



**LA TERRE PEUT-ELLE ÊTRE L'ALTERNATIVE AU  
BÉTON DANS LA CONSTRUCTION DE L'HABITAT EN  
GUADELOUPE ?**

LUDGI DRACON





# **LA TERRE PEUT-ELLE ETRE L'ALTERNATIVE AU BÉTON DANS LA CONSTRUCTION DE L'HABITAT EN GUADELOUPE ?**

RAPPORT D'ÉTUDE DE FIN DE LICENCE

S6 2016-2017

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE  
D'ARCHITECTURE DE MARSEILLE

LUDGI DRACON      ÉTUDIANT

REICHERT TILMAN    ENSEIGNANT

COUVERTURE FEUILLE DE BANANIER, DAIRUI CHEN



# SOMMAIRE

## Introduction

### Présentation générale de l'île

Topographie _____	11
Pédologie _____	12
Climat _____	13
Population _____	14
Économie _____	15
Risques naturels _____	15
Qualité de vie et qualité environnementale _____	16
Repères historiques _____	18

### L'évolution de l'habitat en Guadeloupe

Le carbet des Amérindiens _____	20
Les cases de la colonisation _____	24
Le béton dans l'habitat _____	34
Les reconstructions : L'utilisation du métal _____	38
Ali Tur : l'intégration du béton en Guadeloupe _____	44
L'habitat d'aujourd'hui : un système mixte _____	52

### La construction en terre

État des savoirs _____	58
Le cas des zones sismiques et cycloniques _____	62
Spécificité de la terre _____	68
Résistance _____	68
Isolation et inertie thermique _____	69
Les innovations _____	70

### Construire en terre en Guadeloupe

Un cas d'étude _____	72
----------------------	----

### Conclusion

Bibliographie _____	82
Iconographie _____	86





# Introduction

Savez-vous ce que c'est que vivre sur une île ?

Vous avez sûrement déjà entendu parler de la Guadeloupe comme une destination de voyage. Né sur ce petit paradis, j'ai toujours été proche de la nature. Mon cursus secondaire (Bac Science et Technique du Développement Durable) m'a appris à observer le monde avec un regard scientifique et technique. Il m'a surtout sensibilisé à la protection et à la sauvegarde de mon environnement.

Aujourd'hui en Guadeloupe, une maison individuelle est généralement construite en béton armé et en bois. Le béton nécessite pour sa fabrication du sable, du gravier et du ciment. Sur une île, on prend conscience avec beaucoup plus d'acuité que les ressources sont limitées. C'est le cas du sable comme du gravier. Le ciment lui, n'est pas fabriqué sur l'île, il est donc systématiquement importé. Ainsi, le béton armé par sa production, son transport, son recyclage est un fort producteur d'énergie grise<sup>1</sup>. Ainsi, sauf à utiliser les ressources présentes sur place, la construction sur une île pose un problème de développement durable. Ne faudrait-il pas être autarcique dans la consommation des matériaux ? La terre récupérée sur le terrain même de la construction peut-elle être une solution ?

Des fléaux comme des séismes ou des cyclones s'abattent souvent sur l'île. Là encore la prise de conscience de la force des éléments et de la dangerosité d'un dérèglement climatique est aiguë.

---

1. L'énergie grise est la quantité d'énergie nécessaire à la production et à la fabrication des matériaux ou des produits industriels. Celle-ci est produite principalement à partir de ressources fossiles générant des gaz à effet de serre.





Nous verrons que le béton a fait son apparition en Guadeloupe à l'occasion d'un effort de reconstruction majeur faisant suite à un cyclone. Les constructions en terre peuvent-elles résister à de telles intempéries ? L'utilisation de la Terre dans la construction peut-elle être une alternative aux matériaux d'aujourd'hui ?

Dans un premier temps, nous brosserons un tableau du contexte spécifique de la Guadeloupe. Nous aborderons la géographie (relief, climat...), l'histoire, le contexte social de l'île et ferons apparaître des liens entre ces deux derniers et les matériaux de l'île. Les données contextuelles géographiques dessinent les contours des contraintes en matière d'habitat et de construction. Le tour d'horizon du passé, lui, nous permettra de comprendre comment on est parvenu aux modèles actuels. Pour cela, nous balayerons l'évolution de l'habitat, depuis les cabanes amérindiennes en bois jusqu'aux constructions en béton dites du « modernisme tropical ».

Dans un deuxième temps, nous dresserons un état des savoirs sur le matériau terre et tenterons de lister les avantages et les inconvénients de la construction en terre dans un milieu tropical.

Enfin, dans un troisième temps, nous ferons une proposition de construction alternative utilisant la terre. Nous la comparerons avec construction béton selon 6 critères.

Nous n'avons pas ici l'ambition d'être exhaustifs, mais plutôt de poser les bases d'un travail pour une future thèse.

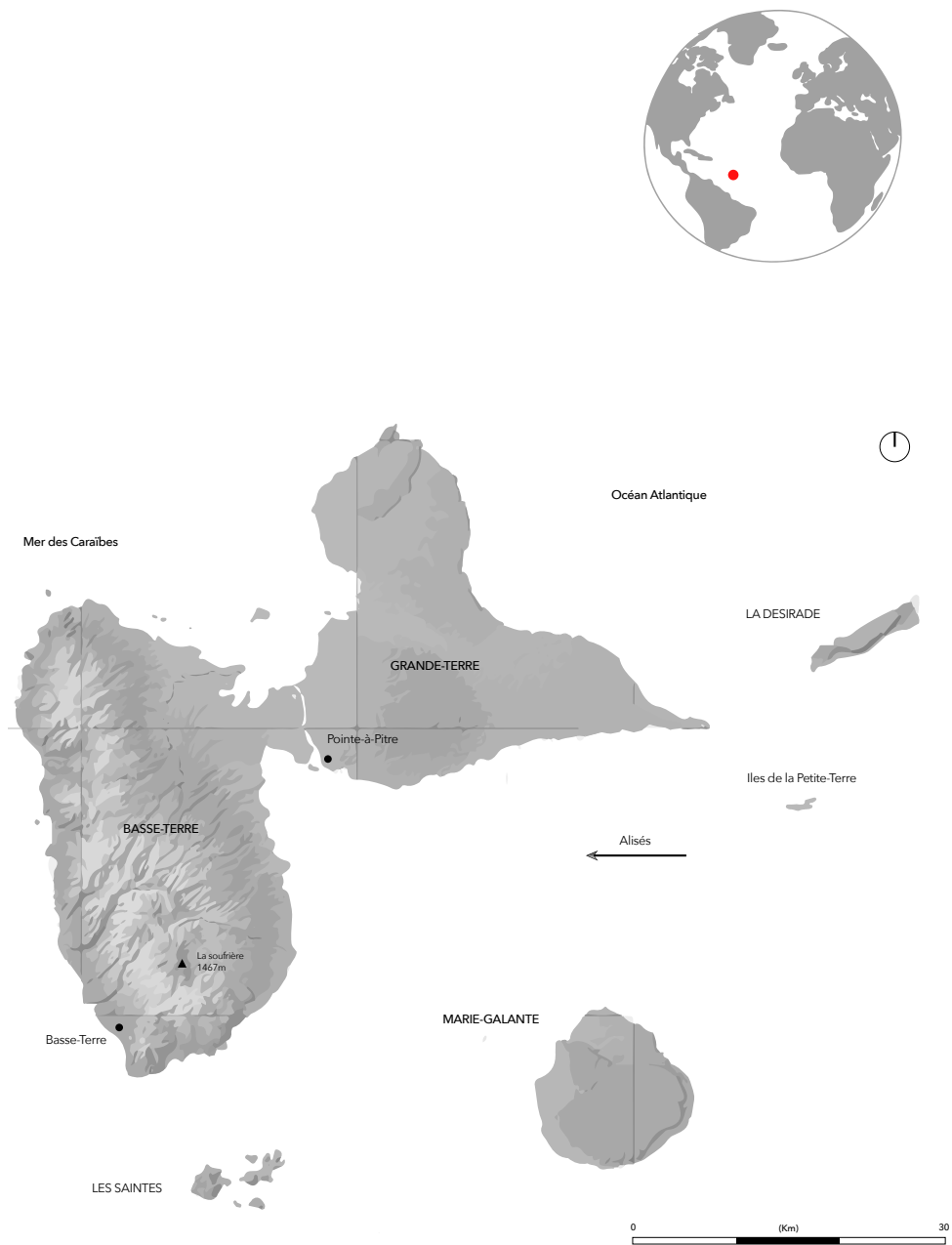


Figure 1 – Carte de l’archipel de la Guadeloupe

# Présentation générale de l'île

## Situation

Au milieu des Petites Antilles, en face de l'Amérique centrale de l'océan Atlantique et la mer des Caraïbes, se situe mon île : la Guadeloupe. C'est un archipel constitué de deux îles principales dont l'ensemble fait 1780 m<sup>2</sup>.

Surnommée « l'île aux belles eaux<sup>1</sup> » par les Amérindiens, la Basse-Terre (848 km<sup>2</sup>) volcanique et montagneuse est séparée de la Grande-Terre (548 km<sup>2</sup>), île plate recouverte de roche calcaire, par un chenal marin appelé « la rivière salé ». Les autres îles communément appelées dépendances administratives sont :

- Marie Galante (158 km<sup>2</sup>),
- La Désirade (21 km<sup>2</sup>),
- Les Saintes, formé de terre de haut et terre de bas (13 km<sup>2</sup>)

Au nord, à 200 km nous trouvons :

- Saint Bathélémy (25 km<sup>2</sup>)
- Saint Martin (Partie nord 59km<sup>2</sup>), l'autre partie étant en possession hollandaise.

## Topographie

La topographie de la Guadeloupe se définit par une grande diversité. L'île de la Basse-Terre traversée, du nord au sud par une chaîne montagneuse où culmine la Soufrière (1467 m). L'île de la Grande-Terre est d'un relief plus écrasé, faite de mornes (petites collines, de l'espagnol moro).

---

1. Karukéra est la traduction de l'île aux belles eaux données par les Amérindiens.



# Pédologie

Voyons comment les sols, en Guadeloupe, se répartissent :  
 Les sols de Guadeloupe, à dominante argileuse, appartiennent ainsi à 4 grandes familles :

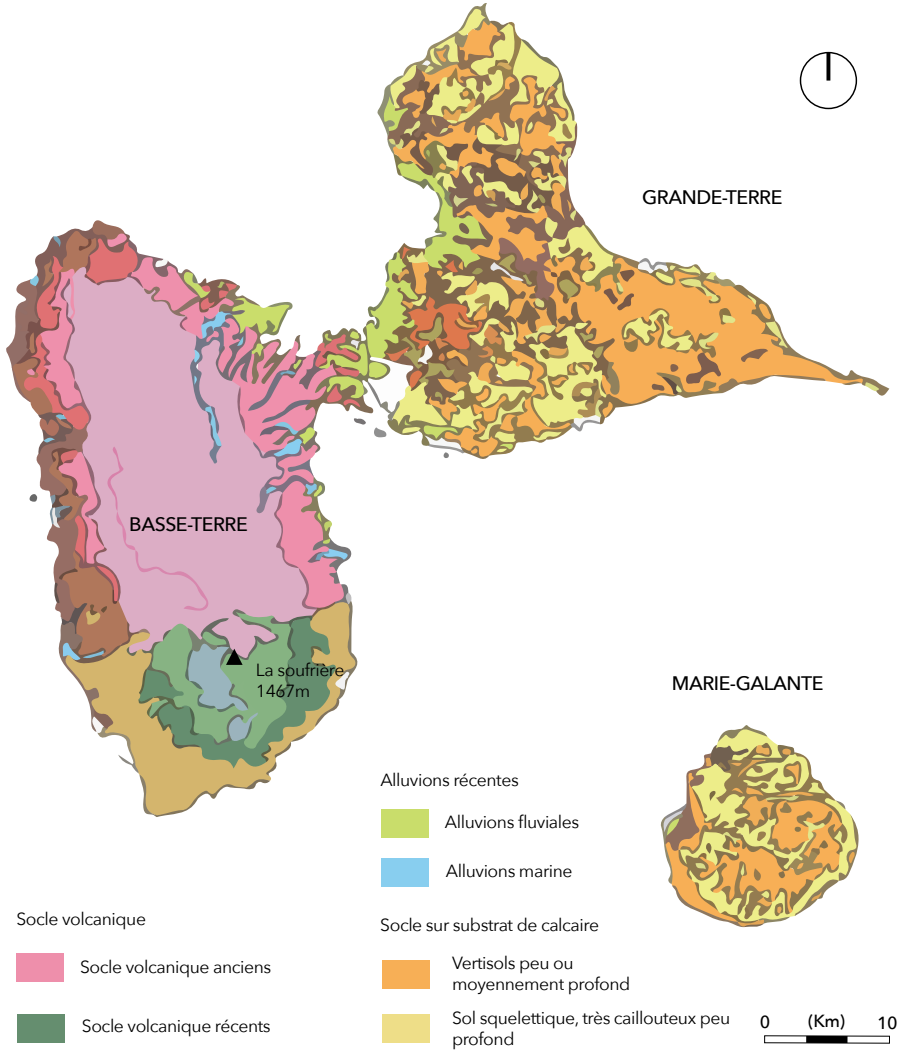


Figure 2 – Pédologie simplifiée des sols en Guadeloupe

-Les sols, sur socle volcanique ancien (Nord de la Basse-Terre), avec une bonne rétention en eau, mais pauvres en silice et en matière organique.

-Les sols, sur socle volcanique récent (Sud de la Basse-Terre), à grande capacité de rétention en eau, fertiles et riches en matière organique peu dégradée

-Les vertisols, rencontrés surtout sur substrat calcaire, fertiles, mais peu perméables, riches en argiles gonflantes, ils sont très sensibles à l'alternance des phases humides et sèches (importante rétractation des sols par forte chaleur);

-Les alluvions, dépôt argileux ou sableux émergé qu'ont laissé des eaux par des sédimentations successives

## Climat

La Guadeloupe bénéficie d'un climat tropical tempéré par les influences maritimes et les alizés. On distingue deux saisons en Guadeloupe et dans les îles voisines :

-une saison sèche, de janvier à juin,  
– une saison humide, qui s'étale de juillet à décembre (période cyclonique)

Côté température, avec une moyenne de 27 °C, il n'y a que peu de différence (environ 6 °) entre les mois les plus chauds et les mois les plus froids. La géographie spécifique de l'archipel, le contraste entre la Basse-Terre et la Grande-Terre, entraîne également un climat spécifique sur chacune de ces îles. La Grande-Terre et ses plateaux calcaires connaissent régulièrement de sévères sécheresses, alors que dans le même temps, le relief

perpendiculaire au flux des alizés de la Basse-Terre régule le régime des pluies. La température moyenne de l'eau de mer est de 28 °C.

## Population

En 2012, l'Insee comptait un peu plus de 403 000 habitants, avec une densité de population de 246 hab/km<sup>2</sup> en zone constructible (à titre comparatif : à Marseille la densité de population était de 3566hab/km<sup>2</sup>).

