Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
International Institute for Water and Environmental Engineering
Fondation 2iE

# ETUDE TECHNICO ECONOMIQUE RELATIVE A L'IMPLANTATION D'UNE ENTREPRISE DE CONSTRUCTION AVEC DES ECO-MATERIAUX AU TCHAD

Beti Halali

MEMOIRE POUR L'OBTENTION DUMASTER EN INGENIERIE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT OPTION : GENIE CIVIL

Présenté et soutenu publiquement le 08 juin 2011 par :

**Abdelnasser Daoud KINEFOUR**

**Travaux dirigés par :**

- **Mlle. Elodie HANFF**
- **M. Raffaele VINAÏ**

*Jury d'évaluation du stage :*

**Président :**

**Membres et correcteurs :**

**Promotion [2010/2011]**

# REMERCIEMENTS

Je remercie DIEU, pour le courage dont il m'a doté dans la continuité de ce projet, malgré les difficultés.

Puisse m'être permis d'exprimer ma gratitude à :

**Mlle Elodie HANFF**, en charge de l'Entrepreneuriat Responsable et de l'Innovation à la Direction de l'Innovation, du Management et des relations avec les Entreprises au 2iE

**M. Jean-Claude Weisman**, professeur en management stratégique au 2iE;

**M. Frédéric TRAORE**, professeur en comptabilité et analyse financière au 2iE ;

**M. Djim DOUMBE DAMBA**, professeur en management et création d'entreprise au 2iE ;

A toute la Direction de l'Innovation et du Management des Entreprises du 2iE ; veuillez trouver dans ce document, le fruit de vos efforts d'encadrement.

Je n'oublie pas :

**M. Paul GINIES**, Directeur Général du 2iE ;

**M. Laurent Basque**, le PDG de Bank of Africa au Burkina Faso ;

**M. Mady Compaoré**, Directeur Général Adjoint de la Banque Atlantique du Burkina Faso ;

**M. Philippe Audoin**, Président du Groupe Allianz au Burkina Faso depuis 10 ans ;

Merci pour la confiance que vous accordez à ce projet ainsi que pour votre contribution à sa construction vers sa réussite.

Mes remerciements à toute ma famille, mes proches et les personnes qui, de près ou de loin, m'ont soutenu durant mes études et lors de l'initiation de ce projet. Avec une pensée particulière pour mon meilleur ami et cofondateur du projet : **Atteïb M.N. SALAH** et pour notre coéquipière **Katie C. FRIEDMAN**.

A mes amis **Aïda ZARE, Césaire HEMA, Kader GUIAO, TAHIROU Nassirou, Olivier TAPSOBA, Camille RUEFF, Faïzatou ROUAMBA, Prudence COPA, Axelle KERE,** je vous dis merci pour votre soutien et les moments amicaux partagés ensemble durant mes études.

# DEDICACES

A mon père **Daoud KINEFOUR**, à ma mère **Haoua ABSINE** et à ma bien aimée **Marine RUEFF**…

# MOT DES PROMOTEURS DE BETI HALALI

*« Notre beau pays le Tchad a retrouvé sa stabilité après 40 années de guerre civile. Il possède d'énormes potentialités tant sur le plan agricole, pétrolier, minier, humain que commercial, susceptibles de le sortir de son état actuel de pays parmi les moins avancés. Nous pensons qu'il est urgent d'agir, d'y investir, de nous investir, afin de participer à la croissance verte et solidaire de ce pays, pour le bénéfice des populations. C'est pourquoi nous vous présentons l'entreprise Beti Halali, littéralement « Ma propre Maison », une initiative d'entreprenariat dans le secteur du bâtiment. Conscients des problématiques locales d'accès au logement dans les villes, nous, promoteurs avons imaginé pour les tchadiens un habitat durable. Chers investisseurs, nous vous remercions pour l'intérêt que vous porterez à notre initiative qui vous est présentée en détails ci-dessous »*

**Atteïb M.N SALAH** et **Abdelnasser D. KINEFOUR**, promoteurs de Beti Halali

# RESUME

L'environnement sociopolitique actuel au Tchad, marqué par une situation de crise de l'habitat, ne nous a pas laissés indifférents. Vu les enjeux économiques liés à la création d'entreprises dont les objectifs sont la résolution de ce type de problème, nous avons décidé de créer l'entreprise Beti Halali (BH). Ce projet vise l'amélioration du cadre de vie des citoyens tchadiens et, à long terme, celle de l'Afrique, tout en profitant d'un marché très prometteur qui permettra à l'entreprise d'être rentable.

BH est un projet de génie civil et industriel. En effet, il consiste en la production de matériaux écologiques, mais également en la construction de bâtiments avec ces matériaux.

