L'habitat est durable, les coûts d'entretien sont limités</p>
Environnemental	peu d'impact renouvelabilité peu de transport autonomie résilience aléas non pollution	<p>L'implantation de la construction impacte peu l'écosystème Les ressources naturelles renouvelables sont exploitées au maximum Les matériaux sont issus de filière courtes et ont subi peu de transformation L'organisation de la production limite les dépenses énergétiques Capacité de l'habitat à anticiper, s'adapter et surmonter les risques naturels Le chantier a produit peu de déchets et ceux-ci sont réutilisables ou recyclables</p>
<b>Utilité pour l'étude</b>	Description et appréciation du village, des constructions Appréciation de la qualité de vie des habitants, Modes d'habiter, usages de l'espace, Cultures constructives locales et parainistes, appréhension collective des pratiques de construction, de la prise en compte des risques dans les pratiques constructives (mémoire, transmission) Utilisation des ressources naturelles / matériaux de construction / évolution des pratiques Classification des différents matériaux	

FAMONJENA, Commune d'Amboanjobe

Village 1

Localisation

Latitude : 19° 10.46»S  
Longitude : 47°31'18.48»E

Accès

à ~ 14 km de Tananarive sur la RN7, puis une piste de ~ 2,5 km, une petite partie de la piste est goudronnée

Population

1023 habitants

Nombre de maisons

180 maisons «Famonjena»  
env. 20 nouvelles maisons

Activités

- carrière de granit  
- artisans : maçons, fabrication de briques crues

Eau

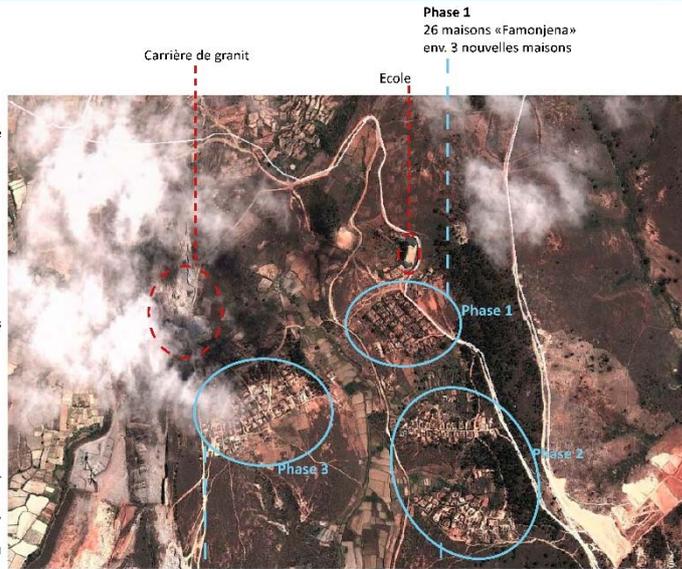
Source à ~200 m au pied des collines

Infrastructures

- école privée

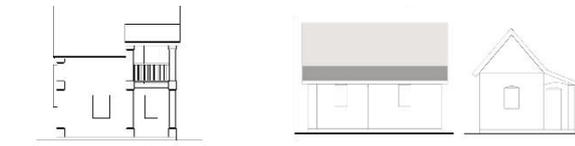
Végétation

- présence de haies végétales pour cloturer les parcelles  
- arbres fruitiers dans les cours (pecher, avocatier, bananier, etc)  
- petites forêts de pins en pied et au sommet des collines



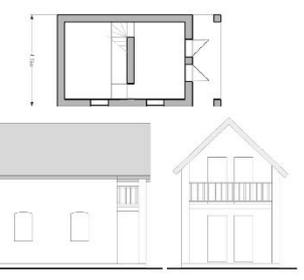
Carrière de granit  
Ecole  
Phase 1  
26 maisons «Famonjena»  
env. 3 nouvelles maisons

Phase 3  
20 maisons «Famonjena»  
env. 6 nouvelles maisons  
Phase 2  
42 maisons «Famonjena»  
10 nouvelles maisons



Village 1

Typologie 3  
Maison pour couples avec enfants  
4 pièces + varangue, 2 niveaux



FONDATION ABBE PIERRE

Localisation  
Latitude : 19° 2'23.73»S  
Longitude : 47°32'2.50»E

Accès

à ~ 15 km au sud de Tananarive sur la RN7, puis une piste de ~ 2 km

Population

170 familles

Nombre de maisons

101 maisons «Famonjena»  
env. 10 nouvelles maisons

Activités

- journaliers + récupération et vente à Tananarive (cannette, plastique, etc)  
- petite carrière de granit  
- culture maraichère