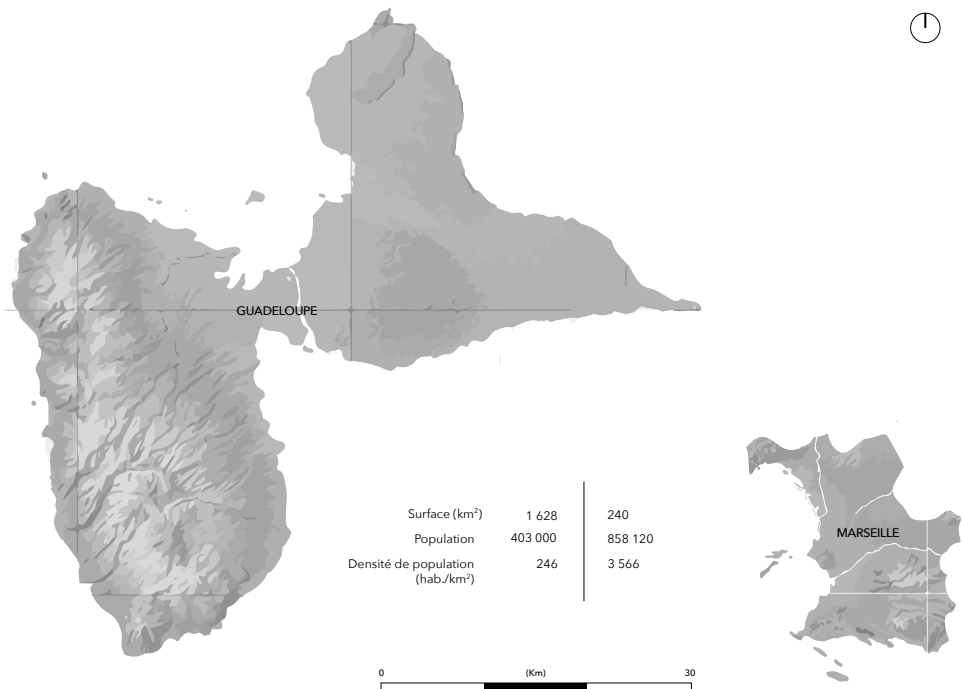


Figure 3 – Comparaison géographique

## Économie

Le principal secteur économique est l'agriculture, secteur hérité de l'histoire de l'île au 18<sup>e</sup> siècle et 19<sup>e</sup> siècle avec le développement des habitations agricoles coloniales. La majeure partie de la surface agricole (environ 50 000 ha) est consacrée aux cultures dites d'exportation. Les cultures fruitières et maraîchères ne parviennent pas, quant à elles, à couvrir les besoins des Guadeloupéens. Mais la profusion des supermarchés masque ces faiblesses. Le secteur agricole survit aujourd'hui grâce aux subventions venant de l'Europe.

Le second secteur est celui de la transformation des produits agricoles (rhum, sucre, ou eaux) suivi par le secteur tertiaire, divisé en deux branches : le secteur public et le tourisme. Deux secteurs nécessitant sans cesse de nouvelles constructions.

## Risques naturels

La Guadeloupe est régulièrement frappée par des cataclysmes, séismes, tempêtes et inondations... Qui surviennent et dont les conséquences sont souvent désastreuses.

Un séisme ou tremblement de terre est une secousse du sol résultant de la libération brusque d'énergie accumulée par les contraintes exercées sur les roches. Cette libération d'énergie se fait par rupture le long d'une faille, généralement préexistante. Plus rares sont les séismes dus à l'activité volcanique ou d'origine artificielle (explosions par exemple). En 1843, le séisme qui s'est manifesté a déclenché un incendie qui provoqua la mort de plus de 3000 personnes à Pointe-à-Pitre. Bien que les morts dues à l'effondrement des bâtiments soient fréquemment constatées dans les zones urbaines, ce sont les effets secondaires qui sont les plus dévastateurs comme nous venons de le voir sur la ville de Pointe-à-Pitre.

L'autre cataclysme dévastateur est le cyclone ou typhon (Chine, Japon). Les cyclones désignent le phénomène météorologique des tempêtes tropicales qui prennent naissance au-dessus des eaux chaudes des océans de la zone intertropicale, et qui s'accompagnent de vents très violents et de pluies torrentielles. Ces vents peuvent atteindre 230 km/h (cyclone de 1928).

## Qualité de vie et qualité environnementale

La ville de Pointe-à-Pitre selon le cabinet Mercer<sup>1</sup> fait partie des villes du monde où la qualité de vie est la meilleure. Classé 72e sur 230 villes, c'est la 3e ville après Paris et Lyon. Les conditions de vie sont analysées en passant en revue 39 facteurs, eux-mêmes regroupés en 10 catégories :

- Environnement sociopolitique, économique, socioculturel.
- Situation médicale et sanitaire,
- Établissements d'enseignement et éducation
- Situation médicale et sanitaire
- Services publics et transports,
- Divertissements
- Logement
- Environnement naturel

---

1. L'indice Mercer est un classement des villes établi par la firme de conseil en stratégie Oliver Wyman chaque année.





## Repères historiques

- **1500 av J. -C** : Vestiges archéologiques témoignant d'une présence humaine en Guadeloupe.
- **100 av J. -C** : Supposition d'une occupation amérindienne ancienne : les Ciboney
- **3e Siècle au 5e siècle** : Occupation par les Arawaks
- **An 1000** : Occupation par les Caraïbes
- **Novembre 1493** : Découverte de la Guadeloupe par Christophe Colomb, Occupation espagnole – Guerre et résistance avec des Caraïbes que les Espagnols tentent de réduire en esclavage.
- **28 juin 1635** : Occupation française de la Guadeloupe délaissée par les Espagnols
- **1640** : Introduction de la canne à sucre, institutionnalisation de l'esclavage, commerce triangulaire<sup>1</sup> et exploitation coloniale sous le régime de l'exclusif<sup>2</sup>
- **1658** : Extermination des Caraïbes et fuite des survivants
- **1674** : La Guadeloupe devient une colonie française, rattachée directement au pouvoir royal de Louis XIV
- **1685** : Création du « Code noir<sup>3</sup> » par Colbert
- **1759 à 1763** : Occupation anglaise
- **4 février 1794** : 1er décret d'abolition de l'esclavage
- **1794** : Nouvelles occupation Anglaise
- **Mai 1802** : Insurrection antiesclavagiste sévèrement

---

1. Traite négrière menée au moyen d'échanges entre l'Europe, l'Afrique et les Amériques.

2. Régime sous lequel étaient placés tous les échanges commerciaux entre les colonies et la France aux 16<sup>e</sup> et 17<sup>e</sup> siècles

3. Le Code noir réglementait le traitement des esclaves dans les colonies.

réprimée, Delgres<sup>1</sup> encerclé se fait sauter avec ses 300 hommes – Rétablissement de l'esclavage par Napoléon Bonaparte

- **1810, 1815, 1816** : nouvelles occupations anglaises
- **1848** : 2e abolition de l'esclavage par le décret Schœlcher
- **1852 à 1867** : Immigration de l'Inde et de l'Afrique de travailleurs sous contrat essentiellement
- **1910** : Arrivée des Libanais et les Syriens avec comme activité le commerce.
- **1939 1945** : Relative autarcie de l'île durant la 2e guerre mondiale
- **Mars 1946** : La Guadeloupe devient département français
- **1967** : Révolte populaire à Basse-Terre - Insurrection populaire à Pointe à Pitre répression et mort d'environ 50 personnes.
- **1974** : La Guadeloupe devient région française
- **1976** : Éruption de la Soufrière (peu de dommage matériel)
- **2009** : Grève générale dans les Antilles française visant à baisser les prix jugés abusifs de certains produits de base, comme le carburant et l'alimentation.

---

1. Colonel d'infanterie des forces armées de la Basse-Terre, il est connu pour la proclamation anti-esclavagistes, haut fait de la résistance de la Guadeloupe aux troupes napoléoniennes.

# L'évolution de l'habitat en Guadeloupe

## Le carbet des Amérindiens

Ce chapitre, important, nous permettra de comprendre et de mettre en évidence l'ensemble des faits historiques qui ont contribué à la genèse d'une architecture en Guadeloupe. Nous ne pourrons pas aborder trop en détail du fait des limites d'une partielle étude.

Quelques noms sont immédiatement associés à l'histoire amérindienne des Antilles : Arawaks, Caraïbes...

Les Arawaks, seraient arrivés en pirogue dans les Antilles depuis le nord du Venezuela, au début de l'ère chrétienne. Ils y introduisent alors l'agriculture sur brûlis et la culture du manioc, qui constitue avec la chasse et la pêche. Pour s'abriter, ils construisent des petits villages constitués de carbets. Plus de 90 % des occupations sont réparties sur les côtes, souvent sur les plages mêmes.

Pour comprendre, le mode d'habitat amérindien, nous allons nous pencher sur l'analyse d'un village côtier à L'anse à la Gourde dans la commune de Saint-François.

Plusieurs maisons rondes ou ovales y ont été successivement édifiées. Les plus grandes présentent des caractéristiques de structure communautaire. De nombreux petits abris, propres à des activités domestiques et artisanales complètent l'organisation du village. Au sud de ce secteur résidentiel

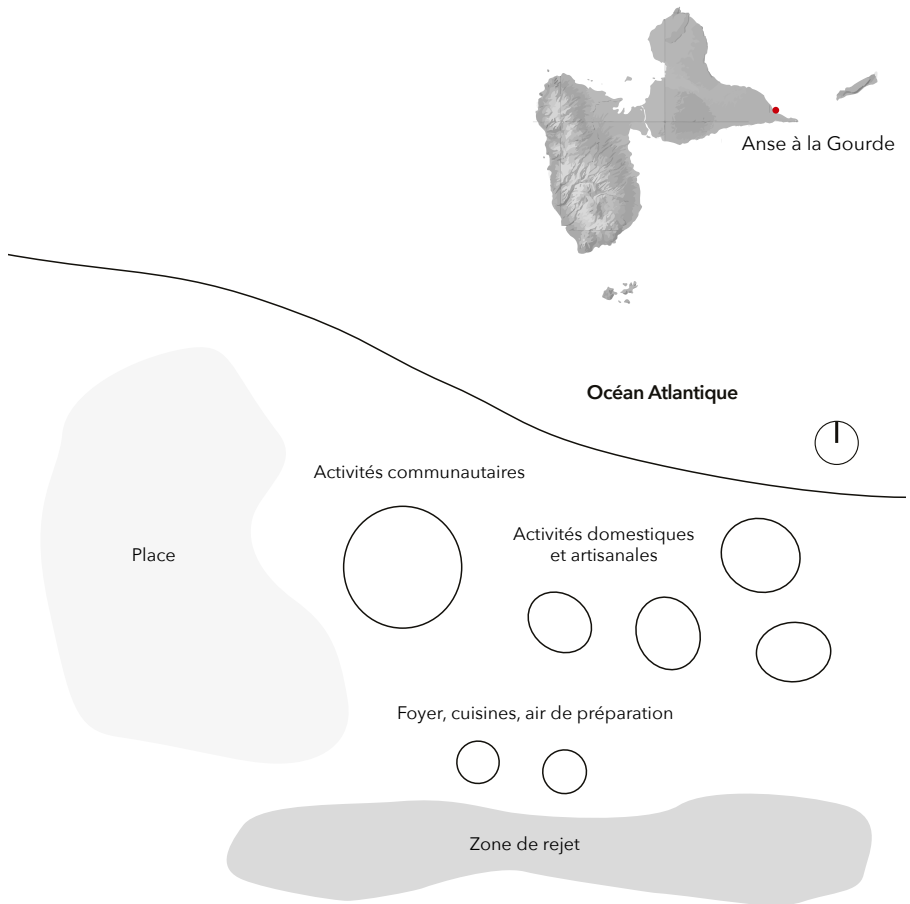


Figure 4 – Reconstruction d’un village côtier amérindien

s’étendait une zone d’activités avec des foyers, des aires de préparation de cuisine et des fosses de rejets. À l’ouest, une grande zone vide correspondait à une place où se déroulaient les activités communautaires et religieuses. Ces huttes sont faites de fourches d’arbres plantées dans la terre, jointes avec d’autres pièces de bois qui tiennent de l’une à l’autre. Là dessus viennent des chevrons qui vont jusqu’à la terre et couvrent le tout de feuilles de latanier ou de roseau. .

L'autre peuple qui aurait envahi les îles de Guadeloupe serait les Kalinagos, également appelés Caraïbes. Selon le mythe, à leur arrivée ils auraient massacré les Arawaks. Selon les écrits de Christophe Colomb, ces derniers auraient fait une description terrifiante des Caraïbes qui auraient pratiqué le cannibalisme. Ce mythe a néanmoins été démenti par le père Raymond Breton, premier ethnographe des Amérindiens et auteur du premier dictionnaire français caraïbe. Il se pourrait bien que les Arawaks et Caraïbes formèrent un seul et même peuple. Vivant de la chasse et de la pêche comme les Arawaks, les Caraïbes complétaient leur alimentation par des cultures de racines vivrières et de plantes. Ces cultures étaient faites autour de leur « Carbet »

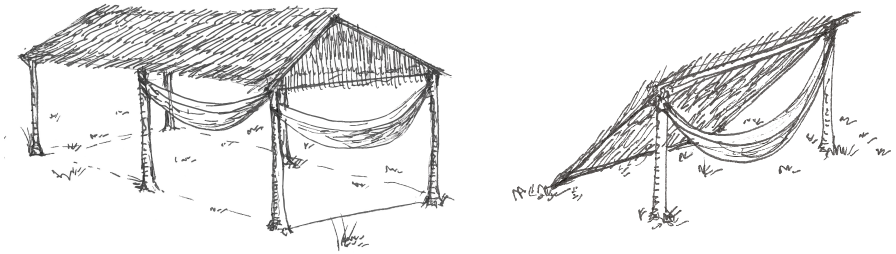


Figure 5 – Carbet amérindien

Le carbet est composé de grandes fourches d'Acoma<sup>1</sup> hautes de cinq à six mètres. Sur ces fourches ils posent une couverture faite de feuilles de Palmiste ou de Latanier.

D'après R. Breton, les Caraïbes avaient une structure de l'espace particulier dans leur mode d'habiter : Les Caraïbes sont séparés par familles. Ils habitent dans des cases qui s'organisent comme des hameaux. Une Case est une habitation rudimentaire, en

---

1. L'acomat *boucan* est un arbre de très grande taille aux contreforts.

particulier en Afrique noire, elle s'apparente à une cabane, une cahute, une hutte, une paillote.

Aujourd'hui on peut retrouver le lien entre ces techniques de construction ancestrales, modernisées, sous forme de produit industriel. Décliné sous forme d'abris de bus, le bois d'Acoma a été remplacé par le lamellé-collé et les feuilles de latanier par des tôles.

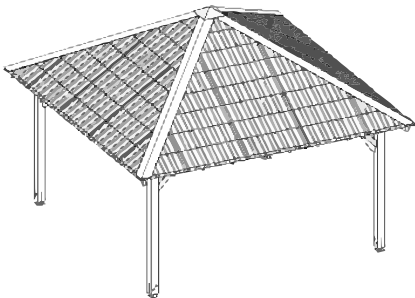
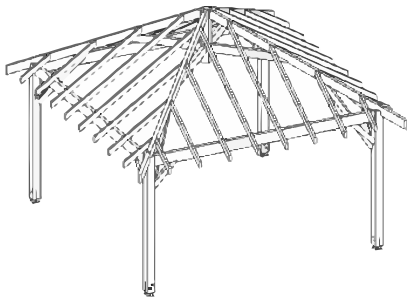


Figure 6 - Carbet moderne



Figure 7 – Arrêts de bus



## Les cases de la colonisation

Dans cette partie, nous allons voir comment le contexte social a modifié l'habitat à travers les matériaux. Encore une fois, l'étude ne concernera que les grandes lignes de l'histoire.

Les villages Caraïbes sont situés à proximité de la mer ou d'une rivière et dans les clairières antérieurement occupées par les Arawaks qu'ils avaient combattus. Les premiers colons s'inspirèrent beaucoup de ce mode d'établissement ainsi que de certaines techniques amérindiennes de cueillette, de production de plante et fruit comestibles. Ils se servirent aussi des techniques de construction et d'utilisation du matériau végétal, mais pour construire un habitat différent, plus proche des techniques culturelles européennes. Leur habitat était une sorte de petite cabane en bois, différente de l'habitat caraïbe. En cela s'ajoute la notion de protection vis-à-vis du milieu et de ces mêmes Caraïbes. Cette cabane fut donc au début de la colonisation, l'habitat du petit colon, de l'engagé ou de l'esclave au cœur de l'exploitation. Les essences de bois utilisées pour la construction étaient surtout l'Acoma, mais aussi le Fromager, l'Acajou rouge, le bois-de-fer, etc.

L'organisation de la case comprenait trois pièces : Une salle, lieu de réception, une chambre, un garde-manger de tradition européenne, mais également trace de la culture caraïbe. Comparé aux Caraïbes, on constate que le lieu de réception n'est plus extérieur et commun (grand carbet), mais inclus dans la case et individualisé.

Pendant ce début de colonisation, l'écart social entre les petits colons, les engagés et les esclaves est grand. Par contre, cet écart est moindre en ce qui concerne les matériaux. En effet la case de l'esclave et de l'engagé ne diffère guère. On y retrouve les mêmes matériaux et la même conception d'ensemble à la différence près que la case du colon est plus aérée et compte plus d'une pièce. La

case d'esclave elle, est plus inspiré de celle de sa tribu d'origine en Afrique

À partir des années 1660, on passe de la petite exploitation à la grande exploitation de la canne à sucre. C'est là que l'on va apercevoir l'évolution de l'habitat donc des matériaux à travers le contexte. C'est le règne de l'esclavage et l'habitation<sup>1</sup> qui marquera profondément la société guadeloupéenne. L'habitat est le reflet d'un système économique avec rapports sociaux.