Des initiatives concernant l'habitat ont été entreprises par les ONG et le gouvernement tchadien sans apporter de solution adaptée. Par conséquent, BH a choisi de rester pessimiste dans ses démarches afin de se situer dans le cas le plus défavorable possible et rester réaliste. BH a fait une analyse de la situation actuelle de l'habitat au Tchad et une comparaison entre les différentes options de construction de logement disponibles : le Banco, la Terre cuite, le Ciment et le matériau que BH utilisera : le FGC (Five proof Green Composite). Il s'est avéré que ce matériau serait la solution la mieux adaptée pour résoudre cette crise que connait le Tchad.

Mots clés :

FGC, analyse technico économique, habitat, Tchad, entreprenariat

## WORD OF THE FOUNDERS OF BETI HALALI

*"Our great country the Chad has found a certain stability after 40 years of civil war. Chad possesses enormous potential in its agricultural, petroleum, mining, and human resources as well as on the commercial front, assets that will allow it to emerge from its current position among the least developed countries in the world. We believe that it is urgent to act and to invest in order to participate to the growth of "green" and united practices, for the benefit of its population. This is why we present to you Beti Halali, an entrepreneurial initiative in the home construction sector. Conscious of the local problems of access to housing in the cities, we, founders of Beti Halali, have created a sustainable housing. Dear investors, we thank you for the interest you will have to our initiative that we present to you in details in the text below."*

**Atteïb M.N. SALAH** and **Abdelnasser D. KINEFOUR**, founders of Beti Halali

## ABSTRACT

The current socio-political environment in Chad, marked by a housing crisis, does not leave us indifferent. Considering the economic issues related to the creation of companies which aim at solving this problem, we decided to create the Beti Halali company (BH). This project aims at improving the quality of life of Chadian citizens and in the long term that of Africa, while enjoying a hot market enabling to make a profitable business.

BH is a project of civil and industrial engineering. Indeed, it concerns not only the production of environmentally friendly materials, but also the construction of buildings with these materials.

Housing initiatives have been undertaken by NGOs and the government of Chad without finding any adapted solution. Therefore, BH chose to remain pessimistic in its measures in order to be in the worst case possible and remain realistic. BH has analyzed the current situation of the habitat in Chad and compared the different options available for housing construction: banco, terracotta, cement and the material BH uses: the FGC (definition). It turned out that FGC material would be the best solution to resolve the housing crisis in Chad.

Key words :

FGC, technical and economic analysis, housing, Chad, entrepreneurship

# SIGLES ET ABREVIATIONS

**2iE:** Institut international de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

**BH:** Beti Halali

**BTP :** Bâtiments et Travaux Publics

**CEMAC :** Communauté Economique et Monétaire de l'Afrique Centrale

**DIME:** Direction de l'Innovation et du Management des Entreprises

**GSVC:** Global Social Venture Competition

**ONU:** Organisation des Nations Unies

**PNUD :** Programme des Nations Unies pour le Développement

**PME :** Petites et Moyennes Entreprises

**RSE :** Responsabilité Sociétale des Entreprises

**SWOT:** Strength Weaknesses Opportunities Threats

**TRI :** Taux de Rendement Interne

**VAN :** Valeur Actuelle Nette

## SOMMAIRE

**REMERCIEMENTS**.....

**DEDICACES** ..... II

**MOT DES PROMOTEURS DE BETI HALALI** ..... III

**RESUME** ..... III

**WORD OF THE FOUNDERS OF BETI HALALI** ..... IV

**ABSTRACT** ..... IV

**SIGLES ET ABREVIATIONS** ..... V

**LISTE DES TABLEAUX** ..... VIII

**LISTE DES FIGURES ET PHOTOS** ..... IX

**I. INTRODUCTION GENERALE** ..... 11

1. CONTEXTE ..... 11
2. JUSTIFICATION ..... 12
3. OBJECTIFS DE L'ETUDE ..... 13
   1) *Objectif général* ..... *13*
   2) *Objectifs spécifiques* ..... *13*
   3) *Méthodologie* ..... *13*

**II. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE** ..... 14

1. BETI HALALI ..... 14
   1) *Genèse* ..... *14*
   2) *Modèle économique* ..... *15*
   3) *Mission de BH construction* ..... *15*
   4) *Les promoteurs du projet* ..... *15*
   5) *Forme juridique* ..... *16*
2. LES PRODUITS ET SERVICES ..... 16
   1) *Produits* ..... *16*
   2) *Services* ..... *16*
   3) *Stratégie* ..... *16*
   4) *Barrière à l'entrée* ..... *16*