Eau

2 puits,  
1 dans chaque partie du village

Infrastructure

- école privée

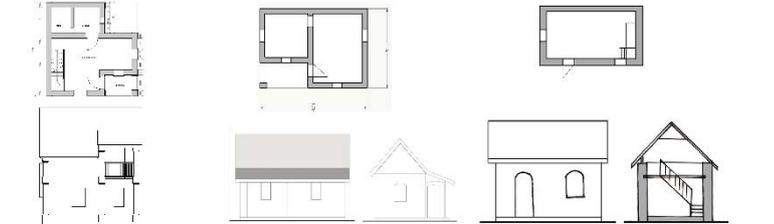
Végétation

- présence de haies végétales pour cloturer les parcelles  
- arbres fruitiers dans les cours (pecher, avocatier, bananier, etc)  
- petites forêts de pins en pied et au sommet des collines



Typologies de l'habitat

Typologie 1  
Maison pour couples avec enfants  
3 pièces + varangue, 2 niveaux  
Typologie 2  
Maison pour couples avec enfants  
2 pièces + varangue  
Typologie 3  
Maison pour couples sans enfant  
1 pièce + mezzanine



thème: **Toiture**

1. Reconnaître le **Problème**

Toitures - Fuites de toiture

2. Imaginer les **Conséquences** et les risques

Toitures - Fuites de toiture

DEGRADATION DES ÉLÉMENTS DE PLAFOND

3. Identifier les **Causes**

Toitures - Fuites de toiture

FUITES PONCTUELLES

Tuiles soulevées    Tuiles déplacées / manquantes    Tuiles cassées

4. Proposer des **Solutions** accessibles

Toitures - Fuites de toiture

CHEVAUCHEMENT DES TUILES

RECROUPEMENT DES TUILES  
- recouvrement 2/3 par celle du dessus  
- 2/3 face visible  
- en vérifiant si cela convient sur place.

ALTERNANCE DES JOINTS  
- entre 2 rangs, assurer le croisement des joints

c. MATÉRIEL PÉDAGOGIQUE

Le matériel pédagogique utilisé et complété pendant les semaines de travail au village a été conçu avec la logique précédemment expliquée.

Les pathologies récurrentes dans l'ensemble des constructions ont été l'objet de ce support théorique

- Problèmes liés à la **TOITURE**
- Problèmes liés aux **ARCS** du dessus des portes et fenêtres.
- Problèmes liés à la **BASE DU MUR** et au soubassement.

Matériel pédagogique utilisé lors des actions de sensibilisation au village de Tsaratanana. Voir Annexes pour l'intégralité du matériel.

thème: **Remplissage du dessus des Arcs**

1. Reconnaître le **Problème**

Madagascar constat du problème Débat avec les habitants de Tsaratanana et Medina ouvertures Réponses sur remplissage

LE PROBLÈME

2. Imaginer les **Conséquences** et les risques

Madagascar constat du problème Débat avec les habitants de Tsaratanana et Medina ouvertures Réponses sur remplissage

POSSIBLES CONSÉQUENCES



3. Identifier les **Causes**

Madagascar constat du problème Débat avec les habitants de Tsaratanana et Medina ouvertures Réponses sur remplissage

POSSIBLES CAUSES

remplissage trop lourd

4. Proposer des **Solutions** accessibles

Madagascar constat du problème Débat avec les habitants de Tsaratanana et Medina ouvertures Réponses sur remplissage

POSSIBLES SOLUTIONS

matériaux de remplissage plus légers



Matériel pédagogique utilisé lors des actions de sensibilisation au village de Tsaratanana. Voir Annexes pour l'intégralité du matériel.