D'un côté il y a : la maison du maître, placé dans un lieu bien ventilé, et riche par ses éléments architecturaux et dont souvent un étage ajoute à la domination sur l'exploitation l'environnant. Elle est construite sur une petite éminence et comme la case, elle a ses dépendances rassemblées autour d'une cour. La cuisine est toujours extérieure. Elle est située sous le vent pour limiter les risques d'incendie et les odeurs.

Le bois et la maçonnerie ont tous deux été utilisés au début selon les cas, mais peu à peu, le bois a prévalu jusqu'à devenir de symbole de même de l'architecture antillaise. Les moyens financiers de l'habitant ne lui permettent peut être pas de construire uniquement «en dur» ou bien en, comme le montre F.Login, la maçonnerie est moins adaptée aux contraintes locales : «A la Guadeloupe proprement dite, on construit avec des roches arrondies, fortes dures, grisâtres, qu'on trouve en grande quantité, ou sur certains endroits du rivage, ou dans le lit des rivières, et qui ne sont autres que des fragments de lave antique roulés et usés par les eaux; ces roches, liées par un mortier fait avec des sables volcaniques et de la chaux, offrent une grande solidité; mais ces constructions ne résistent guère à une forte secousse

---

1. Unité autonome de plantation, de production et de vie aux Antilles pendant l'esclavage.

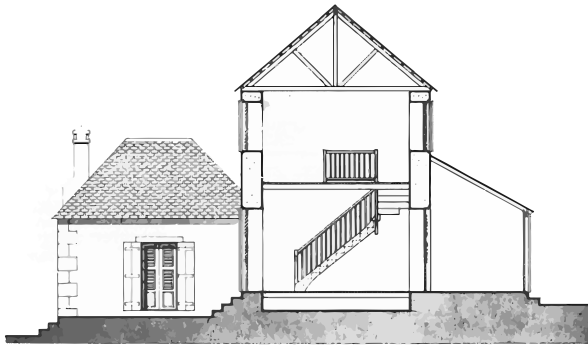
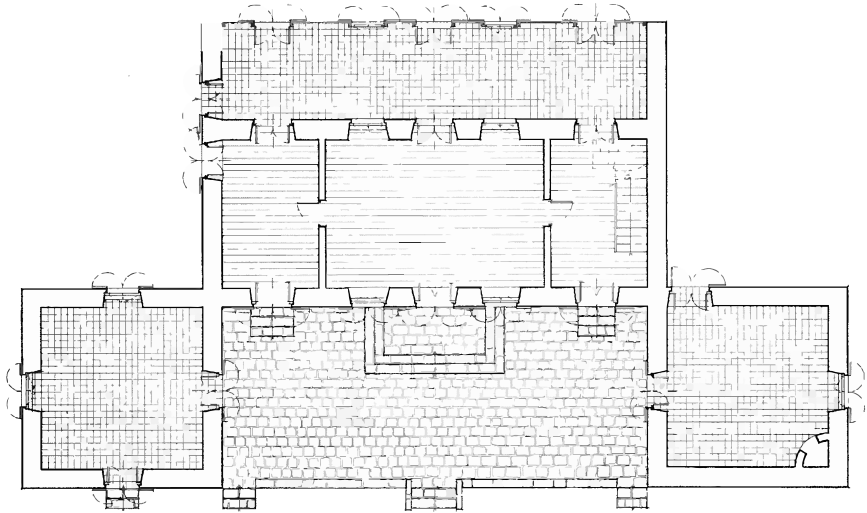
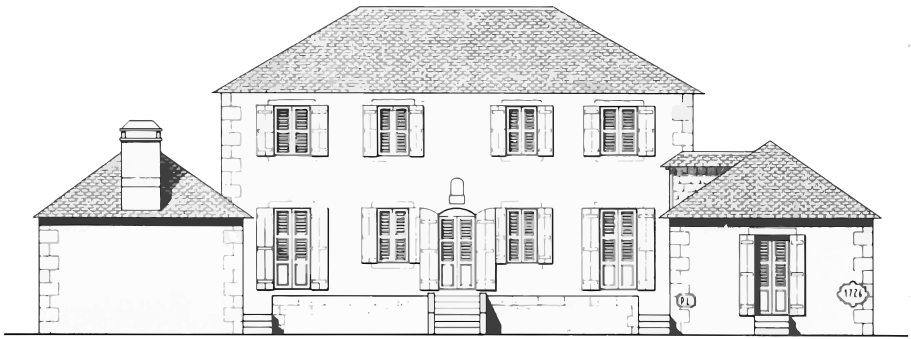


Figure 8 - Habitation Mont-Carmel, 1726, Saint Claude, Guadeloupe

de tremblement de terre et les ouragans; les maisons dans la campagne n'ont que le rez-de-chaussée, parce qu'étant plus isolées et plus élevées, elles sont beaucoup plus exposées à l'action destructive des deux causes dont je viens de parler».

La maison du maître révèle le plan de la maison coloniale, entourée de galeries qui serait la transcription en bois. Cette maison «en dur» est construite en mortier mêlé de cailloutis pouvant atteindre un mètre d'épaisseur. Elle comporte deux éléments : le corps central maçonné qui s'élève parfois sur deux niveaux; l'étage est alors en bois. En bas la salle est le lieu où se tenaient les maîtres et/ou tous se réfugiaient en cas de cyclone. Un escalier mène aux combles ou au «belvédère» qui contient les chambres. La galerie, qui ceinture le niveau bas, également en maçonnerie, elle peut abriter cuisine et réserves.

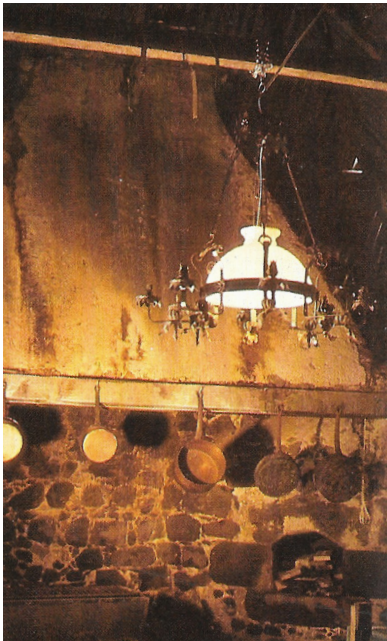


Figure 9 - Intérieurs, Habitation Mont-Carmel, 1726, Saint Claude, Guadeloupe

De l'autre il y a : Les cases des esclaves placées sous le vent de la maison du maître, petites faites de bois et en « gaulettes». Les cases dites en « gaulette » sont des cases recouvertes de branchage tressé et parfois de torchis. Très rapprochées les unes des autres, elles sont rangées de part et d'autre d'une rue par la volonté du commandeur. Ce ne sont pas les esclaves qui ont l'initiative de la construction de leurs cases et de leur disposition. Des charpentiers s'en occupent sur l'ordre du maître à qui appartiennent les cases. Les cases sont mobiles et démontables. Cette mobilité est recherchée par les gérants à cause des déplacements pour les nouvelles distributions de champs à la recherche de sols plus riches dès que des signes d'épuisement faisaient craindre une irrégularité de rendement.



Figure 10 - Case en gaulette, La Savane des Esclaves, Trois-Îlets, Martinique

L'histoire de la case ne députe réellement qu'avec l'abolition de l'esclavage en 1848. Il y a éclatement de la sucrerie-habitation. Elles font place aux grandes exploitations et aux grandes usines centrales. Parallèlement, un type d'implantation prend forme le long des axes de communications qui sont aussi des axes d'échanges commerciaux, constituant ainsi des hameaux. C'est le regroupement familial. Ce fait vient des origines africaines concernées, où les rapports de voisinage étaient souvent vécus comme fondamentaux. Ainsi, ces rapports de voisinage, identifiés à des rapports familiaux qui eux, étaient très forts. Ces rapports s'articulaient dans la proximité des espaces habités, formant ainsi la cour. Ce type d'organisation s'est perpétuée jusqu'à nos jours.

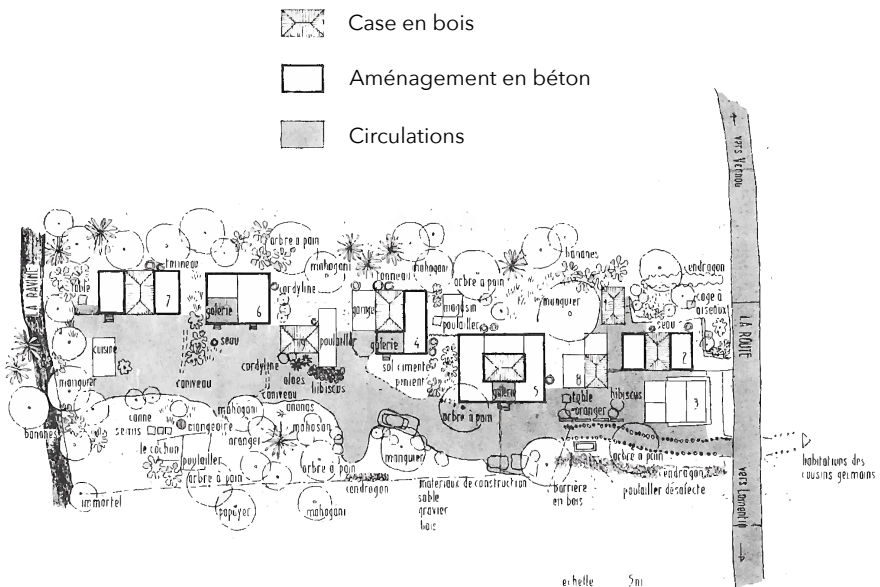


Figure 11 –Le groupement familial en Guadeloupe



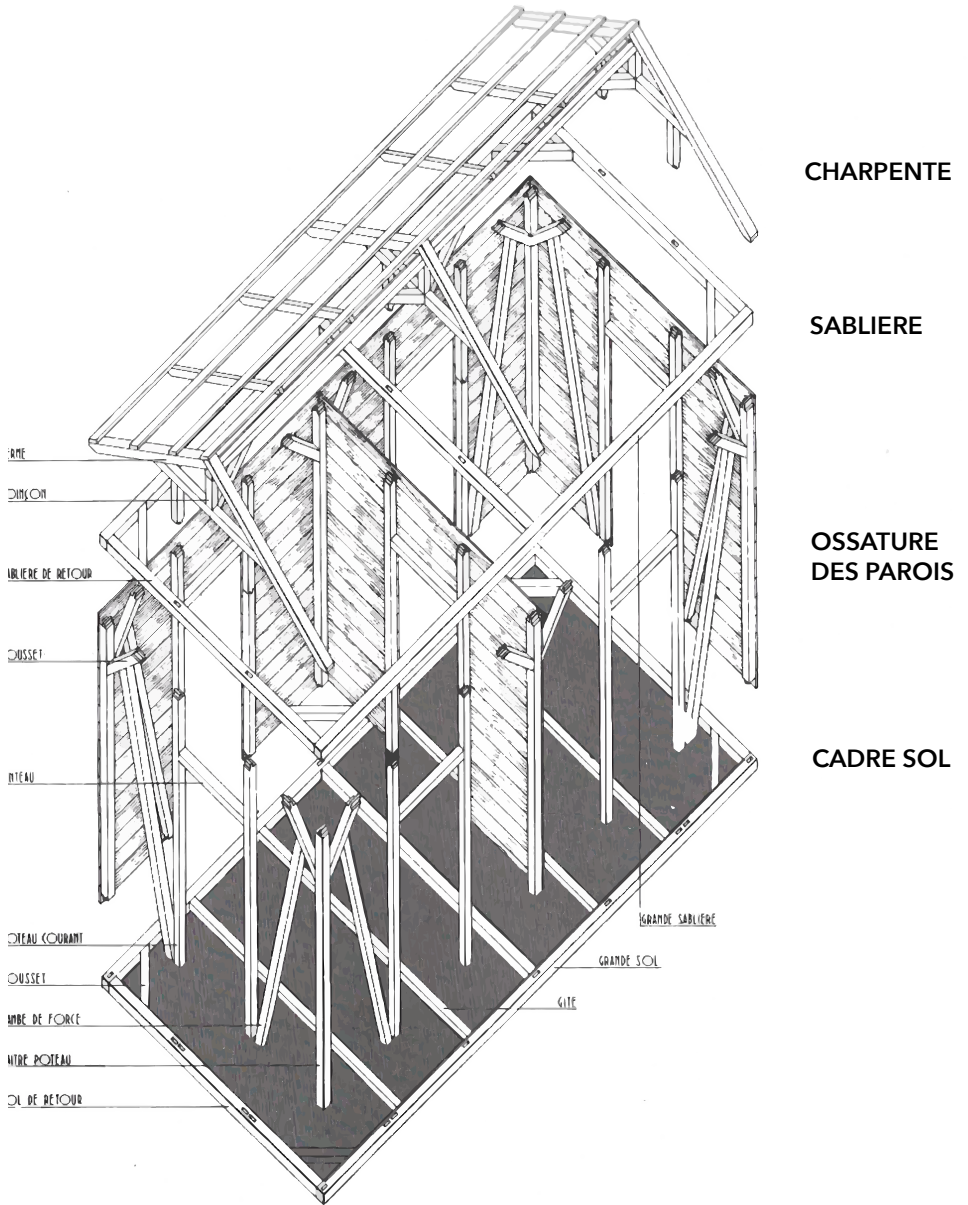


Figure 12 – Squelette de la case guadeloupéenne

Le peuple guadeloupéen qui hérite d'un savoir-faire et d'usages a désormais l'initiative et la responsabilité de son habitat. Depuis, les conditions économiques et le mode de vie des habitants de la case n'ont guère changé. C'est plutôt dans les matériaux, leurs possibilités formelles et dans la maîtrise technique de l'habitat qu'il faut retrouver une évolution technique dans le sens d'un enrichissement. Ses caractères essentiels étaient pourtant déjà présents dans les plus anciennes cases que nous avons pu observer.

Toutefois, depuis la seconde moitié du 18<sup>e</sup> siècle, petit à petit, les cases sont construites en bois équarri et planches par des charpentiers et des maçons sous la direction d'un gérant.

Si la construction en bois existe depuis longtemps parallèlement à celle en gaulettes, c'est là un matériau plus cher. On passe avec celui-ci d'un capital-travail à un capital-argent. Lorsque les cloisons sont en planches, l'ossature doit être parfaitement équarrie, ce qui implique souvent le recours à un charpentier. Si l'on continue à aller chercher le « bois pays » en forêt, celui-ci ne peut entièrement suffire à la demande et le bois est souvent importé. La généralisation de l'empois du bois correspond à de nouvelles possibilités du pouvoir d'achat. Elle signifie, en Guadeloupe un démontage plus facile,



Figure 13 - Déménagement des cases - Années 1970



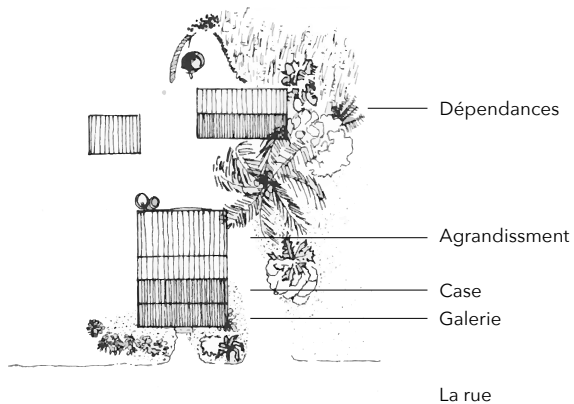
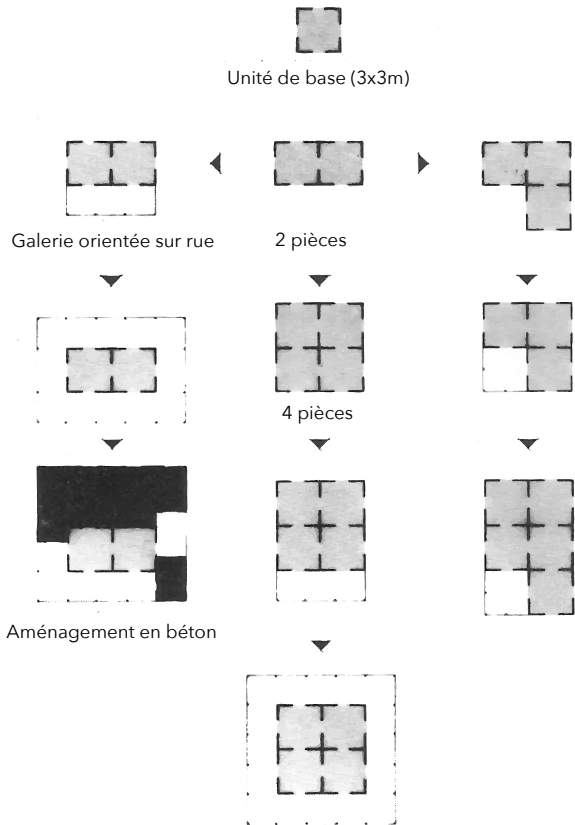


Figure 14 – Extension de la case guadeloupéenne

une mobilité et une solidité accrues de la case. La case en bois est transportable en Guadeloupe (des gaulettes, on ne transportait probablement que l'ossature démontée). Plus tard l'introduction de la tôle, elle ira dans le sens d'une simplification de la pose de la toiture et d'une solidité sans comparaison avec celle des toits en paille de canne.