**III. ETUDE DE MARCHE** ..... 16

1. LE CHALLENGE ..... 16
2. EVALUATION DE LA DEMANDE ..... 16
3. ANALYSE DE L'OFFRE ..... 16

**IV. ETUDE COMPARATIVE DES VILLAS DE BH ET DES ENTREPRISES CONCURRENTES** ..... 16

1. ETUDE TECHNIQUE ..... 16

*1) Le Banco ..... 17*
*2) Briques cuites ..... 18*
*3) Parpaing en bloc de ciment ..... 19*
*4) Le FGC ..... 20*
2. ETUDE ECONOMIQUE ..... 21
*1) L'impact sur l'économie nationale ..... 21*
*2) Le coût de construction ..... 23*
**V. PLAN DE RESSOURCES HUMAINES ..... 23**
1. FONDATEURS ET EQUIPE DE MANAGEMENT ..... 23
**VI. ANALYSE FINANCIERE ..... 23**
1. COUT DU PROJET ..... 23
2. COMPTE DE RESULTAT PREVISIONNEL ..... 23
3. PLAN DE FINANCEMENT ..... 23
4. PLAN DE TRESORERIE ..... 23
5. DETERMINATION DE LA VAN ET DU TRI ..... 23
6. TEST DE SENSIBILITE ..... 23
7. SEUIL DE RENTABILITE ..... 23
**VII. PLAN DE GESTION DES RISQUES ..... 23**
**VIII. LES IMPACTS ECONOMIQUES, SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET ..... 23**
1. IMPACTS ECONOMIQUES ..... 23
2. IMPACTS SOCIO-SANITAIRES ..... 24
3. IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ..... 24
**CONCLUSION ..... 25**
**BIBLIOGRAPHIE ..... 26**
**ANNEXES ..... 27**

# LISTE DES TABLEAUX

*TABLEAU 1: VUE D'ENSEMBLE DU TCHAD* ..... 12
*TABLEAU 2: CADRE LOGIQUE DE L'ETUDE* ..... 14
*TABLEAU 5: COMPARAISON DES DISPOSITIONS TECHNIQUES DE GENIE CIVIL* ..... 21
*TABLEAU 6: ASPECTS SOCIAUX LIES AUX DIFFERENTS MATERIAUX* ..... 21
*TABLEAU 7: IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX DES DIFFERENTS MATERIAUX* ..... 21

# LISTE DES FIGURES ET PHOTOS

*PHOTOS 5: DEGRADATION DU SOL SUITE A LA FABRICATION DE BRIQUES ADOBE* ..... 18
*PHOTOS 6:CONSTRUCTION EN TERRE CUITE* ..... 19
*PHOTOS 7: CONSTRUCTION EN CIMENT* ..... 20
*PHOTOS 8 : USINE DE FABRICATION DE CIMENT* ..... 20

**POUR DES RAISONS DE CONFIDENTIALITE, CERTAINES PARTIES DE CE MEMOIRE ONT ETE ENLEVES…**

# I. INTRODUCTION GENERALE

Dans le souci de former des ingénieurs entrepreneurs capables d'insuffler un réel dynamisme économique et de répondre aux défis socio-économiques et environnementaux du continent, le 2iE accompagne ses étudiants dans la création d'entreprise. C'est dans cet objectif qu'il m'a a été permis de rédiger un mémoire de fin d'étude portant sur une étude technico économique d'un projet entrepreneurial nommée « Beti Halali ».

Ce projet fût d'abord porté jusqu'en finale mondiale de la Global Social Venture Competition, la plus grande compétition internationale de business plan social, qui s'est déroulé de décembre 2010 à mi-avril 2011. Fort de ce succès, j'ai décidé, avec mon partenaire Atteïb Mahamat Nour Salah, de réaliser concrètement ce projet une fois diplômé et de retour dans notre pays natal, le Tchad. Le 2iE m'a donc donné l'opportunité de consacrer mon mémoire de fin d'étude à la finalisation de ce plan d'affaire et au renforcement des aspects techniques du projet.

## 1. Contexte

La crise du logement touche presque toutes les grandes métropoles du continent africain. Plusieurs facteurs sont responsables : le manque de compétences locales en ingénierie du bâtiment, la cherté des matériaux de construction souvent importés, la déplorable situation socioéconomique de la population, etc… La récente crise économique s'y ajoutant, beaucoup de projets de logements sociaux ont été stoppés ou reportés dans ces pays.

Le Tchad, pays pauvre d'Afrique Centrale, se classe au 153$^{ième}$ rang mondial sur 182 en termes d'Indice de Développement Humain (IDH)[1] avec un taux de pauvreté de 64%. Dans les villes, 33,8 % de la population vit au-dessous du seuil de 414 FCFA par jour. L'extrême pauvreté touche 30 % de la population rurale.

L'exploitation pétrolière a eu un impact profond sur la vie économique et démographique du pays ce qui a occasionné une immigration en provenance des pays voisins et lointains.

Le rapport ONU-HABITAT[2] donne les chiffres suivants :

- ✓ Le taux d'urbanisation est passé de 21% en 1990 à 27% en 2010 et pourrait atteindre 41% en 2030, avec la capitale N'Djamena comptant pour 1 000 000 habitants en 2010.