Mise en pratique du matériel pédagogique

## **Annexe 2**

### **La Réunion, un laboratoire vivant**

Questionnaire enquêtes

Fiches matériaux

<b>Enquête sur la filière matériaux de construction locaux à la Réunion</b>
Date :
<b>1 Renseignements sur l'entreprise</b>
Nom de l'entreprise.....
Adresse.....
Mail.....
Appartenance à un réseau, si oui lequel ? .....
Appartenance à un syndicat professionnel, si oui lequel ? .....
Effectif de l'entreprise.....
<b>2 Champ d'intervention</b>
Entreprise du bâtiment.....
Maitrise d'œuvre / conception.....
Formation.....
Production de matériau.....
<b>3 Renseignements relatif à l'utilisation de matériaux locaux</b>
Quels matériaux utilisez-vous ? .....
Combien de chantiers réalisez-vous chaque année? .....
Où sont localisés les chantiers ? .....
Quel % de votre activité est consacré à la construction neuve ? .....
Quel % de votre activité est consacré à la rénovation ? .....
<b>4 Assurabilité, sinistralité</b>
Avez-vous des contraintes particulières d'assurance décennale pour ces types de travaux ?
.....
Avez-vous eu des sinistres sur des ouvrages ? .....
<b>5 Votre analyse des freins au développement de la filière matériaux locaux et vos besoins</b>
Quels sont les freins qui limitent le développement de l'utilisation des matériaux locaux ? .....
.....
Est-ce que la mise en place de référentiels reconnus sur l'utilisation des matériaux locaux pour la construction vous serait utile ? .....
.....
Avez-vous des besoins en termes de formation sur les techniques utilisant les matériaux locaux?
.....



## MATÉRIAU DE CONSTRUCTION

### COUVERTURE EN CHAUME DE VETYVER

Le chaume de vetyver est aujourd'hui rarement utilisé. Pourtant il s'agit d'un matériau à haute performance énergétique.

#### PRÉSENTATION

Originaire de l'Inde du Sud et introduit à La Réunion en 1764 par Cossigny de Palma pour couvrir les cases, le vetyver est cultivé dans le sud de l'île, à Lianes, village de la commune de Saint-Joseph, berceau historique du vetyver, à une altitude comprise entre 400 et 800 m. La culture de cette graminée a véritablement connu un essor vers les années 1920 jusque dans les années 1970. Toutefois cette activité est aujourd'hui marginale.

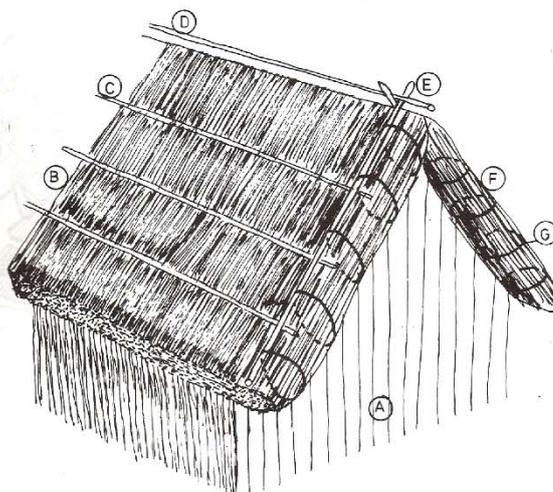
Actuellement, la zone de production est très réduite, et se localise essentiellement dans les Hauts de Saint Joseph et sert principalement à la production d'huile essentielle utilisée en parfumerie.

Il subsiste peu de constructions au toit de chaume à La Réunion, mais ce savoir-faire toujours présent est mis en oeuvre par quelques artisans (4) notamment pour des constructions privées et du mobilier à vocation touristique.

#### DESCRIPTION

Le vétyver (ou vétiver), *Vetiveria zizanioides*, est une graminée de la famille des Poaceae, comme le bambou, la canne à sucre, qui pousse dans les régions tropicales et subtropicales.

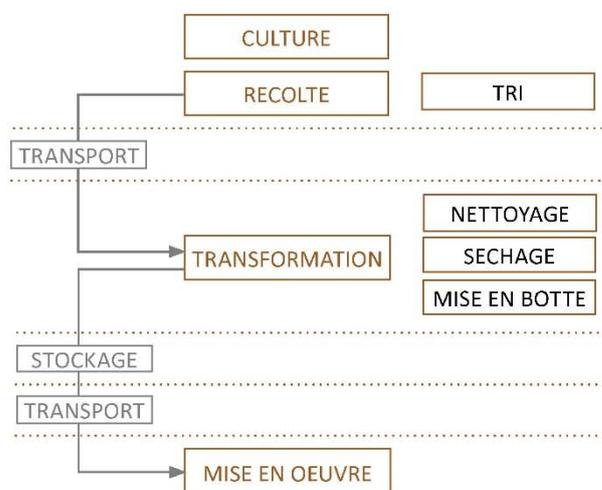
Plante vivace, les feuilles étroites et dures forment des touffes compactes pouvant atteindre 2 mètres de haut. Son système racinaire important peut s'enfoncer à 2 m de profondeur. Les racines développent les cellules odoriférantes et sont utilisées pour l'huile essentielle. Les feuilles sont utilisées séchées et en bottes, pour recouvrir les paillotes et les cases car elles sont un très bon isolant.