D'autre part, on constate que la case peut se transformer selon deux modes différents :

Par agrandissement : la construction s'étend

Par subdivision : le volume reste constant

L'agrandissement se fait toujours du côté opposé à la rue. Du côté de celle-ci, on ajoute une galerie. En Guadeloupe la case traditionnelle se transforme que par agrandissement et selon une systématique précise.

La case en bois en Guadeloupe est constituée de plusieurs modules égaux entre eux. Ce sont des carrés de 3 x 3 m ouverts d'une porte au milieu de chaque côté. L'agrandissement se fait par l'ajout de nouveaux modules, ou d'une galerie, sans démolition ni transformation de la paroi extérieure qui devient tout simplement une cloison intérieure.

Le bois a permis de construire des cases, plus spacieuses et plus sophistiquées que la gaulette. Il reste cependant, mal protégé et il ne résiste pas toujours aux intempéries et à l'humidité. Le danger reste l'incendie, surtout depuis que le confort moderne exige d'introduire la cuisine dans la maison. Ces divers éléments contribuent à expliquer la force d'attraction des matériaux modernes comme le béton. En Guadeloupe, ou l'extension et l'agrandissement de la case se dit en créole «*aménager la case*» l'aménagement se fait en béton. Cette pratique est apparue après le cyclone de 1956.

La case en bois traditionnelle reste le noyau de cette nouvelle construction enfin résistante aux intempéries et surtout aux cyclones.

## Le béton dans l'habitat

Voyons comment un paysan de la Basse Terre a aménagé sa case au cours des ans. Il partageait une case louée. Après le cyclone Inès, il décide de construire la sienne.

Dés 1965, il rassemble peu à peu les tôles du toit et va chercher en montagne le bois-pays qui servira à la charpente.

Il a dans la tête une case de deux pièces en bois, posées sur neuf roches, il la construira là où il est né, sur les terres de l'usine déjà loties. La régularisation du lotissement n'interviendra que quelques années plus tard.

La case construite, ainsi qu'un apprentis à l'arrière pour la cuisine et le toilette, les meubles sont achetés petit à petit.

En 1968, le paysan ajoute pour sa mère, sur le devant de la case deux pièces en bois et une cuisine de 3x3m.

Les Agrandissements «en dur» viendront à partir de 1972. On construit derrière la case une cuisine et une chambre. Le travail s'effectue en coup de main, car, si le travail du bois est réservé au spécialiste, chacun sait couler du ciment et monter des parpaings.

Lors de l'éruption de la Soufrière en 1976, 46 personnes se réfugient dans la case. Après leur départ, quatre enfants demeurent quelques mois. Il apparaît nécessaire d'ajouter sur les côtés de la case, desservis par un couloir qui ouvre sur la rue, salle d'eau, un w.c. et une petite chambre. Aujourd'hui cinq personnes vivent là. Le paysan construit sur l'autre côté une large galerie qui plus tard se prolongera sur le devant. Cette case a été aménagée au hasard des besoins et des possibilités financières de son propriétaire. Chacun des deux matériaux, bois et béton, est employé selon une logique qui lui est propre. La case en bois, mobile, correspond à l'instabilité de la propriété. Le bois, matière vivante qu'aime l'Antillais, se prête au décor, il ne retient pas la chaleur du soleil. En «coup de main», la construction en béton paraît moins chère. Le béton est garanti contre le vent, la pluie, le feu. Il est adapté aux cuisines et aux salles d'eau.

La case en bois disparaît derrière les «aménagements» qui la digèrent, jusqu'à devenir une pente de toiture au milieu du béton. En la conservant, malgré tous les Guadeloupéens tentent d'établir un dialogue entre ces deux matériaux. La case de départ est souvent trop basse pour que l'on puisse donner aux extensions une pente de toiture suffisante. Une structure en béton peut supporter une charpente en bois. Pour la fixer, il faut à cause des cyclones, lier le bois au béton par des tiges feuilletées.

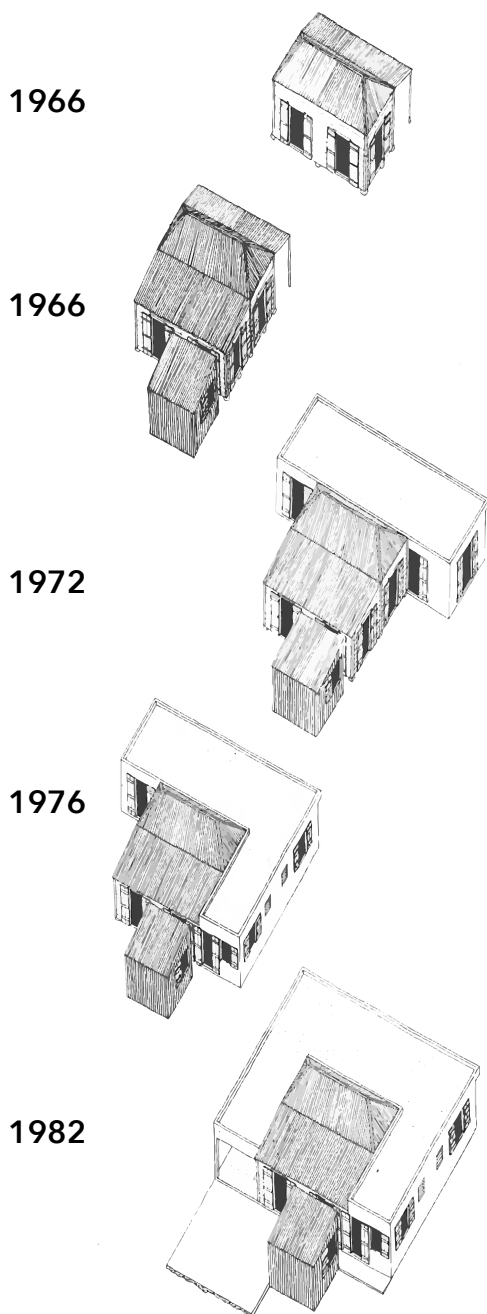


Figure 15 – Aménagement de la case

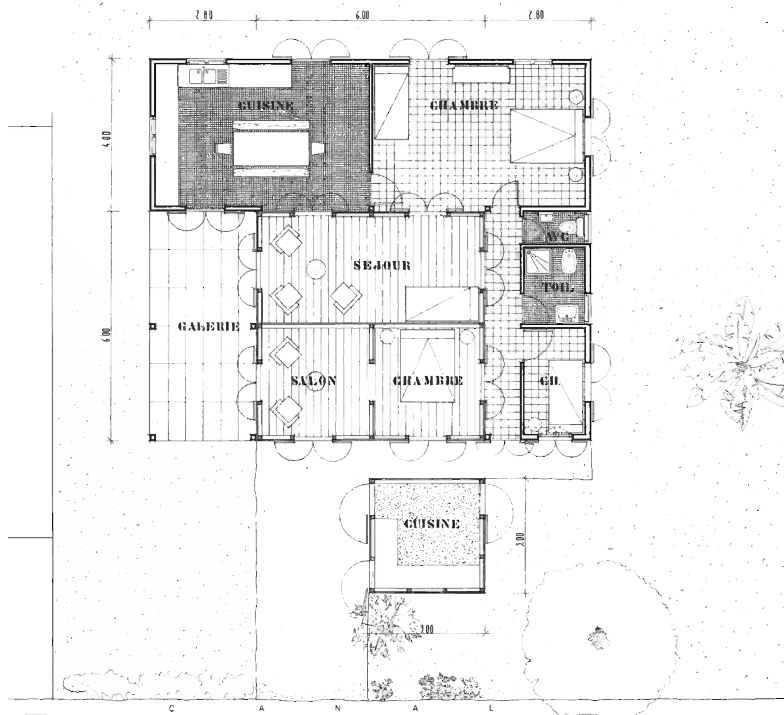


Figure 16 – Plan de l'aménagement de la case

Le béton et le bois se distinguent dans l'architecture guadeloupéenne. Ils génèrent une mixité qui forme une unité sans pour autant créer un mélange architectural.

Nous avons émis l'hypothèse que la réticence à fondre bois et béton culture traditionnelle et modernité, en une construction homogène peut-être transitoire, et que dans le cadre d'une propriété stable, en apprenant à utiliser le béton, les Guadeloupéens trouveraient des solutions culturellement et techniquement adaptées. L'habitat vernaculaire de la Caraïbe exprime encore une part de notre culture amérindienne. Il est le socle à partir duquel ont émergé tous les styles architecturaux. Objet emblématique des populations déportées depuis l'Afrique, la case a été déclinée sous différentes formes dans toutes les îles.



Figure 17 - La case aménagée

## Les reconstructions : L'utilisation du métal

Fille de la révolution industrielle du XIXe siècle, l'architecture métallique remporte un grand succès en Europe et elle s'exporte aux Antilles. Voyons 3 projets :

**L'église Saint-Pierre-et-Saint-Paul** est une église située place Gourbeyre à Pointe-à-Pitre en Guadeloupe. Elle possède une histoire singulière. Après la destruction de l'église paroissiale en 1794, la construction d'un nouveau lieu de culte n'est décidée qu'en 1806. Il fallut alors plus de dix ans et l'intervention de deux architectes pour achever l'édifice construit en maçonnerie et plus largement en bois. Une construction laborieuse qui s'expliquait par les faibles moyens de la colonie sous l'Empire, la pénurie de matériaux, mais également la guerre. Détruite par le tremblement de terre de 1843, l'église fait l'objet en 1845 d'un ambitieux projet architectural élaboré par l'architecte Petit, spécialement dépêché sur place : intégrer dans la maçonnerie des murs une armature métallique reliée par des tirants afin d'assurer la stabilité de l'édifice. En raison de problèmes de conception du toit, une profonde restructuration est décidée vers 1865 et confiée à l'architecte Charles Trouillé qui propose une structure de charpente métallique réalisée par l'entreprise Joly à Argenteuil, en métropole (en même temps que sont conçues les structures du marché Saint-Antoine de Pointe-à-Pitre).



Figure 18 - Eglise Saint-Pierre-et-Saint-Paul - 1865



**Le marché Saint-Antoine** est le plus ancien marché de Pointe-à-Pitre, en Guadeloupe. C'est un marché couvert dont le toit métallique est conçu pour résister aux cyclones. Le bâtiment a été construit sur la place la plus ancienne de Pointe-à-Pitre. Dès le milieu du 19e siècle, une halle en bois est construite pour abriter les marchandes. Détruite par un incendie en 1871, la nouvelle halle fut inaugurée en 1874. Elle témoigne de la vogue pour l'architecture métallique à la fin du 19e siècle et constitue un modèle représentatif de ce type d'édifice qui allie légèreté du métal et nouvelles exigences d'hygiène, d'espace, de commodité et de sécurité.



Figure 19 - Marché Saint-Antoine - 1874



Figure 19 - Marché Saint-Antoine - 1874

## **Habitation Zévallos et Musée Saint John Perse**

À la fin du siècle dernier, un riche Louisianais avait commandé en France deux maisons, de style dit Eiffel, mais le commandant du navire qui les transportait fit escale à Pointe-à-Pitre après un cyclone et les vendit aux enchères. L'une fut achetée par M. Souques, directeur de l'usine Darboussier (Pointe-à-Pitre) et l'autre implantée sur les terres à sucre de Zévallos (entre le Moule et Saint-François).

En 1877, elles apparaissent majestueuses, construites en fer et en briques roses, couvertes à la base de tuiles avec une galerie au rez-de-chaussée et au premier étage ceinturée par des balcons circulaires en fer. En 1894, les tuiles sont remplacées par des tôles tout en conservant son originalité architecturale. Sa structure métallique laisse supposer l'intervention de l'atelier Eiffel. Maison moderne, elle s'ancre pourtant dans la réalité créole par plus d'un trait. Les galeries ouvertes rappellent celles des maisons créoles.

**L'architecture métallique en Guadeloupe**, n'aura pas eu franc succès auprès des Guadeloupéens. Le métal présente des propriétés mécaniques capables de résister aux cyclones et au séisme. C'est bien pour ses propriétés qu'il a été utilisé. Il a permis de restructurer ou de reconstruire les deux premiers projets que nous venons de voir. Le cas des deux maisons n'entre pas dans cette logique et constitue un cas particulier, à la marge de la production architecturale locale.

Les raisons de sa faible utilisation sont multiples. Tout d'abord, l'île n'est pas riche en minerais métalliques et ne dispose ni des infrastructures (sites de production) ni de la main-d'œuvre qualifiée pour développer ce matériau.

Rappelons enfin que le métal est un matériau qui se corrode en présence d'eau et que les protections habituelles, notamment les peintures vieillissent vite (exposition au rayonnement ultraviolet et oxydation) ce qui rend l'entretien particulièrement important.





Figure 20 - Habitation Zévallos - 1877



Figure 21 - Musée Saint John Perse - 1877

## Ali Tur : l'intégration du béton en Guadeloupe

Après le cyclone de 1928, la Guadeloupe a vu émerger une nouvelle architecture en rupture esthétique avec les immeubles traditionnels toitures en pentes et chiens-assis. Ali Tur, architecte du Ministère des Colonies pour la Guadeloupe imprime le territoire des colonies d'une écriture prestigieuse qui fait aujourd'hui patrimoine. Ce modèle basé sur l'utilisation exclusive du béton s'est fondé sur le socle de l'habitat vernaculaire (ouvertures, persiennes, ventilation traversante, régulation de l'hygrométrie, auvents...).

Étudions maintenant Ali Tur, homme qui a permis l'introduction et la mise en œuvre du béton dans le milieu tropical.

À son arrivée en Guadeloupe, Ali Tur découvre un pays dévasté par le cyclone. Il s'agissait d'un phénomène de catégorie 4, c'est à dire, avec des vents pouvant dépasser les 250 km/h et un diamètre de 200 km/h. Le cyclone ravagea la ville de Pointe-à-



Figure 22 – Pointe à Pitre, après le cyclone de 1928

Pitre et ses alentours. Il n'a pas concerné la Basse Terre, mais elle reste quand même la deuxième commune la plus reconstruite de la Guadeloupe. Il ne s'agit donc pas seulement de reconstruire des bâtiments gouvernementaux puis municipaux détruits par le cyclone de 1928, mais de faire œuvre de modernisation de la Guadeloupe. Il va construire une centaine de bâtiments devant résister aux cyclones, tremblements de terre, incendies qui se succèdent.

L'architecte dispose de peu de références, il va devoir puiser dans l'enseignement qu'il a reçu et dans les idées du courant moderniste.

Dans la mesure du possible, Ali Tur a repris la forme au sol et celle de la façade des bâtiments qu'il reconstruisait. Son but n'était pas de se distinguer par son intervention, mais de s'intégrer ou de se confronter à l'existant, ville ou bâtiment, avec modestie et respect. Cependant il démolissait lorsque c'était nécessaire à une bonne mise en œuvre.

Tous les bâtiments réalisés sont construits dans le style Art déco avec des formes simples, au niveau du plan comme des façades, et une prédominance des proportions verticales.