[1] PNUD, Rapport annuel de classement des pays en fonction de l'IDH, 2010

[2] UN-HABITAT, Programme des Nations Unis pour l'Etablissement Humain rapport programme pays 2008-2009: TCHAD, 2009, http://mirror.unhabitat.org/list.asp?typeid=15&catid=186

- ✓ 90,3% des citadins du Tchad vivent dans des bidonvilles en 2007, ce qui représente 2 546 000 habitants.
- ✓ 90% des logements sont de type traditionnel (construits en Banco avec des toits de tôle ou en terre).
- ✓ En 2004 à la capitale, la proportion des ménages urbains avec accès à une meilleure source d'eau est de 87,8 %, mais seulement 65,4 % ont accès à un meilleur assainissement, 25,5% ont des matériaux du principal étage de l'habitat bien finis.
- ✓ 71,9% ont une surface habitable suffisante.
- ✓ Enfin, plus de 70% des tchadiens de 15 à 24 ans travaillent dans le secteur informel par privation de logement.

***Tableau 1: Vue d'ensemble du Tchad***[3]

| **TCHAD en 2004** | |
|---|---|
| **Urbanisation (2008) :** | **Indicateur urbain** |
| Population totale: 11 millions | Pourcentage de la population urbaine |
| Pop. urbaine: 2.9 millions (26%) | vivant dans les bidonvilles: 91.3 % |
| **Taux de croissance annuel (2005-2010)** : | **Pourcentage de la population urbaine ayant accès:** |
| National: 2.8 % | A l'eau potable: 73.5 % |
| Urbain: 4.6 % | A l'eau courante: 42 % |
| **Les villes principales (2008) :** | A l'assainissement: 49.4 % |
| Ndjamena: 1 033 000 | A un espace de vie suffisant: 71 % |
| Mongo :…….553 793 | A un logement durable: 19 % |
| Mao :……..354 603 | |
| Moundou :……..769 198 | |
| Abéché :……..731 679 | |

La construction avec des matériaux écologiques et économique est une denrée rare au Tchad. BH grâce au FGC va se positionner en acteur incontournable de l'éco-construction au Tchad. Il s'inscrit dans le colossal projet des OMD fixés par l'ONU en répondant à l'article 1.11 de ce projet relatifs au droit universel à un logement décent.

## 2. Justification

La capitale Ndjamena est marquée par un contexte de forte croissance démographique et de pression urbaine inédite et les dizaines d'années de guerre civile ont engendré un retard gravissime sur le développement d'offres liées au logement. En 2008, 91,3% de la population urbaine vivait dans des bidonvilles, principalement à cause de la cherté des matériaux de

[3] UN-HABITAT, rapport 2004

construction (béton, tôle…), de la déficience de financement dans ce secteur (prêts immobiliers peu pratiqués et à un taux de 15% minimum, absence de banque de l'habitat…) et par le peu d'acteurs privés crédibles et formés dans le secteur formel.

Ainsi, Beti Halali s'inscrit dans ce contexte pour venir en aide à la population en permettant le passage d'une offre de logement cher (béton) et/ou instable (banco) à une offre d'habitat plus économique, écologique et propre (FGC). De plus, l'offre Beti Halali permet de conserver les modes de vie traditionnels avec une nouvelle forme d'habitat anticipant l'impératif de développement urbain durable et la raréfaction des ressources.

## 3. Objectifs de l'étude

### 1) Objectif général

L'objectif général est d'étudier la faisabilité de la création d'une entreprise spécialisée dans la construction en matériaux économiques et écologiques.

### 2) Objectifs spécifiques

Pour atteindre l'objectif général il faut :

- ✓ Rédiger une itération de business plan ;
- ✓ Faire une étude technico économique comparative entre les maisons en matériaux déjà disponibles et les matériaux que l'entreprise va utiliser (FGC).

### 3) Méthodologie

Afin de définir clairement l'approche méthodologique, il a été élaboré un cadre logique dans lequel sont définies autour de chaque objectif spécifique les actions à mener et les résultats attendus.

***Tableau 2: Cadre logique de l'étude***

| **Objectif général** : **Faisabilité de la création d'une entreprise spécialisée dans la fabrication et la construction en matériaux économiques et écologiques** | | |
|---|---|---|
| **Objectifs spécifiques** | **Activités** | **Résultats attendus** |
| **Une itération de business plan** | Analyse de l'environnement du projet et étude de marché | Situation actuelle de la zone du projet et stratégie à adopter pour la réussite du projet |
| | Analyse financière | |
| | Analyse des retombées sociales, économiques et environnementales du projet | |
| **Etude technico économique comparative entre les maisons en matériaux déjà disponibles et les matériaux que l'entreprise va utiliser** | Etude technique | Etudier la pertinence de l'utilisation du matériau FGC dans la construction au Tchad |
| | Etude économique | |

# II. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

## 1. Beti Halali

### 1) Genèse

Le Tchad est aujourd'hui le pays de l'Afrique centrale où le prix de revient de la construction de logements décents coûte le plus cher. Les ménages ayant un revenu moyen ne peuvent pas, par conséquent, se construire un logement décent. Pour y arriver, certaines personnes mettent cinq à six ans à construire leur logement, en y mettant presque tout leur salaire et en se privant des besoins essentiels tels qu'un bon suivi sanitaire, une meilleure éducation de leurs enfants. D'autres s'endettent énormément auprès de leurs connaissances ou obtiennent un crédit immobilier avec un taux exorbitant (allant au-delà de 15%). La population s'est livrée ainsi à l'auto-construction en banco, pour la plupart. Mais ces maisons en banco s'écroulent souvent lors d'un déluge, si elles ne sont pas entretenues avant la saison des pluies, causant parfois des dégâts humains.