Extrait de «Les paillotes de l'île de la Réunion» C. Barat, 1978

- |                               |  |
|-------------------------------|--|
| A - Pignon                    | E - Chevrons                                 |
| B - Bottes de vetyver         | F - Bottes de vetyver qui forme le «rouleau» |
| C - Tige de calumet (golèt)   | G - Lien de vacoa                            |
| D - traverse en bois d'acacia |  |

#### Schéma de la ligne de production



Les racines

Les feuilles

La plante

La botte



## COUVERTURE EN CHAUME DE VETIVER

### PRINCIPE CONSTRUCTIF

#### Matériaux

Les feuilles de vetyver sont récoltées à la main au bout d'un an, elles sont triées (séparer les bonnes pailles des mauvaises) puis séchées avant la mise en botte.

#### La technique de pose

La dimension des bottes (longueur de la paille) dicte la technique de pose, qui se fait toujours du bas du toit vers le faitage.

La technique de pose consiste à étaler régulièrement le chaume sur la charpente en couche d'environ 40cm d'épaisseur. On progresse rang par rang tous les 20cm. Le chaume se pose sur une toiture en pente (30% minimum) ce qui facilite l'écoulement de l'eau et le séchage rapide du toit. Les bottes sont placées dans le sens de la pente.

Le faitage du toit est un point particulier qui est constitué de bottes de paille débordant de chaque côté de la toiture être traité avec beaucoup de soin pour assurer la pérennité de la toiture.

#### Les outils

L'outillage est simple : des pinces, un marteau, du fil inox anti UV, de la ficelle de sisal.

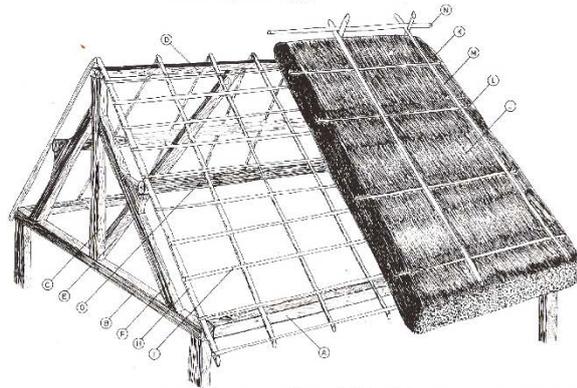
### CARACTERISTIQUES ET PERFORMANCES

- >> Dimensions d'une botte variables selon demande
- >> Masse volumique **paille sèche = 75kg/m<sup>3</sup>**
- >> Poids surfacique **25 à 35kg/m<sup>2</sup>**
- >> épaisseur du chaume qui lui confère des qualités d'**isolant naturel**. Thermiquement, son coefficient correspond à une couverture classique avec une isolation de 100 mm (pour épaisseur de 40cm)
- >> Excellent **isolant acoustique**
- >> Si la pose est suffisamment compacte, le chaume est étanche aux courants d'air ce qui rend le **quasiment ininflammable**

### CONNAISSANCES TECHNIQUES ET NORMES

- >> En 2008, une étude sur l'ignifugation, a permis, après traitement, la classification M1 du chaume de Vétiver.
- >> Certificat de qualification professionnelle de Couvreur chaumier existe en Métropole à l'initiative de l'association nationale des Couvreur Chaumiers (ANCC) depuis 2013
- >> ANCC a élaboré des Recommandations techniques pour la construction de toitures en chaume