Ce style vient de l'interpénétration qu'il eut entre les colonies et l'Europe dans l'architecture des années 1930.

Dans un article de 1936, dans la revue «Architecture d'aujourd'hui», Ali Tur explique la différence le travail du projet en métropole et en outre-mer.

*«Alors qu'en France, l'architecte trouve autour de lui tous les éléments d'information concernant les matériaux de construction et leurs prix courants, ainsi qu'une main d'œuvre avertie groupée en entreprise spécialisée, dans la plupart de nos Colonies peu évolués, l'architecte qui veut faire œuvre intéressante, doit entreprendre une étude préalable des ressources locales et de leur prix de revient. Il doit examiner si la forêt voisine contient non seulement les bois nécessaires, mais une scierie suffi-*

*samment organisée pour en assurer l'exploitation, si une carrière est ouverte, quels sont les ouvriers ou les futurs ouvriers dont il pourra disposer ou s'il pourra compter sur l'éventuel concours d'une ou de plusieurs entreprises concurrentes. Il doit, par ailleurs, connaître le régime des vents et des pluies, la nature des insectes ou animaux nuisibles ainsi que les réactions des uns et des autres sur les différents éléments de la construction<sup>1</sup>. »*

*«Aucune carrière n'est en exploitation régulière. Le centre de la Guadeloupe renferme des essences de bois précieux, mais aucun chemin ne permet d'accéder à la forêt, qui pousse en liberté, et dont la mise en valeur n'a pas encore été tentée. Aucune exploitation forestière n'existe, aucune scierie n'est en activité. Il n'y a pas davantage de briqueterie ni de tuilerie. En résumé, la Guadeloupe ne peut fournir : ni pierre, ni brique, ni tuile, ni bois<sup>2</sup>.»*

Ainsi le béton armé et les modes de constructions qu'il requiert se seraient-il imposés en Guadeloupe comme la réponse la plus simple et la plus efficace devant l'urgence de la reconstruction et la violence des cyclones, davantage que comme signe de modernité et de progrès en architecture.

*«Je décidai, pour mieux résister aux cyclones, fréquents dans les parages, de tout construire en poteaux de ciment armé et remplissage d'éléments creux de ciments moulés sur place<sup>3</sup>». Rappelle-t-il en 1936.*

---

1. Tur Ali, « architecture et urbanisme aux colonies françaises », p.87

2. Tur Ali, Ma plaidoirie, p.18

3. « France d'outre-mer », art cité p98.

Il s'interroge sur la meilleure façon de gérer une toiture dans une zone cyclonique et décide que :

Les murs seront construits en remplissage de parpaings, jointoyés et enduits au ciment entre les points porteurs d'une ossature en ciment armé. Pour ce qui est des remplissages, il doit être fait du meilleur mortier et parfaitement chaînés soit par des planchers ordinaires, soit, mieux par des planchers en béton armé.

L'architecte n'était pas sans connaître les qualités parasismiques du béton armé, car dès 1909 Hennebique rapporta, par des éléments «vécus», des dispositions constructives permettant de parer aux séismes. Les qualités du béton armé sont alors principalement son homogénéité, sa résistance, sa continuité et son élasticité. Ces précurseurs effectuèrent, comme aujourd'hui le font les ingénieurs, une mission post-sismique à Messine en Italie après le séisme du 28 décembre 1908. Ils constatèrent que les bâtiments construits avec le procédé Hennebique n'avaient pas été endommagés. On apprend la différence entre le ciment armé, «ciment projeté sur une armature métallique» et le béton armé, «matériau nervuré par le fer». Ce dernier, seul, est susceptible de résister aux efforts tranchants et fléchissants ainsi qu'au flambage. Les ingénieurs ont compris qu'il y avait des améliorations à apporter tant au niveau de la structure qu'à celui des fondations et les murs, de même que les planchers et les cloisonnements, et ce «d'une façon complète» afin que la construction forme une structure «indéformable». Cette leçon est tirée du comportement du musée de Messine dont les murs se sont écroulés en 1908, mais dont les planchers sont restés intacts.

Auguste Perret, en 1925, qui travailla toute sa vie à la reconnaissance des qualités architecturales du béton, profitait de l'exposition des Arts décoratifs de Paris pour mettre en avant la résistance de ce matériau aux séismes :



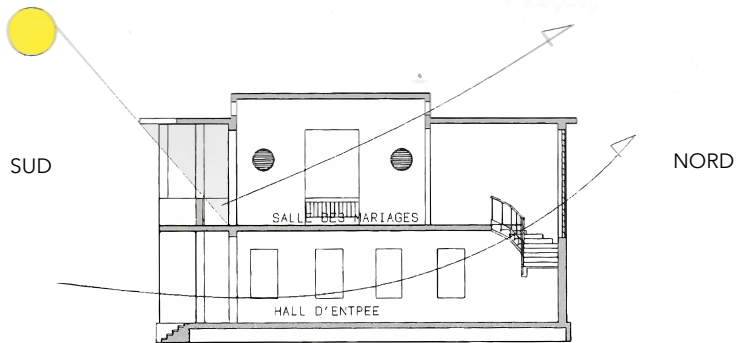
*«J'estime que ce mode de construction doit donner naissance à une architecture qui sera universelle parce que sa puissance est capable de satisfaire aux exigences de tous les programmes et de résister à tous les climats. Ne voyons-nous pas actuellement le Japon faire le plus large emploi du béton armé pour la reconstruction des villes détruites par les tremblements de terre ? Je n'aperçois pas ce qui, pour le moment, pourrait concurrencer le béton armé pour la création de l'architecture de demain, à moins que les aciers inoxydables et la soudure autogène ou électrique se perfectionnant n'arrivent à nous donner des ossatures comparables ou supérieures à celle que nous donne le béton armé, comme durée et résistance aux intempéries<sup>1</sup> »*

Ali Tur a très certainement connaissance de cette propriété, mais n'en dit rien, bien que l'île soit exposée aux séismes. Pour lui, la reconstruction de la Guadeloupe est d'abord une question d'adéquation entre les formes spatiales et leur environnement. Mais il faut s'adapter au climat tropical de la Guadeloupe.

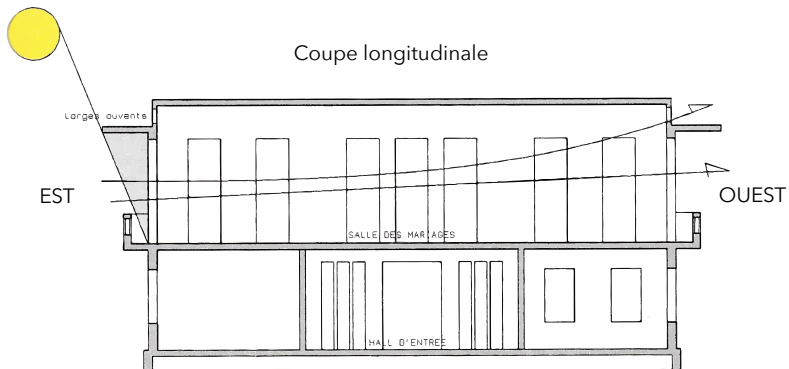
Selon E. Weithas, le premier qui détailla les conditions de constructions propres aux pays chauds, préconise de protéger les murs et leurs ouvertures aussi complètement que possible des rayons du soleil. Car le béton ayant une inertie assez importante retient la chaleur, pour la restituer ensuite durant la nuit. Ali Tur s'est servi d'auvent plat en béton armé comme élément de décoration, mais surtout, comme un élément de protection solaire. Il a aussi utilisé les vérandas, pour obtenir en même temps une circulation et une protection. Après avoir protégé les murs et les ouvertures, il devient important de ventiler le bâtiment. La température de la Guadeloupe n'est pas excessive, elle oscille

---

1. Perret Auguste, «L'architecture à l'exposition des arts décoratifs», Art et métiers, 1925, Le Moniteur 2006 p141-142



Coupe transversale



Coupe longitudinale

Figure 23 – Principes de ventilation naturelle, Marie du Lamentin, Ali Tur Guadeloupe

entre 22 ° et 40 °C, mais par contre, l'atmosphère contient en suspension une grande quantité de vapeur d'eau qui rend l'existence désagréable pour ceux qui ne sont pas habitués. Les alizés qui viennent de l'est, après avoir traversé l'océan permettent des conditions de vie meilleure, mais on doit pour ce faire, ouvrir aussi largement que possible au courant d'air, les portes et fenêtres des maisons. Le bâtiment doit être orienté dans son grand axe perpendiculairement au vent et lui présenter ses principales ouvertures. Ali Tur a généreusement pourvu les quatre



Figure 24 - Conseil général de la Guadeloupe - Ali Tur - 1933



Figure 25 - Palais du gouverneur, préfecture de la Guadeloupe - Ali Tur - 1935

façades de ses bâtiments de nombreuses ouvertures. Il utilise le *claustra*, caractéristique de son architecture, qui présente une double efficacité : filtrer la lumière et permettre une bonne circulation de l'air, là où le vitrage s'avère fragile, en cas de séisme ou de cyclone.

Ali tur, a doté la Guadeloupe en moins de dix ans d'une centaine de bâtiments dont quatre – vingt-cinq sont encore présents aujourd'hui, en parfait état de fonctionnement. Il a apporté sur l'île la technique du béton armé. Ceux qui avaient travaillé dans son agence, l'architecte Edmond Mercier, l'ingénieur Gérard-Michel Corbin (1905-1975), ou ceux qui s'en inspiraient comme Henri Gabriel (1916-2000), ensuite construisent en Guadeloupe des bâtiments qu'aurait pu reconnaître Ali Tur, même s'il leur manquera peu à peu l'harmonie dans les proportions, la magnificence dans la décoration, le soin dans les finitions qui, jusqu'aux années 1960, se sont progressivement éloignés de leur modèle original. Durant plusieurs décennies, le style moderniste art déco nous a fait l'enchantement traditionnel sans avouer que le socle vernaculaire y était fondateur.

C'est certainement grâce à Ali Tur que le béton est aujourd'hui très utilisé. L'utilisation du béton

## L'habitat d'aujourd'hui : un système mixte

*Le mode d'habiter renvoie à l'habitat donc au mode vie. On peut définir un mode de vie comme un ensemble de pratiques et/ou de représentations propres à un groupe social défini par certaines caractéristiques économiques, sociales, ou culturelles.*

L'habitat individuel est différent de l'habitat collectif, mais il ne concernera pas notre étude. Ceci d'une part pour limiter le champ de nos investigations (l'habitat collectif pourrait à lui seul faire l'objet d'une étude), d'autre part parce que les maîtres d'ouvrages étant des collectivités ou professionnels (promoteurs, offices HLM...) on retrouve plus fréquemment des logiques et des considérations directement issues de la pensée en métropole. À l'inverse, l'habitat individuel est resté plus proche des traditions locales.

Comparons à présent les façons de vivre en Guadeloupe et en métropole deux modes de vie actuels :  
En France, les saisons influencent le mode de vie. En effet pendant l'hiver on ne peut pas vivre à l'extérieur, cela fait que l'on passe plus de temps à l'intérieur. Les murs et les ouvertures ont une fonction de paroi hermétique, il empêche à l'eau et à l'air froid de rentrer à l'intérieur de l'habitable. Les murs isolés permettent de se protéger des températures différentes.

Habiter en Guadeloupe, c'est vivre «à l'extérieur». L'humidité présente dans l'air et des températures de 27 °C obligent une ventilation permanente de l'habitation. La construction est poreuse et laisse passer l'air. L'habitat profite de la ventilation naturelle grâce à des dispositifs simples : persiennes, aérateurs en toiture, orientation de la construction aux vents dominants (les Alizés venant de l'Est). Cette contrainte génère des spatialités



0 2m

← Alisés



Figure 26 – Comparaisons

comme la relation du séjour/cuisine avec l'extérieur. Le séjour/cuisine se prolonge dans les habitations sur la galerie. Hérité des maisons coloniales, la galerie, soutenue par une série de poteaux et largement ouverte sur l'extérieur, est un élément essentiel de l'architecture créole, car elle procure une ombre et limite la hausse de température qui résulte de l'échauffement des murs par le rayonnement direct du soleil. C'est un espace de vie supplémentaire, à l'abri des pluies et du soleil. L'entrée se fait par la cuisine ou le séjour depuis la galerie.

En ce qui concerne les matériaux, nous avons vu dans le chapitre précédent que la nécessité d'utiliser le béton est arrivée avec les phénomènes catastrophiques (cyclones, séismes) en Guadeloupe. Aujourd'hui les technologies permettent de faire évoluer les techniques constructives du bois et du métal concurrençant le béton. On observe ainsi une mixité de matériaux dans la construction des habitations en Guadeloupe. Cependant, pour des raisons économiques, le béton reste quand même très présent. Aujourd'hui encore, le travail du bois est réservé à un spécialiste. Il revient plus cher de construire une maison en bois qu'en béton cela aboutit à des systèmes mixtes avec des parois en maçonnerie et une toiture en bois.

On remarque que le modèle de la case a perduré. Comme on le voit sur l'illustration ci-contre, il est aujourd'hui intégré et se repère grâce aux pentes caractéristiques de sa toiture. La charpente de la toiture est en bois et le corps du bâtiment en maçonnerie. Les toitures sont recouvertes de tôles fines, ventilées par une lame d'air. Ces tôles en bord de mer sont attaquées par la corrosion. Les technologies actuelles ont permis de réduire l'effet la corrosion grâce à des procédés industriels (peintures, galvanisation, électrozingage).





Figure 27 - Extérieur villa Guadeloupéenne type



Figure 28 - Intérieur villa Guadeloupéenne type



Un autre type de construction mixte existe. C'est la maison dite «bioclimatique». On en voit de plus en plus souvent en Guadeloupe.

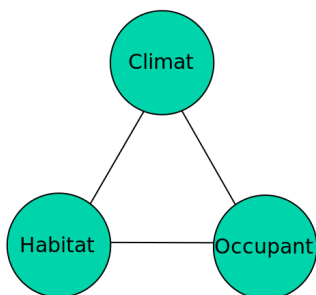


Figure 29 –Schéma principe de l'architecture bioclimatique

*L'architecture bioclimatique est une discipline de l'architecture, l'art et le savoir-faire de tirer le meilleur parti des conditions d'un site et de son environnement, pour une architecture naturellement la plus confortable pour ses utilisateurs.*

*Wikipédia*

Composée de parois en béton et en bois, elle permet de réguler efficacement la température et de résister aux cyclones. De forme rectangulaire cette maison est construite d'un mur en maçonnerie à l'Est pour mieux résister aux premiers effets d'un cyclone et à l'ouest, d'une ossature en bois. Cette Dernière permet, le soir, d'éviter les phénomènes de restitution de chaleur liés à l'inertie du béton. En effet, le soir, la façade en bois isolée thermiquement par de la laine de verre, et protégée par la galerie, emmagasine une certaine quantité de chaleur (c'est le soir, lorsque le soleil est bas que la façade est plus exposée au soleil) qui reste négligeable, car elle la restituera aussitôt une fois la nuit tombée.

Avec cette configuration on a l'avantage des deux matériaux (faible inertie du bois, résistance mécanique du béton armé) et des deux cultures constructives.