Le gouvernement tchadien avec l'appui du PNUD et de l'ONU-HABITAT a essayé de trouver des solutions qui se sont avérées insatisfaisantes. L'Etat a alors commencé un programme de « nettoyage » des bidonvilles, chassant les populations qui y habitaient pour construire des infrastructures publiques Par exemple, la destruction du quartier Gardolé qui se trouve en centre-ville et qui date des années 60 a laissé place à un centre de santé.

Le problème du Tchad est une affaire d'intérêt général, nous avons alors entrepris de trouver une solution qui puisse aider à la résolution de ce problème commun de l'habitat. C'est ainsi que le projet BH, qui n'était qu'une idée en mai 2009, a vu le jour en décembre 2010 avec sa participation à un concours d'entreprenariat social.

**2) Modèle économique**

**3) Mission de BH construction**

**4) Les promoteurs du projet**

Ce projet de création d'une entreprise de fabrication de matériaux écologiques et de construction de bâtiment avec ces matériaux est porté par **Mr Abdelnasser Daoud KINEFOUR** et **Mr Atteïb Mahamat Nour SALAH.**

- ✓ **Mr Abdelnasser Daoud KINEFOUR** est ingénieur de travaux public et actuellement étudiant en master 2 option génie civil à l'Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement-2ie.
- ✓ **Mr Atteïb Mahamat Nour SALAH** est également ingénieur de travaux public et actuellement étudiant en master 2 option génie civil à l'Institut International de l'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement-2ie.

5) **Forme juridique**

### 2. Les produits et services

1) **Produits**

2) **Services**

3) **Stratégie**

4) **Barrière à l'entrée**

## III. ETUDE DE MARCHE

### 1. Le challenge

### 2. Evaluation de la demande

### 3. Analyse de l'offre

## IV. ETUDE COMPARATIVE DES VILLAS DE BH ET DES ENTREPRISES CONCURRENTES

Au Tchad, les constructions varient selon les régions et surtout, les moyens financiers de la population. Cependant, nous pouvons distinguer trois principaux types de matériaux de construction, à savoir :

- ✓ Banco ;
- ✓ Briques cuites ;
- ✓ Parpaings en ciment.

Nous allons effectuer une étude comparative des constructions faites avec ces matériaux et de celles faites avec le FGC en prenant comme prototype une villa de type F2.

### 1. Etude technique

La comparaison technique portera sur les éléments suivants :

Les prédispositions techniques de génie civil ;

La mise en œuvre ;

L'aspect social ;

Les impacts environnementaux.

**1) Le Banco**

Terre crue, banco ou adobe sont les termes utilisés pour désigner la terre, utilisée avec le moins de transformations possible en tant que matériau de construction. L'utilisation de ce matériau dans la construction remonte à des milliers d'années.

**Prédispositions techniques de génie civil :**

Du point de vue de la résistance, les éléments de maçonnerie (adobes) ont des résistances à la compression pouvant aller de 20 à 50 kg/cm² (2 à 5 MPa). L'adjonction d'éléments fibreux (paille par exemple) permet de conférer au mélange une certaine résistance en traction, flexion et cisaillement, mais qui reste tout de même négligeable. Les maisons construites en banco ne résistent pas à l'eau et exigent d'être entretenues chaque année avant la saison pluvieuse, au risque de s'écrouler. L'élément fibreux qui compose l'adobe étant la paille, ces constructions en banco ont une certaine combustibilité et ne résistent pas au feu. Contrairement aux idées reçues, la terre n'est pas un matériau isolant, ses propriétés intrinsèques ne lui permettent pas d'avoir un comportement d'isolant. En revanche, elle possède

Une excellente inertie thermique. Ceci se traduit par une régulation des différences de températures intérieures. Par exemple, en été, il fait plus frais le jour à l'intérieur des maisons car le mur se rafraîchit la nuit et rend cette fraîcheur le jour.

**Mise en œuvre :**

Les briques d'adobe sont coulées dans un cadre ouvert, un rectangle dont les dimensions sont en général de 10x25x36 cm. Le moule est retiré et la brique est mise à sécher quelques heures, puis elle est tournée sur sa tranche pour terminer le séchage. Lors du séchage, les briques peuvent être placées à l'ombre pour éviter l'apparition de fissures. La construction se fait sans structure porteuse, ni fondation. Sans normes, dans l'informel, ces constructions sont peu fiables du point de vue durabilité. La construction est par contre rapide car elle nécessite peu de main d'œuvre.