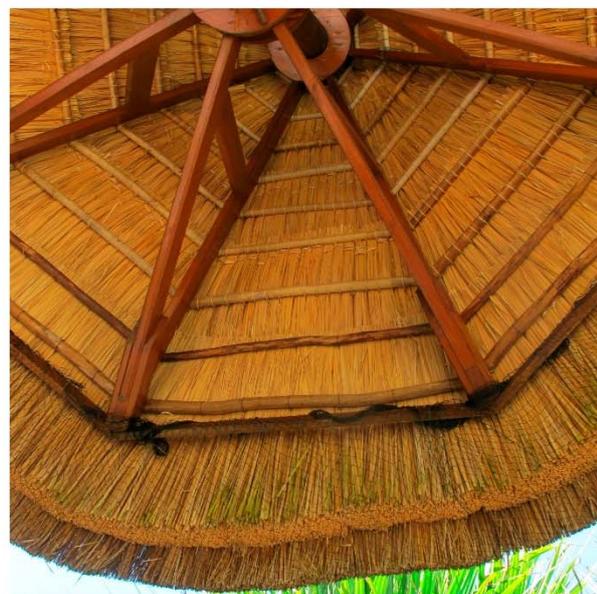
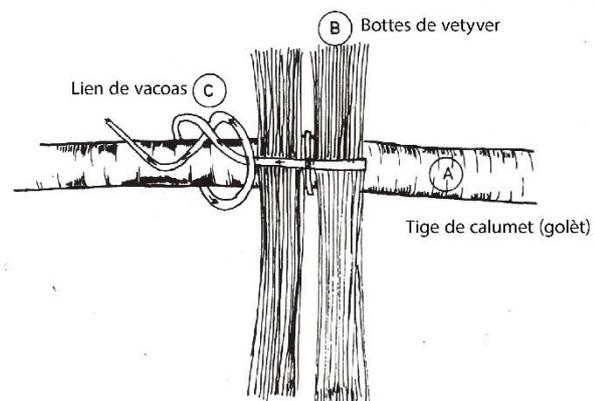
- Schéma N°6 - LA CHARPENTE DU TOIT (surant ou s'ajoutant)



Extrait de «Les paillotes de l'île de la Réunion» C. Barat, 1978

A - Panne sablière	F - arbalétrier	K - bottes de paille à cheval ferment l'arête faitière
B - entrain	G - tirant	L - tige de calumet
C - poinçon	H - chevrons	M - lattes
D - Faitière	I - Lattis	N - Pièce de bois qui maintient la faitière
E - jambe de force	J - Paille de vetyver	

Schéma 11 - LIER LES BOTTES DE FEUILLES - (koud la pay, mandar la pay, ligatir la pay)



Kiosque de la Maison du Tourisme du Sud Sauvage



## MATÉRIAU DE CONSTRUCTION

### IMPACTS DU MATÉRIAU ET DE SA MISE EN OEUVRE

#### >> Environnemental

- Respect de la nature, protection des sols, lutte contre érosion
- Renouvelable
- Consommation d'énergies grises faible voire nulle sur tout le cycle de production
- Contrôle de la pollution et purification de l'eau
- Dépollution de l'air et capture des gaz carboniques
- Protection côtière et des infrastructures
- toutes les parties de la plante sont utiles et utilisables

#### >> Socio -culturel

- Valorisation d'un matériau local
- Valorisation de savoir-faire local
- Valorisation du patrimoine architectural et culturel

#### >> Socio-économique

- Création d'emplois et de nouveaux métiers
- Développement d'une filière courte «patrimoniale»



### ETAT DES LIEUX DE LA FILIÈRE

#### FORCES

- matériau local
- savoir-faire encore présent (artisanat, huile, toit)
- subsistance de plantation
- qualités de la matière et du matériau (écologique, thermique, phonique) dans le contexte du CC et du DD
- petit noyau d'acteurs mobilisé pour développer la filière pour la construction
- Validation de l'étude sur l'ignifugation de la paille de vetyver (classe M1)

#### OPPORTUNITÉS

- contexte du DD et MDE devraient être favorables à l'emploi d'un matériau isolant issu de filière courte
- soutien financier pour des chantiers d'insertion
- attitude volontariste des politiques publiques pour développer la formation des jeunes

#### FAIBLESSES

- filière non structurée
- pas de professionnel reconnu
- coût du matériau élevé (en comparaison de la tôle)
- pas de formation qualifiante
- pas assez de personnes formées
- peu de diffusion culturelle, scientifique et technique
- pas de réseau et de synergies d'acteurs pour structurer et dynamiser la filière
- matériau pas abordé dans l'enseignement initial et continu
- méconnaissance du matériau (image passéiste et éphémère)
- surface de culture réduite (problème d'approvisionnement)