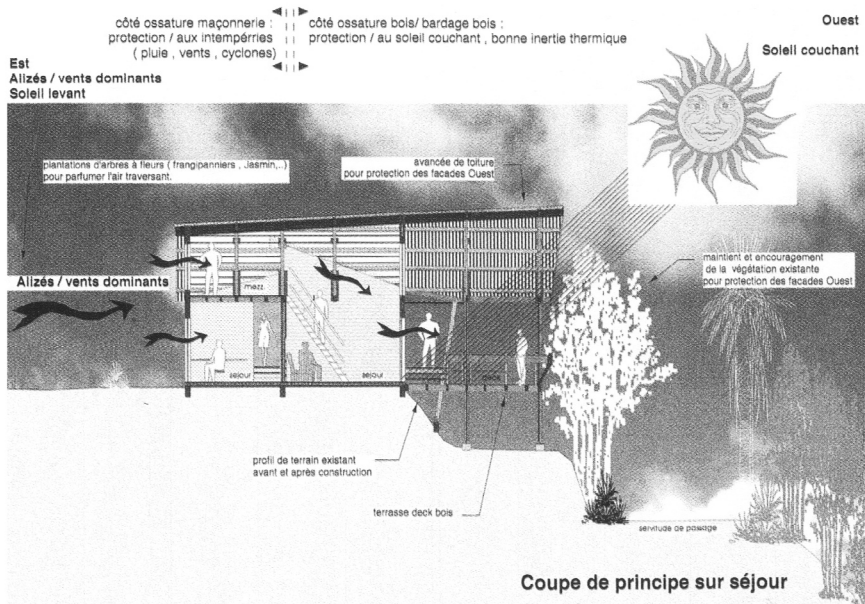


Figure 30 - Coupe maison bioclimatique - Luc Martz

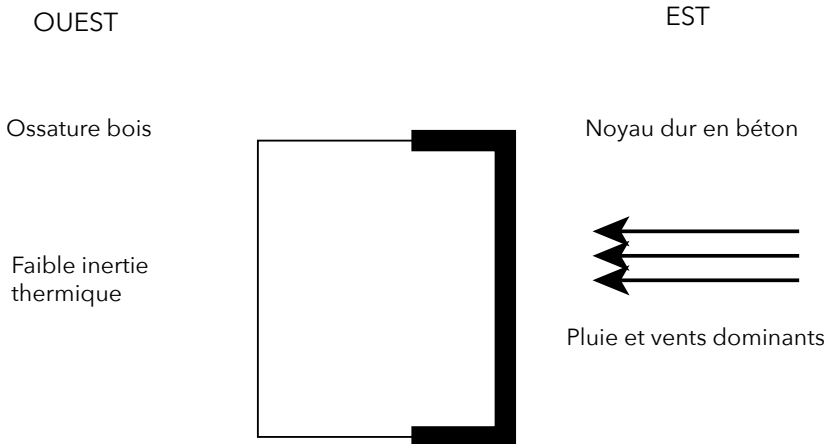


Figure 31 - Schéma principe de la maison bioclimatique

# La construction en terre

## État des savoirs

Le succès de ce mode de construction s'explique par la disponibilité de la matière première. Matériau biosourcé, universel, abondant et facilement accessible, il est doté d'atouts écologiques et économiques indéniables. Il présente également l'avantage de pouvoir être mis en œuvre de manière extrêmement diversifiée (briques, torchis appliqué sur une armature en bois, pisé, bauge, etc.) offrant ainsi une grande palette de possibilités aussi bien architectoniques qu'esthétiques. Cette polyvalence de la terre à bâtir lui permet d'être employée dans des contextes variés (ruraux ou urbains) et à des fins différentes (maisons, silos, hôtels, etc.). Ce patrimoine fragile est menacé par des causes naturelles (tremblements de terre, inondations, etc.) et humaines (destruction volontaire, urbanisation, perte des techniques de construction traditionnelles, désaffectation pour la construction en terre). Dans certaines régions, notamment au Proche-Orient, le matériau « terre » est aujourd'hui progressivement abandonné au profit de matériaux dits « modernes », en particulier le parpaing. Pour lutter contre ces phénomènes, plusieurs programmes internationaux d'études et de conservation de l'architecture en terre ont été créés comme CRAterre et AMACO.

La terre a été utilisée dans la construction depuis des temps très anciens et reste encore aujourd'hui l'un des matériaux les plus répandus. L'histoire de la construction en terre est mal connue. L'intérêt pour ce matériau jugé antique et médiocre était éclipsé par celui accordé à la pierre ou au bois, matériaux considérés plus

«nobles». À l'heure actuelle, un tiers de la population mondiale vit dans un habitat en terre. Voici quelques repères chronologiques pour retracer l'histoire de la construction en terre.

- **11 000 ans** : Premières traces de la construction en terre en Amérique du Sud
- **10 000 ans** : En Syrie, construction en terre par empilement de pains de terre façonnés à la main
- **8 500 ans** : Apparition de la brique de terre en Turquie
- **8 000 ans** : Apparition de l'utilisation de la terre dans l'habitat en Europe occidentale – recouvrement de clayonnage
- **5 000 ans** : Apparition des premières villes d'architecture de terre crue en Mésopotamie

*La Terre est formée, à partir d'une roche mère, par des processus très lents de dégradation et par des mécanismes très complexes de migration de particules.*

Construire en terre, c'est construire avec un matériau que l'on foule aux pieds tous les jours. Mais la terre ne peut être employée en construction que si elle offre une bonne cohésion propre, principalement due à la présence d'argile qui joue le rôle de liant naturel.

Pour permettre l'utilisation de la terre comme matériaux de construction bruts ou la mise en place d'une procédure d'industrialisation de pièce préfabriquée, on n'utilise pas n'importe quel type de terre avec n'importe quelle technique.

Dans la tradition de construire en terre, on compte de très nombreux modes de construction avec une infinité de variantes qui traduisent de l'histoire et de la culture des peuples.

On connaît principalement douze modes d'utilisation de la terre en construction. Parmi ceux-ci, huit sont très couramment employés et constituent les genres techniques majeurs.

# Modes de construction

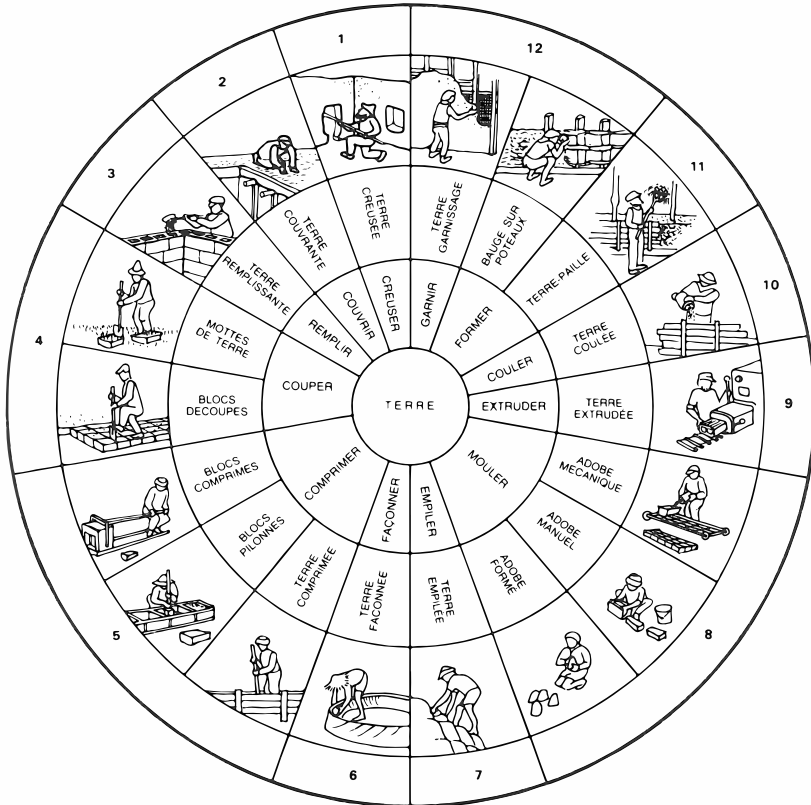


Figure 32 – Techniques de construction en terre

**L'adobe** : la brique séchée au soleil ou plus communément connue sous le nom d'Adobe

Ces briques sont moulées à partir d'une terre malléable souvent ajoutée de paille. À l'origine ces briques étaient formées à la main. Plus tard (et encore aujourd'hui), elles sont fabriquées manuellement à l'aide de moules à forme prismatique variée en bois ou en métal. Actuellement, on emploie également des machines.

**Le pisé :** la terre est comprimée en masse avec un pilon dans des banches, couches par couches.

**La terre coulée :** également appelée «pisé coulé», est un mélange très graveleux utilisé pour la reprise en sous-œuvre de murs en pisé ou pour la réalisation d'éléments non porteurs (cloisons, remplissages, etc.). C'est une technique mise au point ces dernières années par le laboratoire CRATerre.

**Le torchis :** Une structure en colombage et claires de bois est hourdée avec une ou plusieurs couches de terre. Cette terre argileuse, amendée de paille ou d'autres fibres, constitue les parois du bâtiment.

**Les blocs comprimés :** Pendant longtemps, on a fabriqué des blocs de terre à l'aide de moules dans lesquels on comprimait la terre à l'aide d'un petit pilon ou en rabattant avec force un couvercle très lourd. Aujourd'hui, on utilise des procédés mécaniques pour obtenir des produits extrêmement variés.

**La bauge :** Ce procédé consiste à empiler des boules de terre les une sur les autres et à les tasser légèrement à l'aide des mains ou des pieds jusqu'à confectionner des murs monolithiques. La terre peut être amendée de fibres de nature diverses.

**Façonnage :** Cette technique ancestrale est toujours fréquemment utilisée. La terre est façonnée de la même façon que pour la poterie, sans outils.

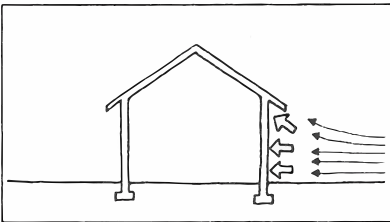
**Terre paille :** Pour cette technique la terre utilisée doit avoir une bonne cohésion. Elle est dispersée dans de l'eau jusqu'à l'obtention

d'une barbotine homogène, que l'on verse sur de la paille, jusqu'à enrober chaque brin. Au séchage, on obtient un matériau dont la texture est essentiellement celle de la paille.

## Le cas des zones sismiques et cycloniques

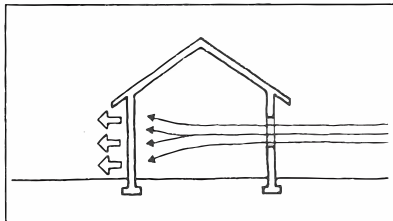
Nous avons vu précédemment les cataclysmes pouvant frapper la Guadeloupe. Par ailleurs, voyons quelques différents mécanismes de destruction qui peuvent endommager un ouvrage lors du passage d'un cyclone en Guadeloupe.

### Pression des vents :



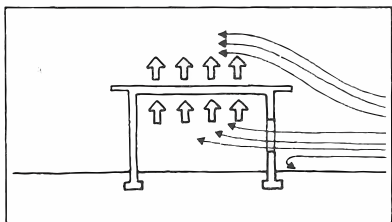
Les murs exposés face aux vents subissent des poussées latérales très fortes qui peuvent les renverser. La pression est très élevée au centre du mur exposé et décroît aux angles. Ces pressions différentielles créent des tourbillons au ras du sol qui peut éroder le bâtiment.

### Succion sur mur :



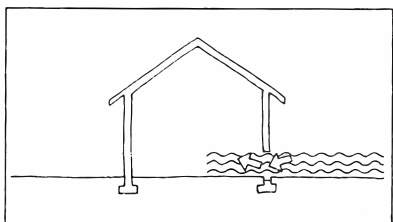
Sur les murs non directement exposés aux vents, les turbulences et les basses pressions peuvent provoquer des phénomènes de succion. Il peut alors se produire un arrachement de matériaux ou de partie de l'édifice.

### Succion sur toitures :



Selon la pente du toit, une succion peut s'exercer sur cette dernière. Plus la surface du toit est horizontale, plus les forces d'arrachement sont importantes. Pour éviter ce phénomène dévastateur, un toit à 4 pentes ayant une inclinaison aux environs de  $30^\circ$  est fortement recommandé. Des turbulences en spirale sont notoires sur les rives, exerçant des succions locales qui peuvent arracher la toiture en tout ou partie. L'effet peut être amplifié par une surpression sur la face inférieure du toit.

### Érosion hydraulique :



L'eau contre des fondations et des soubassements peu résistants peut par sa vitesse, son débit et ses turbulences éroder la base de l'ouvrage. Cela peut être également une érosion du terrain sous-œuvre qui peut entraîner un arrachement de la construction.

Figure 34 – Dessins d'illustration



Concernant les constructions en terre, les recommandations parasismiques existantes couvrent principalement la brique d'adobe qui est le matériau le plus employé dans la plupart des régions à haut risque sismique. Pour les travaux de maçonnerie en terre, y compris les ouvrages monolithiques en pisé, bauge, ou façonnage direct, on se réfère actuellement à celles établies pour l'adobe. Notons quelques recommandations pour réaliser un ouvrage qui résistera lors d'un séisme. Ces recommandations sont issues de l'ouvrage

**Site :**

Il est important d'étudier la nature du sol pour permettre de localiser les zones exposées à des mouvements du sol, glissements, affaissements, effondrements. On pourra ainsi implanter les bâtiments sur les meilleurs terrains, dans les zones les moins pentues, en s'éloignant au maximum des rebords de falaises ou de talus.

**Matériau :**

En zone sismique, les matériaux seront de la meilleure qualité. De composition identique à l'adobe, le mortier de pose aura une bonne consistance et une bonne adhérence.

**Forme des constructions :**

On bannira les dissymétries de formes, en plan, en coupe, comme en élévation ainsi que les dissymétries de distribution des masses. Les plans seront donc compacts, de forme carré ou circulaire.

**Fondations :**

Conçues et exécutées de façon irréprochable, elles doivent constituer un ensemble homogène. On veillera, à ne pas faire reposer un même corps de bâtiments sur deux sols de nature différents. Les fondations d'une même construction, seront du même type, aussi rigide que possible (quadrillage de semelle), elles seront reliées aux chaînages.

**Maçonnerie et structure :**

La maçonnerie sera d'excellente qualité. L'épaisseur des murs est au moins égale à quarante centimètres et leur hauteur n'excède pas six fois leur hauteur. Les murs sont couronnés d'un chaînage horizontal continu, très résistant à la traction et durable. Des tirants sont peuvent être disposés diagonalement, afin d'accroître la résistance à la torsion des structures.

**Toitures et planchers :**

Adaptées aux climats, locaux les toitures seront les plus légères possible, les toits plats en terre, très lourds, doivent être évité dans les zones à haut risque de sismicité. Les voûtes résistent très mal aux séismes.

**Mise hors d'eau :**

Surtout en milieu tropical, les étanchéités seront parfaitement garanties : soubassement, barrières et remontées capillaires... Les enduits grillagés, s'ils sont fortement attachés à la structure qu'ils recouvrent, participent à sa résistance aux secousses.

Notons maintenant quelques recommandations pour les constructions en milieu cyclonique :

L'analyse pathologique des dégâts types causés aux constructions par des cyclones démontre qu'il n'existe aucun type de construction «anticyclone. La seule application de méthode et de règles de construction ne suffit pas. En effet, d'autres paramètres interviennent, s'ajoutant aux contraintes exercées par le vent, tel que : la nature de sous-sol, l'environnement et le site (végétation, relief, végétation, urbanisme), le modèle architectural. Nous avons vu précédemment qu'après le séisme de 1843.

En général, les principaux points faibles sont les suivants :

- Effondrement des murs
- Ruptures de liaisons structurales faibles
- Fondations inexistantes ou réduites au minimum
- Poteaux de structure mal ancrés dans le sol
- Toitures arrachées

Il convient d'appliquer les codes de bonne pratique et d'assurer l'entretien

#### **Site :**

Il faut tirer parti des protections naturelles. Implanter la construction à l'abri du relief (collines) ou de la végétation (bosquets, haies) qui s'opposent à l'action des vents dominants.

Il faut éviter les reliefs trop accidentés et très pentus qui peuvent accélérer la vitesse du vent de l'ordre de 50 %.

Éviter les sites de brèches ou de sols qui peuvent canaliser les vents.

#### **Urbanisme :**

La proximité des bâtiments affecte la vitesse des vents. Des effets de succion sont sensibles sur le haut des murs pigeons.

#### **Plan et forme :**

Préférer les formes rondes et le cube si parallélépipédique. Écraser les volumes et réduire l'exposition des murs aux vents dominants. Orienter de préférence un angle à la direction d'attaque des vents.

### **Fondation :**

Les fondations doivent permettre un bon ancrage de la structure de la maison ? Elles seront profondes pour ne pas être mises à nu par les vents et bâties en matériaux solides et durables (pierre, terre stabilisée)

### **Murs :**

Élever les murs au droit des fondations. S'assurer d'une bonne liaison entre les fondations et les murs. Quel que soit le matériau employé, prévoir des armatures verticales (fer, bambous, ou autre) ancrées aux fondations. Prévoir également des armatures horizontales, notamment aux angles qui doivent être renforcés dans tous les plans.

Les murs si possible sont lourds et massifs, en pisé, en adobe ou en bloc de terre comprimés. Stabiliser la terre si les conditions économiques le permettent.