**Aspect social :**

La construction en banco ne crée pas beaucoup d'emploi puisqu'elle concerne essentiellement l'auto construction. Dans la vie sociale tchadienne, les propriétaires de ces types de maison sont considérés comme venant de la basse classe sociale et éprouvent par conséquent des difficultés d'insertion dans les classes supérieures dont les logements sont en ciment.

**Les impacts environnementaux :**

Les dépenses en termes d'énergies dans la conception des briques adobes sont nulles ; l'argile n'est pas transformée et le séchage se fait à l'aide de l'énergie solaire.

En revanche, les carrières laissent d'énormes fosses jamais refermées donc une dégradation du sol.

***Photos 1: Dégradation du sol suite à la fabrication de briques Adobe***

**2) Briques cuites**

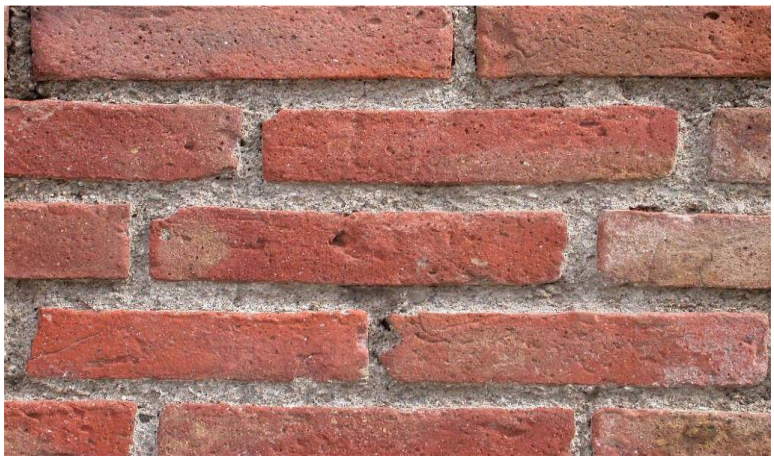
« Maison en briques rouges », telle est l'appellation donnée aux logements en terre cuite. C'est également l'un des plus anciens matériaux utilisés dans la construction.

**Prédispositions techniques de génie civil :**

La résistance en compression de ce genre de briques est entre 15-60 MPa et 2,5 MPa à la traction. En d'autres termes, la brique de taille 20×20×40 cm peut transporter environ 120 tonnes de charge de toit préfabriqué en béton. Les briques cuites peuvent résister au feu jusqu'à 750°C et ont une conductivité thermique de 1,15 W/m. °C. Les briques cuites sont insensibles à l'eau et ont une durée de vie de 50 ans.

**Mise en œuvre :**

Les briques sont d'abord confectionnées comme l'adobe mais ensuite mises dans un four pour une cuisson allant jusqu'à 1400°C. Les logements en briques rouges sont construits comme ceux en ciment. La différence n'est qu'au niveau des briques. C'est-à-dire qu'il y a une fondation et une structure porteuse (en béton armé parfois). La couverture est soit en tôle, soit faite d'une dalle en béton armé (creuse ou pleine). Ces maisons sont construites dans une durée comparable aux constructions en ciment, c'est à dire environ 6 mois pour une villa de type F2.



***Photos 2:Construction en terre cuite***

**Aspect social :**

La construction de ces maisons nécessitant une main d'œuvre limitée, la création d'emplois est faible, d'autant plus qu'il n y a aucune entreprise spécialisée dans la construction en brique rouge. Dans le secteur informel, les employés sont mal rémunérés et leur recrutement se fait en fonction de l'argent disponible pour la construction.

**Les impacts environnementaux :**

D'abord, la fabrication des briques laisse des fosses comme pour l'adobe, ensuite la production de ces briques exige d'importantes quantités de bois de chauffe et la perte en énergie thermique des fours peut atteindre 40 à 50 %. En bref, la production est nuisible à l'environnement : dégradation des sols, déperditions énergétiques et émission de gaz à effet de serre.

**3) Parpaing en bloc de ciment**

**Prédispositions techniques de génie civil :**

La résistance à la compression du béton dépend de la classe du ciment. Il existe en effet différents types de ciment mais celui utilisé dans la construction des logements individuels au Tchad est le CPA 45. En fonction de la qualité de ses composants et de la formulation du béton, sa résistance à la compression est comprise entre 20 et 35 MPa et à la traction, entre 1,8 et 2,7 MPa. Le béton a une conductivité thermique de 1 W/m.°C, une tenue au feu à 250°C et n'est pas un bon isolant acoustique. Les bâtiments en ciment n'offrent donc pas un bon confort thermique ni acoustique, mais sont assez solides : leur durée de vie peut atteindre 50 ans.