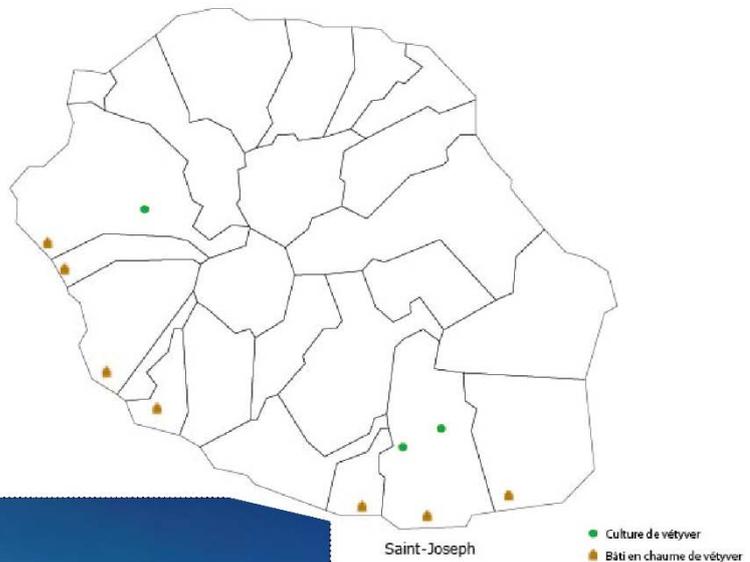
#### MENACES

- peu de projets exemplaires réalisés

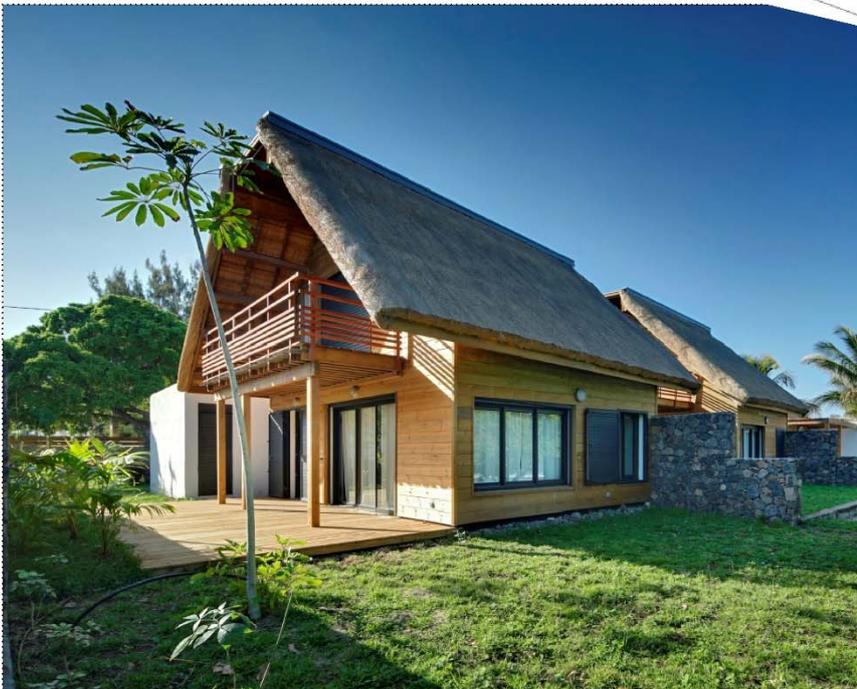


Chronologie des actions pour le développement de la filière

1991	1994	1995	2008	2011	2013
Tentative de relance de la filière vétyver					
Rapport sommaire sur les contraintes technico-économiques relatives à l'utilisation de la chaume de vétyver	Création association Vétyver et tradition artisanale	Projet OVAPAL Etude d'un procédé de traitement d'ignifugation de la paille de vétyver	Etude de traitement d'ignifugation permet le classement M1	Création de Association réunionnaise pour la valorisation du vétyver	Atelier Chantier Insertion Vétyver à Saint-Joseph



Source : données collectées lors d'entretiens



Condominium familiale 3 appartements La Réunion, 2013 TT Architecture

Bibliographie / Références

- Données recueillies lors d'un entretien avec M. Hoareau, artisan chaumier, producteur et formateur
- BARAT Christian, Les paillotes de l'île de La Réunion, 1978
- BRAMARIE P., Projet vétyver, Etude de faisabilité, 1995



**MATÉRIAU DE CONSTRUCTION**

**PAREMENT HACLAVE**

Nouveau matériau à base de scorie - matière première abondante à la Réunion - et de ciment, créé par Henri Clervil en 2005, dans le cadre d'une recherche personnelle sur des produits innovants pour la construction de logements économiques à la Réunion.



**PRÉSENTATION**

Matériau composé d'un béton de scorie : Mélange de scories de lave, de ciment et d'eau.

Composé d'environ 32% de vides d'air, le béton de scorie a de bonnes performances isolantes - thermique et acoustique - qui découlent des propriétés intrinsèques de la scorie, matière poreuse. Il est moulé pour former le parement puis séché.