### **Toitures :**

Les toitures doivent être lourdes et de forme aérodynamique : dômes, voûtes, cônes, quatre pans. Elles peuvent être légères, mais bien ancrées. Prévoir des pentes proches de 30 ° pour réduire les contraintes qui seront fortes pour les pentes de 5 à 10 ° ou pour des terrasses. L'acrotère peut réduire l'effet de succion sur les toits plats. Éviter les débords de toiture supérieurs à 50 cm (arrachement). Des aérateurs placés en faîtage réduisent la pression interne.

# Spécificité de la terre

## Résistance

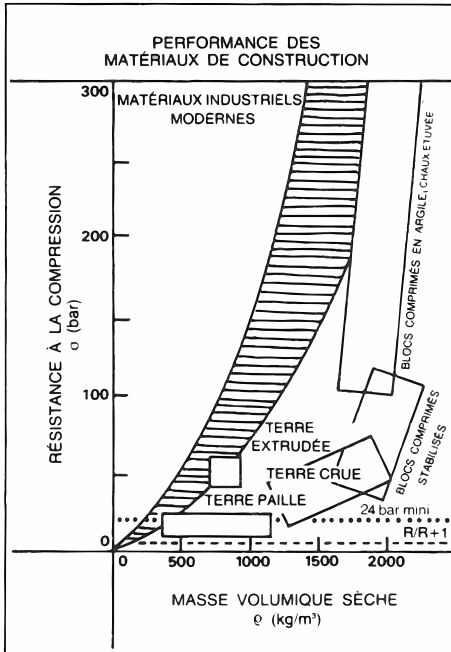


Figure 35 – Résistance à la compression

Lorsque le matériau "terre" est évoqué, la question aussitôt posée est celle de sa résistance. On admet en général que la terre est un matériau lourd peu résistant à la compression. Beaucoup de matériaux en terre se situent dans la même plage de résistance et se comportent comme un béton de faible résistance. La terre peut être considérée comme un béton maigre. Si la résistance mécanique n'est pas satisfaisante, il est possible de stabiliser la terre. Stabiliser la terre c'est modifier ses propriétés par le biais de modes (densifié, armé, enchaîné, liaisonné, imperméabilisé, hydrofugé) pour obtenir une amélioration de ses dernières.

## Isolation et inertie thermique

On constate aujourd'hui une rareté de données en ce qui concerne les caractéristiques thermos-physique de ce matériau. Les qualités d'isolation du matériau sont loin d'être excellentes, car il s'agit d'un matériau particulièrement dense. Çà capacité thermique est inférieure à celle d'un béton plein, à volume égal :  
590 Wh/m<sup>3</sup> °C pour le béton,  
510 Wh/m<sup>3</sup> °C pour le pisé et  
380 Wh/m<sup>3</sup> °C pour l'adobe.

La capacité isolante de la terre varie en fonction du taux d'humidité présent dans celle-ci. La terre bénéficie d'une inertie latente liée à sa capacité d'absorption. La lenteur de la migration de l'eau dans les murs de terre améliore la capacité de stockage.

En Guadeloupe, les spécificités du climat (température variant peu dans les 24 h d'une journée) font que l'on recherche la ventilation plus que l'inertie qui présente peu d'avantages.

En métropole, les exigences actuelles en matière de régulation thermique nécessitent l'utilisation de matériaux isolants supplémentaires lesquels augmentent alors le coût de construction.

## Les innovations

Des innovations techniques permettent de faire évoluer les procédés de construction et d'augmenter les plages d'application de la terre dans la construction.

Ce nouveau bâtiment sur deux étages a été inauguré en 2011 à Gonfreville l'Orcher. Il est construit en Cématerre, créé par Alain Lefebvre, associé à un ingénieur en génie civil et à deux chercheurs de l'Université du Havre.



Figure 36 - Local tertiaire en Cématerre

En quoi le "Cématerre" pourrait être intéressant dans le domaine de la construction en Guadeloupe ? Qu'est-ce que le Cématerre ? Comme pour les techniques traditionnelles, la terre est prélevée sur les chantiers et ensuite mélangée à de la chaux, des fibres de lin et du ciment. Sur un chantier, pour limiter les dépenses énergétiques liées à la logistique, le Cématerre est produit sur place, grâce à une centrale mobile. Les éléments verticaux sont ensuite

coulés dans des coffrages et la matière est répartie grâce à un processus de vibration. Le Cématerre présente des capacités d'isolation thermique et phonique trois fois supérieures au béton. Le Cématerre est toutefois trois fois moins résistant que le béton (une épaisseur des murs plus importante corrige ce manque), mais six fois supérieur à celle du pisé. Aujourd'hui, elle est à 6 MPa (contre moins de 1 pour le pisé), l'objectif étant d'arriver à 10. Le Crématerre permet gain de temps important : six heures par m<sup>2</sup> pour une construction traditionnelle en terre contre une heure par m<sup>2</sup> pour le Cématerre. Cependant un temps de séchage de 60 jours est nécessaire, c'est une fois et demi plus long que le béton. Le Cématerre constitue une alternative au béton qui répond aux enjeux écologiques actuels et à ceux du développement durable. La société imagine d'autres alternatives avec des liants végétaux telles les fibres de chanvre, de coco ou de bambou. En Guadeloupe, ce matériau peut présenter des avantages avec l'utilisation de fibre de coco, ou de bambou. Car le climat tropical permet l'exploitation de ces deux plantes. Cela va donc dans le sens du Crématerre ou on utilise les ressources présentes sur le site.



# Construire en terre en Guadeloupe

## Un cas d'étude

Nous avons survolé dans la partie précédente l'état des savoirs sur la construction en terre. Suivons maintenant Laura et Grégory, un jeune couple qui souhaite construire en Guadeloupe sur un terrain récemment acheté à Saint-François (grande terre).

Le couple s'inscrit dans une démarche de développement durable : il souhaite limiter le coût en énergie grise, donc utiliser des matériaux locaux, facilement accessibles, simples à utiliser et à entretenir et qui pourront être recyclés en fin de vie. Mais ceci doit correspondre à leur mode de vie, ne doit pas se faire au détriment du coût global, du confort (surfaces, etc.) ou de l'esthétique.

Le couple opte pour une structure mixte dont nous avons vu, précédemment qu'elle présente des avantages : bonne inertie thermique et une résistance face aux intempéries. Le tout au service du confort thermique et de la sécurité.

Quels avantages et quels inconvénients auraient-ils à construire une habitation Béton/Bois aujourd'hui? Même question pour une construction en Terre/Bois.

Nous tenterons de répondre à ces questions à partir des critères suivants :

- Empreinte écologique
- Esthétique
- Confort thermique et performances énergétiques
- Performances mécaniques et résistance aux catastrophes naturelles.
- Confort spatial
- Temps et coût de construction
- Facilité et coût d'entretien
- Évolutivité dans le temps

## 1/Empreinte écologique

*Mode d'évaluation environnementale qui mesure l'impact de l'activité humaine sur les ressources naturelles et les « services écologiques » fournis par la nature.*

Nous avons vu que la Guadeloupe a des sols suffisamment riches en argiles, lesquelles sont nécessaires pour faire liant et pour fournir une terre destinée à la construction. La terre est donc a priori directement accessible sur le terrain d'implantation. Elle serait extraite in situ, au moment du terrassement par exemple. À la destruction de la construction, elle retournerait d'où elle était issue.

La mise en œuvre de la terre nécessite une faible dépense d'énergie. Elle limite par conséquent les rejets de polluants. La terre apparaît comme une meilleure option que le béton en matière d'empreinte écologique.

## 2/Esthétique

Sur le plan esthétique, le couple était intéressé par les possibilités offertes par le pisé (contrairement au torchis ou à la bauge jugés

peu modernes et peu valorisants). Il ne choisit pas non plus la construction en brique (adobe, terre compressée) pourtant recommandée en zone sismique. Comme beaucoup de personnes,

**Laura et Gregory attachent de l'importance à l'image sociale que leur maison va donner d'eux. On aurait tendance à sous-estimer ce critère. Pourtant, des choix esthétiques peuvent primer sur les questions purement sécuritaires, pragmatiques.**

### **3/Confort thermique et performances énergétiques**

La conduction thermique est, nous l'avons vu précédemment fonction de la quantité d'humidité présente dans l'air. Plus le taux d'humidité est important plus la transmission thermique est élevée. La chaleur sera transmise à l'intérieur plus rapidement. En Guadeloupe, cette humidité est importante (moyenne annuelle du taux d'humidité relative de 75 %). Il est donc nécessaire de protéger les murs (galeries et orientation) et de ventiler. Les alizés offrent, aux Antilles, des possibilités de ventilation naturelle. Ils sont présents et assez stables toute l'année bien qu'ils puissent temporairement «tomber» (cela ne dure que quelques jours). Ont ainsi toujours été privilégiées les architectures «légères», ouvertes. L'inertie n'est pas recherchée.

À épaisseur égale, le pisé a une plus faible inertie que le béton. Il serait donc plus intéressant en termes de confort thermique. Toutefois, les contraintes liées aux risques parasismiques impliquent des épaisseurs (pour les constructions en terre) supérieures à celle du béton ce qui tend à annuler l'avantage que pourrait avoir ici la terre sur le béton.

### **4/Performances mécaniques et résistance aux catastrophes naturelles.**

Nos recherches conduisent invariablement au fait que la terre étant de moindre résistance que le béton armé, elle

nécessite de construire avec une épaisseur plus importante. Des innovations cherchent à gommer cette différence. Ainsi, le pisé précontraint permet de réduire cette épaisseur tout en conservant une résistance suffisante. Par ailleurs, des produits innovants voient le jour. C'est le cas par exemple de CRATERRE, un nouveau matériau, six fois plus résistant que le pisé. Grâce à sa résistance, il permet de réduire l'épaisseur des murs et donc limite la capacité thermique. En revanche, il est moins intéressant sur le plan de l'empreinte écologique puisque du ciment entre dans sa composition et qu'il n'est pas fabriqué actuellement en Guadeloupe (donc frais d'acheminement, etc.).

Sur ce critère de la résistance mécanique, la terre reste pour l'instant en deçà des possibilités offertes par le béton. Toutefois, des innovations pourraient changer cette donne : Cematerre expérimente actuellement les possibilités qu'offrent différentes adjonctions de fibres naturelles comme les fibres de coco et de bambou. Peut-on imaginer pareilles innovations pour le pisé (obtenu par compression) ?

Ces domaines sont donc à suivre attentivement.

## **5/Confort spatial**

Les constructions en terre ne permettent pas de grandes portées et limitent les ouvertures. La terre offre donc ici moins de possibilités que le béton armé. Toutefois, ceci est à modérer, car nous avons vu que le mode d'habiter en Guadeloupe est centré sur les espaces extérieurs. Il est donc moins important de pouvoir disposer de vastes espaces intérieurs. Les constructions actuelles nous l'avons vu sont généralement mixtes : les zones fermées, de muralité ne constituent qu'une partie de la construction globale. Par ailleurs, l'épaisseur du pisé offre des possibilités pour habiter l'épaisseur (ex. : l'école d'Anna Heringer au Bangladesh) ce qui permet un contraste intéressant pour des gens qui vivent beaucoup dehors.

## 6/Coût de construction

La terre présente l'avantage lorsqu'elle est extraite in situ d'un coût faible, mais néanmoins pas inexistant (location de machines, compactage, mise en œuvre des banches...). Par ailleurs, la qualité du sol doit être soigneusement identifiée. Des analyses en laboratoire sont alors nécessaires lorsque les essais terrain ne sont pas satisfaisants. Ceux-ci correspondent à un coût dont il faut tenir compte (traité de construction en terre, page 53).

Il est très difficile de comparer de façon pertinente les coûts de la terre et ceux du béton. Bien sûr, on trouve des chiffres sur le web, mais ceux-ci sont à manipuler avec précaution. Nous avons contacté des professionnels pour avoir plus d'information. Toutefois, ceux-ci sont réticents dès qu'il s'agit de fournir des chiffres. D'une part parce qu'ils semblent craindre de fournir des chiffres qui pourraient être utilisés en faveur du béton (les spécialistes du pisé déclarent que les chiffres sur le béton sont «pipés»). D'autre part parce que la question de la comparaison est effectivement complexe.

Avec le pisé, la dimension formelle peut induire des temps de construction différents. Ensuite contrairement au béton, le coût est fonction de celui de la main-d'œuvre locale lequel peut varier d'une région à une autre de manière substantielle. Enfin, comme nous l'a fait remarquer Nicolas Menier (architecte spécialiste de la technique du pisé, basé en à Chambles) le coût du pisé correspond à 50 % de charges sociales. Dit autrement, dans notre analyse comparative béton/terre, il nous manque un critère : celui de l'impact social. À coût égal, l'argent peut servir différents intérêts : soit celui d'une collectivité, d'un groupe social, soit celui de grandes entreprises qui elles ne sont pas locales.

Pour néanmoins statuer sur cette question, nous avons retenu que le coût des constructions en pisé est plus susceptible de varier que celui du béton (en fonction de la complexité formelle, du lieu de production...). Il est donc moins prévisible. C'est sans doute aussi pour cela que le béton est une solution «confortable» : on

saurait plus facilement où on va. Mais il alimente une économie qui n'est pas une économie sociale ou locale.

## **7/Temps de construction**

(Documentaire sur le pisé et Martin Rauch)

Le pisé préfabriqué permet de gagner du temps, mais génère des coûts de transport et nécessiterait que de telles entreprises existent en Guadeloupe ce qui à notre connaissance n'est pas le cas actuellement.

Notons par ailleurs les données suivantes :

Un m<sup>2</sup> de construction en pisé correspond à 1 h de damage.

Les temps de coffrage sont équivalents à ceux du béton. Il faut généralement compter 800 h de travail pour une construction de 100 m<sup>2</sup> en pisé.

## **8/Facilité et coût d'entretien**

Comme tout mur en terre le pisé a la nécessité d'être protégé des effets corrosifs du vent et de la pluie. Le mur en pisé a besoin d'être réenduit au moins tous les 3 ans. L'entretien ne produit aucun coût, car les ressources sont présentes directement sur place. il nécessite de la main-d'œuvre, mais n'oublions pas qu'en Guadeloupe, le « coup de main » fait partie de la culture locale et n'est pas comptabilisé dans les coûts.

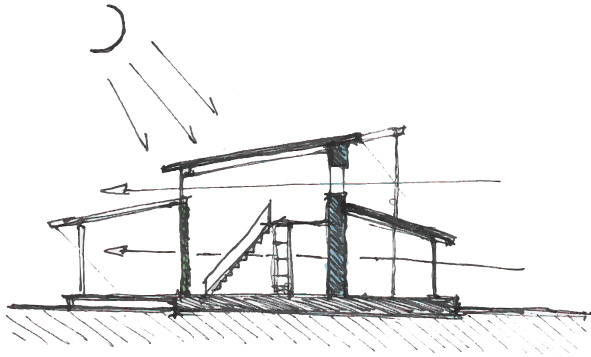
La terre nécessite plus d'entretien que le béton, mais en Guadeloupe, ce coût est considéré comme négligeable du fait de la culture du « coup de main » (partie II - l'évolution de l'habitat en Guadeloupe, le béton dans l'habitat).

## 9/Évolutivité dans le temps

La matière terre est réutilisable. Quand le bâtiment arrive à sa fin de vie, la terre concassée retourne à l'origine ou bien est réinvestie sur un autre chantier. Le béton en revanche produit des déchets, souvent non recyclés, à cause des aciers présents à l'intérieur de ce dernier. Après un cataclysme, la terre peut constituer une ressource disponible immédiatement pour une reconstruction.

L'aptitude d'une maison à être bioclimatique ne s'arrête pas aux choix du matériau. En effet la suite du travail se situe dans la mise en relation de la maison avec son environnement. Voici la proposition que nous avons faite pour Laura et Gregory.

La proposition a retenu leurs adhésions, mais ils hésitent encore entre le béton et la terre. Laura est une femme, sensible aux critères architecturaux et environnementaux du pisé tandis que Gregory pense à l'avantage économique et la rapidité de mise en œuvre que le béton offre. Le ton semble monter entre Laura et Gregory, les avis diffèrent. Voici un nouveau critère que nous avons oublié de prendre en compte : la décision conjugale...