**Mise en œuvre :**

Les parpaings sont d'abord fabriqués à l'air libre à base de mortier (ciment + granulats + eau) dans des moules cubiques rectangulaires de 20 x 20 x 40 ou 15 x 20 x 40 cm. Ces briques sont ensuite séchées au soleil. Les bâtiments en ciment ont une structure porteuse en

béton armé et sont recouverts soit de tôle, soit d'une dalle en béton armé également (creuse ou pleine). La construction de ce genre de maison peut durer 6 à 8 mois environ.

***Photos 3: Construction en ciment***

**Aspect social :**

La construction des logements en ciment nécessite un déploiement assez important en ressources humaines, permettant la création d'emplois, mais souvent dans le secteur informel. Notons aussi que les personnes ayant ce type de logement sont considérées socialement comme des personnes aisées.

**Les impacts environnementaux :**

Ces types de logements nécessitent une énorme quantité de ciment qui, rappelons-le est responsable de l'émission de 0,8 kgequCO2 par kilogramme de ciment fabriqué.

***Photos 4 : Usine de fabrication de ciment***

**4) Le FGC**

Les tableaux suivants résument la comparaison technique des différents types de matériaux.

***Tableau 3: comparaison des dispositions techniques de génie civil***

| Matériaux | Adobe | Briques cuites | Ciment | FGC |
|---|---|---|---|---|
| Résistance au choc | Faible | Bon | Bon | Excellent |
| Résistance à l'eau | Très faible | Bon | Bon | Excellent |
| Résistance au feu | Très faible | Excellent | Moyen | Excellent |
| Caractéristiques mécaniques | Faible | Bon | Bon | Excellent |
| Confort thermique | Excellent | Faible | Très faible | Excellent |
| Confort acoustique | Moyen | Moyen | Moyen | Excellent |
| Esthétique | Faible | Très bonne | Très bonne | Très bonne |
| Existence de Norme | Nul | Oui | Oui | Oui |
| Documentation existante | Faible | Faible | Oui | Très faible |
| Mise en œuvre | Facile | Moyen | Difficile | Facile |

***Tableau 4: Aspects sociaux liés aux différents matériaux***

| Matériaux | Adobe | Briques cuites | Ciment | FGC |
|---|---|---|---|---|
| Intensité de main d'œuvre | Nul | Moyenne | Haute | Moyenne |
| Harmonie paysagère | Moyen | Bon | Très bien | Très bien |
| Disponibilité | Excellent | Très faible | Faible | Faible |

***Tableau 5: Impacts environnementaux des différents matériaux***

| Matériaux | Adobe | Briques cuites | Ciment | FGC |
|---|---|---|---|---|
| Respect de la réglementation | Nul | Nul | Faible | Bien |
| Dommages environnementaux | Beaucoup | Enormes | Enormes | Faibles |
| Récyclabilité naturelle | Oui | Oui | Oui | Oui |
| Energie utilisée pendant la production | Nul | Enorme | Enorme | Moyen |
| Emission de CO2 | Nulle | Enorme | Enorme | Très faible |
| Besoin en eau | Beaucoup | Moyen | Moyen | Très faible |

## 2. Etude économique

Cette partie vise à faire ressortir les impacts de l'utilisation des différents types de matériaux sur l'économie du pays ainsi que le prix de revient de chaque type de construction.

### 1) L'impact sur l'économie nationale

La construction en banco est 100% locale, c'est-à-dire qu'il n'y a pas de matériau importé, par conséquent cela ne crée pas une sortie de devise. La construction en brique cuite

utilise des matériaux importés, même si ce n'est pas dans sa totalité (le ciment, la tôle, les chevrons…). On assiste donc à un flux sortant de devise un peu plus de la moyenne.

La construction en ciment utilise du ciment dans sa totalité. Le Tchad ne possédant pas encore d'usine de fabrication de ciment, il importe ce matériau du Cameroun en plus du fer à béton, des tôles… L'Etat, pour la construction de ses infrastructures publiques, utilise le ciment alors que ce dernier coûte très cher. Cela conduit le gouvernement à abandonner certains de ses projets, à les stopper ou encore à mal les exécuter.

**2) Le coût de construction**

# V. PLAN DE RESSOURCES HUMAINES

## 1. Fondateurs et équipe de management

# VI. ANALYSE FINANCIERE

## 1. Coût du projet

## 2. Compte de résultat prévisionnel

## 3. Plan de financement

## 4. Plan de trésorerie

## 5. Détermination de la VAN et du TRI

## 6. Test de sensibilité

## 7. Seuil de rentabilité

# VII. PLAN DE GESTION DES RISQUES

# VIII. LES IMPACTS ECONOMIQUES, SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX DU PROJET

## 1. Impacts économiques

Les Nations Unies et le gouvernement éthiopien ont reconnu que le FGC permet une réduction de 50% des coûts liés à la construction. En effet, la création de BH aura comme conséquence :

- ✓ La création d'emplois et ainsi l'accroissement des revenus de ses employés
- ✓ La construction de plus de maisons pour les populations à faibles revenus grâce au transfert de technologie sud-sud avec moins de dépenses gouvernementales. Rappelons que le PNUD et le TCHAD ont dépensé respectivement 2 045 000 US$ et 11 828 351 US$ pour résoudre le problème de logement. Cette somme colossale

pourrait servir à la construction des infrastructures de base tel que des hôpitaux, des écoles ou des routes si le déficit de logement n'était pas aussi grand.