Il se présente sous forme de petit élément, mis en œuvre verticalement sur une dalle béton. Des entretoises de liaisons permettent le montage à sec grâce au système à emboîtement, pour une mise en œuvre en coffrage perdu.

Il est facilement manœuvrable sans matériel lourd. Pour une mise en œuvre dans les zones climatiques froides des Hauts de l'île, le procédé permet d'intégrer un isolant en face interne lors de la fabrication, plaque de polystyrène, ce qui permet d'augmenter la résistance thermique du complexe ainsi formé.



Parement brut

Matière première : scories



Parement + isolant intégré

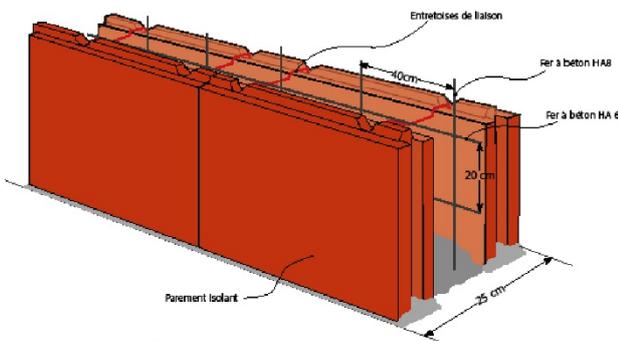


Schéma de mise en oeuvre en coffrage perdu

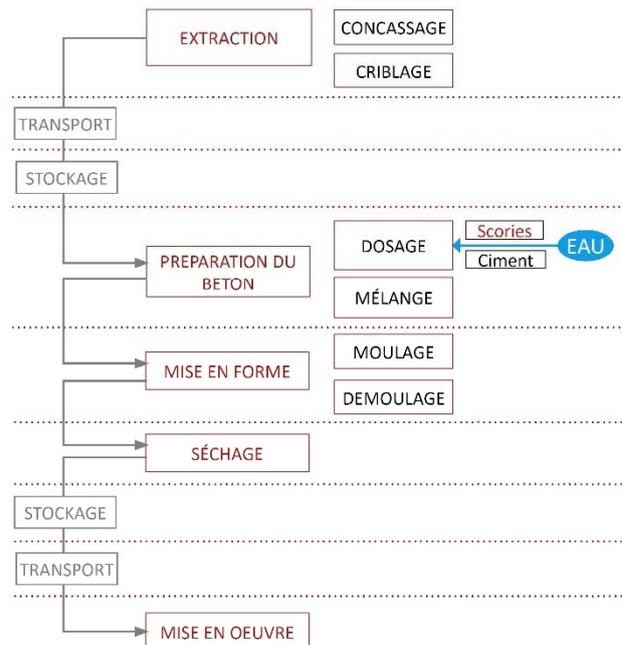


Schéma de la ligne de production > **HACLAVE**



## PRINCIPES CONSTRUCTIFS

La pose des éléments se fait par emboîtement à sec et sans utilisation de matériels lourds : manutention uniquement et sans besoin de qualification très spécifique. Le procédé est adapté au même type d'ouvrage que le parpaing (type maisons individuelles ou R+1).

### >> Coffrage perdu

• **Murs en béton banché périphériques de 25cm d'épaisseur**  
Constitués de 2 parements de 6,5cm d'épaisseur, espacés de 12cm par les entretoises de liaisons ; 3 rangées de parements sont montées afin pour former un coffrage de 1,20m de hauteur, le ferrailage et les réseaux sont mis en place, ensuite le béton est coulé et vibré. Après séchage, on procède de la même façon pour le reste du mur.

### • Réalisation des poutres

De la même manière, les parements sont montés et maintenus par les entretoises, on met en place le ferrailage, puis on coule le béton et on le vibre.

>> **Cloisons intérieures**, en montant un mur de 6,5cm d'épaisseur, le parement supprime les problèmes d'humidité liés à certains matériaux (plâtre)

### >> Parement isolant

• **des constructions à ossature bois et structures métalliques**, par le biais de crochets qui maintiennent les éléments à la structure porteuse.