**OUEST**  
Ossature bois

**EST**  
Noyau dur en pisé

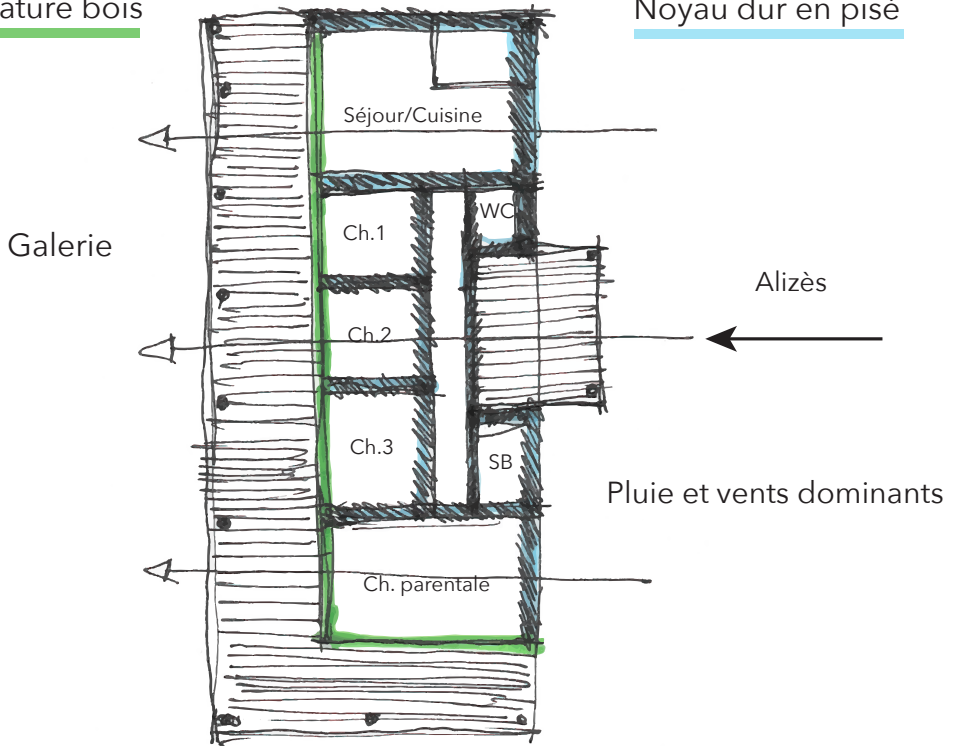


Figure 37 – Projet de la maison bioclimatique



# Conclusion

La Guadeloupe a un climat tropical. Elle est humide et chaude, régulièrement soumise aux alises. Les risques de catastrophes naturelles y sont élevés : éruption volcanique, sismicité, tsunامي, incendie...

Depuis la reconstruction de 1928 par Ali Tur, on a pris l'habitude de construire en béton. L'habitat d'aujourd'hui est une synthèse des époques passées et associe des structures bois et des corps en béton. Récemment cette hybridation est mise au service d'une approche bioclimatique.

La limitation des ressources est prégnante sur une île. Cela développe les consciences en matière de développement durable. Trouver une alternative au béton, entre dans cette démarche.

En Guadeloupe, la terre est un matériau présent sur place et propre à la construction. L'île possède la qualité de sols nécessaires à l'exploitation de cette ressource.

Comparée au béton la terre présente des performances équivalentes au regard des critères esthétiques, thermiques (si la terre a une moindre inertie que le béton, la réglementation en matière de construction parasismique exige de construire plus épais en terre). De même, le confort spatial impacte peu la comparaison terre/béton. Même chose pour l'entretien qui, bien que plus important pour la terre que pour le béton, peut être aisément accepté sans être associé à un coût supplémentaire (pour l'habitat individuel).

Les performances de la terre sont moindres sur le plan mécanique, mais il faut rester attentifs aux innovations à venir qui pourraient faire évoluer les choses.

Enfin sur la terre on obtient de meilleurs résultats sur les plans

écologique et sociétal : elle est moins consommatrice d'énergie grise, favorise une économie locale soutenant la communauté : des aspects importants pour une île.

À l'heure actuelle, peu de savoir, sur la construction en terre dans les régions à climat tropical humide, existe. La réponse se situe dans le développement et l'expérimentation sur la construction en terre. La terre nécessiterait aussi de lutter contre les habitudes, de développer des savoirs/savoirs-faire et des industries nouvelles en Guadeloupe. Cela pourrait fonder une nouvelle image de l'architecture aux Antilles et de peut-être pouvoir exporter ce nouveau modèle à travers le monde ?

À l'issue de mes recherches, j'ai découvert une histoire parallèle à celle que je connaissais déjà. J'ai pris beaucoup de plaisir à étudier l'histoire architecturale de mon île et de pouvoir poser des hypothèses. Je suis convaincu, au même titre que de nombreuses personnes ayant étudié ce sujet, que la terre crue aura un rôle de plus en plus important avec le temps.

Ce travail est, pour moi, l'objet d'une ouverture sur la possibilité de développer la construction en terre aux Antilles. C'est un sujet qui en peu de temps est devenu extrêmement important pour moi. Je ne sais pas exactement quoi faire à la sortie de mes études d'architecture. J'aurais envie d'expérimenter des idées, de nouveaux principes dans le but d'être un acteur dans le monde de l'architecture.

## Bibliographie

### Ouvrages

Jack Berthelot, *Kaz antiyé jan moun ka rété*, 2002

Michèle Robin-Clerc, *Ali Tur L'architecte de la reconstruction*, 2015

Sophie Paviol, *Ali Tur Un architecte moderne en Guadeloupe*, 2014

André Delpuech, *Guadeloupe amérindienne*, 2001

Felix Longin, *Voyage à la Guadeloupe*, 1848

CRATerre, *Traité de construction en terre*, 2006

Marc Jalet, *L'urgence, L'échéance, La durée*, 2008

### Articles

*Architecture d'aujourd'hui*, n° 3, 1945

*Architecture d'aujourd'hui*, n° 254, 2016

*Architecture méditerranéenne*, n° 47, n° 51, n° 53

### Sources internet

<http://www.paysagesdeguadeloupe.com/index.php/socle-nature/les-sols>

[https://fr.wikisource.org/wiki/Voyage\\_%C3%A0\\_la\\_Guadeloupe](https://fr.wikisource.org/wiki/Voyage_%C3%A0_la_Guadeloupe)

<http://www.ot-lemoule.fr/lieux-et-patrimoines-touristiques/article/maison-coloniale-de-zevallos>

[http://www.meteo.fr/temps/domtom/antilles/pack-public/cyclone/tout\\_cyclone/guadeloupe.htm](http://www.meteo.fr/temps/domtom/antilles/pack-public/cyclone/tout_cyclone/guadeloupe.htm)

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Mus%C3%A9\\_Saint-John\\_Perse](https://fr.wikipedia.org/wiki/Mus%C3%A9_Saint-John_Perse)

[https://fr.wikipedia.org/wiki/Chronologie\\_de\\_la\\_Guadeloupe](https://fr.wikipedia.org/wiki/Chronologie_de_la_Guadeloupe)

<http://ordesiles.com/patrimoine/paysager/la-canne-a-sucre/la-guadeloupe-et-la-canne-a-sucre/>

<http://normandinamik.cci.fr/25296-cematerre-du-concept-a-la-realisation-alain-lefebvre-inventeur-du-procede>

<http://www.amaco.org/>

<https://archeorient.hypotheses.org/1042>

## Mémoire

Henry Nol, *Pour une architecture guadeloupéenne*, Mémoire de troisième cycle, 1983

## Documents

AFPS\_Guide\_technique\_2011\_Construction\_parasismique\_  
paracyclonique\_maisons\_individuelles\_bois\_Antilles\_  
version\_2011.pdf



# Iconographie

Figure 1 – Carte de l’archipel de la Guadeloupe _____	10
Travail personnel	
Figure 2 – Pédologie simplifiée des sols en Guadeloupe _____	12
Travail personnel d’après modèle, <a href="http://www.paysagesdegueloupe.com/index.php/socle-naturel/les-sols">http://www.paysagesdegueloupe.com/index.php/socle-naturel/les-sols</a>	
Figure 3 – Comparaison géographique _____	14
Travail personnel	
Figure 4 – Reconstruction d’un village côtier amérindien _____	21
Travail personnel	
Figure 5 – Carbet amérindiens _____	22
Travail personnel d’après modèle, Henry Nol, <i>Pour une architecture guadeloupéenne</i> , Mémoire de troisième cycle, 1983	
Figure 6 – Carbet moderne _____	23
Travail personnel d’après modèle, <a href="http://www.abp-piscines.com/carbet-gazebo-durapin-4-x-4-m-avec-toiture-c6x15890961">http://www.abp-piscines.com/carbet-gazebo-durapin-4-x-4-m-avec-toiture-c6x15890961</a>	
Figure 7 – Arrêts de bus _____	23
Travail personnel	
Figure 8 - Habitation Mont-Carmel, 1726, Saint Claude, Guadeloupe _____	26
Illustration, Jack Berthelot, Kaz antiyé jan moun ka rété, 2002	
Figure 9 - Intérieurs, Habitation Mont-Carmel, 1726, Saint Claude, Guadeloupe _____	27
Illustration, Jack Berthelot, Kaz antiyé jan moun ka rété, 2002	
Figure 10 - Case en gaulette, La Savane des Esclaves, Trois-Îlets, Martinique _____	28
Illustration, <a href="http://www.zananas-martinique.com/patrimoine/la-savane-des-esclaves.html">http://www.zananas-martinique.com/patrimoine/la-savane-des-esclaves.html</a>	
Figure 11 –Le groupement familial en Guadeloupe _____	29
Illustration, Jack Berthelot, Kaz antiyé jan moun ka rété, 2002	
Figure 12 - Squelette de la case guadeloupéenne _____	30
Illustration, Jack Berthelot, Kaz antiyé jan moun ka rété, 2002	
Figure 13 – Déménagement des cases – Années 1970 _____	31
Illustration, <a href="http://laboratoireurbanismeinsurrectionnel.blogspot.fr/2014/06/urbanisme-colonial-pointe-pitre-1848.html">http://laboratoireurbanismeinsurrectionnel.blogspot.fr/2014/06/urbanisme-colonial-pointe-pitre-1848.html</a>	

Figure 14 - Extension de la case guadeloupéenne _____	32
Illustration, Jack Berthelot, Kaz antiyé jan moun ka rété, 2002	
Figure 15 - Aménagement de la case _____	35
Illustration, Jack Berthelot, Kaz antiyé jan moun ka rété, 2002	
Figure 16 - Plan de l'aménagement de la case _____	36
Illustration, Jack Berthelot, Kaz antiyé jan moun ka rété, 2002	
Figure 17 - La case aménagé _____	37
Illustration, Jack Berthelot, Kaz antiyé jan moun ka rété, 2002	
Figure 18 - Eglise Saint-Pierre-et-Saint-Paul - 1865 _____	39
Illustration, <a href="http://www.france-voyage.com/photos/pointe-pitre-2663.htm">http://www.france-voyage.com/photos/pointe-pitre-2663.htm</a>	
Illustration, <a href="http://www.carteguadeloupe.fr/la-guadeloupe/pointe-a-pitre/index.php?show=1&amp;n=2">http://www.carteguadeloupe.fr/la-guadeloupe/pointe-a-pitre/index.php?show=1&amp;n=2</a>	
Figure 19 - Marché Saint-Antoine - 1874 _____	40
Illustration, <a href="http://mapio.net/pic/p-21811375/">http://mapio.net/pic/p-21811375/</a>	
Figure 19 - Marché Saint-Antoine - 1874 _____	41
Illustration, <a href="http://madeinguadeloupe.blogspot.fr/2016/01/madeinguadeloupe-guadeloupe-creole-flavors-marche-epices-pointe-a-pitre.html">http://madeinguadeloupe.blogspot.fr/2016/01/madeinguadeloupe-guadeloupe-creole-flavors-marche-epices-pointe-a-pitre.html</a>	
Figure 20 - Habitation Zévallos - 1877 _____	43
Illustration, <a href="https://www.commeon.com/en/projet/adopte-une-brique">https://www.commeon.com/en/projet/adopte-une-brique</a>	
Figure 21 - Musée Saint John Perse - 1877 _____	43
Illustration, <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/91/Mus%C3%A9e_Saint-John_Perse_002.JPG/1200px-Mus%C3%A9e_Saint-John_Perse_002.JPG">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/9/91/Mus%C3%A9e_Saint-John_Perse_002.JPG/1200px-Mus%C3%A9e_Saint-John_Perse_002.JPG</a>	
Figure 22 – Pointe à Pitre, après le cyclone de 1928 _____	44
Illustration, <a href="http://laboratoireurbanismeinsurrectionnel.blogspot.fr/2014/06/urbanisme-colonial-pointe-pitre-1848.html">http://laboratoireurbanismeinsurrectionnel.blogspot.fr/2014/06/urbanisme-colonial-pointe-pitre-1848.html</a>	
Figure 23 – Principes de ventilation naturelle, Marie du Lamentin, Ali Tur Guadeloupe __	49
Illustration, Michèle Robin-Clerc, Ali Tur L'architecte de la reconstruction, 2015	
Figure 24 - Conseil général de la Guadeloupe - Ali Tur - 1933 _____	50
Illustration, <a href="http://mapio.net/pic/p-86703886/">http://mapio.net/pic/p-86703886/</a>	
Figure 25 - Palais du gouverneur, préfecture de la Guadeloupe - Ali Tur - 1935 _____	50
<a href="http://ti.racoon.free.fr/picture.php?image_id=1774&amp;cat=68">http://ti.racoon.free.fr/picture.php?image_id=1774&amp;cat=68</a>	



Figure 26 – Comparaisons _____	53
Travail personnel d'après modèle	
Figure 27 - Extérieur villa Guadeloupéenne type _____	55
<a href="https://www.antillesexception.com/villa-guadeloupe/villa-de-luxe-Sainte-Anne-GPSA01">https://www.antillesexception.com/villa-guadeloupe/villa-de-luxe-Sainte-Anne-GPSA01</a>	
Figure 28 - Intérieur villa Guadeloupéenne type _____	55
<a href="https://www.antillesexception.com/villa-guadeloupe/villa-de-luxe-Sainte-Anne-GPSA01">https://www.antillesexception.com/villa-guadeloupe/villa-de-luxe-Sainte-Anne-GPSA01</a>	
Figure 29 –Schéma principe _____	56
de l'architecture bioclimatique _____ 56	
<a href="https://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture_bioclimatique">https://fr.wikipedia.org/wiki/Architecture_bioclimatique</a>	
Figure 30 - Coupe maison bioclimatique - Luc Martz _____	57
Illustration, Architecture méditerranéenne, n° 53	
Figure 31 - Schéma principe de la maison bioclimatique _____	57
Travail personnel	
Figure 32 – Techniques de construction en terre _____	60
Illustration, CRATerre, Traité de construction en terre, 2006	
Figures 34 – Dessins d'illustration _____	63
Illustration, CRATerre, Traité de construction en terre, 2006	
Figure 35 – Résistance à la compression _____	68
Illustration, CRATerre, Traité de construction en terre, 2006	
Figure 36 – Local tertiaire en Cématерre _____	70
<a href="http://normandinamik.cci.fr/25296-cematerre-du-concept-a-la-realisation-alain-lefebvre-inventeur-du-procede">http://normandinamik.cci.fr/25296-cematerre-du-concept-a-la-realisation-alain-lefebvre-inventeur-du-procede</a>	
Figure 37 – Projet de la maison bioclimatique _____	77
Travail personnel	





86 949 CARACTÈRES

La rédaction de ce mémoire a été un travail de longue haleine. Je tiens à remercier tous celles et ceux qui m'ont soutenu durant cette épreuve. Je remercie Henry Nol de m'avoir permis de lire son mémoire. Je remercie vivement Valérie Movizzo de m'avoir aidé dans la rédaction et dans l'organisation des idées. Je remercie mon enseignant Reichert Tilman de m'avoir suivi au long de ce mémoire.



A close-up photograph of a green leaf with numerous water droplets of various sizes scattered across its surface. The leaf's veins are clearly visible, and a prominent yellowish-green vein runs diagonally from the top left towards the center. The background is a soft, out-of-focus green.

RAPPORT D'ÉTUDE DE FIN DE LICENCE

ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE  
D'ARCHITECTURE DE MARSEILLE

LUDGI DRACON     ÉTUDIANT  
REICHERT TILMAN     ENSEIGNANT

S6 2016-2017