• **des toitures terrasses**, les parements sont posés comme des dalles et assurent la protection de l'étanchéité tout en apportant une isolation supplémentaire

## CARACTERISTIQUES ET PERFORMANCES

- > Dimensions parement brut(L x l x e) **40 x 50 x 6,5 cm**  
**10 éléments pour 1m<sup>2</sup> de coffrage**
- > Poids **17kg**
- > **Imputrescible, résistant au feu** (classe M0)
- > Résistance thermique, mur périphérique de 25cm  
**0,3 < R < 0,5m<sup>2</sup>.K/W**
- > **Isolant acoustique**
  - **26dB** pour une cloison (65mm d'épaisseur)
  - **56dB** pour le mur périphérique

## AVANTAGES

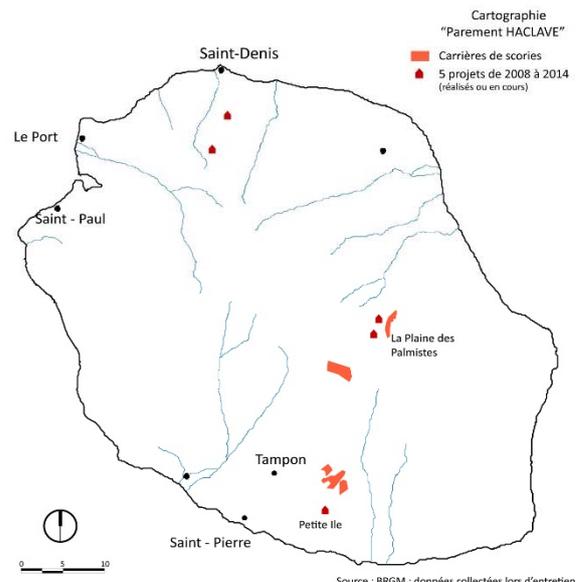
- Matériau local,
- Pouvoir isolant,
- légèreté,
- résistance mécanique,
- Multiples possibilités de mise en œuvre
- convient aussi bien pour une maison individuelle que collectives, pour des équipements (écoles, hôtels...)
- facilité et rapidité de mise en œuvre
- par rapport à la construction en béton coffré, le chantier ne nécessite pas d'engin de levage lourd

## INCONVÉNIENTS

- mise en œuvre qui demande des pratiques constructives différentes du parpaing traditionnel,
- nécessite une adaptation et formation des entreprises de construction

## CONNAISSANCES TECHNIQUES ET NORMES

- Avis technique
- ATEX
- Norme GEOCERT



### Bibliographie / Références

- Données recueillies lors d'un entretien avec M. Clervil
- ADEME, Guide des matériaux performants pour la construction à la Réunion, 2009

## Personnes rencontrées à la Réunion

**Benedetti Vincent**, Conseiller professionnel à la Chambre des Métiers / CIRBAT

**Ladrage Sébastien**, propriétaire d'un gîte à Marla, Mafate, ancien agent du Parc national,

**Hergault Thierry**, Directeur régional de la Fondation Abbé Pierre

**Lleu-Ethève Caroline**, Directrice de l'Association les Compagnons Bâisseurs

**Ferrand Paul**, Chef du service Prévention des risques naturels et routiers

**Cadudal-Guguin Joël**, Chargé de mission « inondations », DEAL

**Leroy Eric**, Responsable projet Risques Naturels de la COI

**Ovize Marion**, Chargée d'études à l'Observatoire des Risques Naturels

**Vuillemin Jérôme**, Responsable scientifique et technique au CIRBAT/ Chambre des Métiers

**Clervil Henri**, Directeur de la société Haclave

**Hoarau Didier**, Artisan couvreur 'chaume de vétiver'

**Sandrine Tseng King**, Responsable entreprise TKbois

**Lougnon Jérôme**, Artisan construction bambou et calumet

**Courteaud Michel**, Directeur général adjoint au Pôle Développement et Infrastructures, Conseil Général de La Réunion

**Hoareau Jean-françois**, Artisan, responsable de la filière « bois de goyavier »

## Glossaire

**AGORAH** Agence pour l'Observation de La Réunion, l'Aménagement et l'Habitat

**ANAH** Agence Nationale pour l'Amélioration de l'Habitat

**CIRBAT** Centre d'Innovation et de Recherche du Bâti Tropical

**COI** Commission de l'Océan Indien

**CRF** Croix-Rouge française

**DEAL** Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

**EPFR** Établissement Public Foncier Réunion

**FAP** Fondation Abbé Pierre

**LBU** Ligue Budgétaire Unique

**LLS** Logements Locatifs Sociaux

**PLU** Plans Locaux d'Urbanisme

**PNR** Parc National de La Réunion

**PNRU** Programme National de Rénovation Urbaine

**POS** Plans d'Occupation des Sols

**PPR** Plan de Prévention des risques

**ORN** Observatoire des Risques Naturels

**SAR** Schéma d'Aménagement Régional

**SCOT** Schémas de Cohérence Territorial