## 2. Impacts socio-sanitaires

Le matériau FGC diminue le risque d'accidents et de maladies des ouvriers. Il est léger et facile à mettre en œuvre, à la différence des constructions traditionnelles qui exposent les travailleurs à des maladies pulmonaires (ciment) et bactériennes (banco). La possession d'un logement personnel améliore le cadre de vie et soulage les populations. La construction en matériau FGC favorise l'accès à un logement décent, améliorant ainsi les conditions de vie des populations : pas d'endettement et des ressources disponibles pour investir dans d'autres secteurs prioritaires comme la santé et l'éducation. En imaginant la diffusion à grande échelle des solutions Beti Halali, le développement des bidonvilles serait limité et les grandes villes seraient ainsi mieux urbanisées.

## 3. Impacts environnementaux

Le matériau dit FGC est performant au environnemental. Il assure le confort thermique, la sécurité, le gain d'énergie. Ces caractéristiques peuvent contribuer à la protection renforcée des habitants contre les incidents domestiques et les catastrophes naturelles comme les inondations ou les tremblements de terre. Le matériau FGC limite l'utilisation de ciment qui est responsable de l'émission de 0,8kgequCO2 par kilogramme de ciment fabriqué. Il peut être recyclé et réutilisé pour la fabrication de matériau neuf de même utilité (cloisons, portes, fenêtres). Il est non toxique et non polluant. En revanche la fabrication du FGC nécessite l'exploitation des ressources naturelles comme le chlorure et l'oxyde de magnésium, pouzzolane, conduisant ainsi à l'épuisement de ces matières.

# CONCLUSION

Dans l'optique d'atteindre les objectifs spécifiques cités en début du document, nous avons établi une méthodologie de travail qui nous a permis de les atteindre. L'objectif final étant d'évaluer l'opportunité et de crédibiliser l'implémentation de l'entreprise BH au Tchad, la démarche méthodologique de façon brève est la suivante :

- Recherche et collecte des données,
- Rédaction d'une première itération de Business Plan,
- Participation à un concours international pour une analyse d'experts,
- Comparaison technico économique des différentes variantes de construction de logement au Tchad,
- Conclusion.

Le fait d'analyser la situation sociopolitique et économique du Tchad et de faire ensuite la comparaison des différentes variantes de construction a été très intéressante en dépit d'un manque de documentation. Il en ressort que:

- Le banco a de mauvaises prédispositions de Génie Civil et n'améliore pas vraiment la situation sociale. Par contre, il limite l'émission de gaz à effet de serre et la dégradation de l'environnement. Du point de vue économique, il reste à un prix très bas (1 408 800 FCFA).
- La terre cuite a un prix de revient concurrentiel (6 867 940 FCFA) et dotée de caractéristiques techniques intéressantes, alliant de bonnes résistances mécaniques et une bonne tenue au feu. En revanche, c'est le matériau dont la production a le plus d'impact négatifs sur l'environnement, il est donc à prohiber.
- En ce qui concerne les constructions en béton, le matériau est doté de bonnes prédispositions techniques (caractéristiques mécaniques). Son désavantage est que sa production entraine une émission de gaz à effet de serre importante (0,8kgequCO2/ kg de ciment fabriqué) et le prix de revient de ces types de construction est hors de portée (12 789 700 FCFA) pour une classe moyenne de la population.

En définitive, parmi tous ces matériaux, le FGC présente des caractéristiques techniques très intéressantes pour un prix de revient nettement plus bas. Alliant la qualité et le coût, ce matériau peut être la solution au problème de l'habitat du peuple tchadien, voire africain.

# BIBLIOGRAPHIE


- United Nations Development Program (UNDP), Housing and Employment Sunshine Project, Technology Transfer Through South-South Cooperation. http://ssc.undp.org/uploads/media/UNDP_SunshineProj.pdf
- UN-HABITAT, Programme des Nations Unis pour l'Etablissement Humain. Country Program Report 2008-2009: TCHAD, 2009. http://www.unhabitat.org/list.asp?typeid=15&catid=186
- FGC Company, Negotiation test with the Sudanese company Sondos engineering Co, Report.
- Sondos engineering Co., Rapport de recherche sur l'évaluation des méthodes et des moyens en vue de rendre le logement possible, économique, sécurisé, solide et durable. 48 p.
- UN-HABITAT, The State of African Cities 2010 – Governance, Inequality, and Urban Financial Markets.
- UNDP & The Republic of Chad, 10 year Report on the Millennium Development Objectives, ROMD 2010.
- Bordereau des prix unitaires 2010, Ministère de l'habitat, République du Tchad.
- The project of FGC straw technology and series products, feasibility analysis, Sichuan Xinghe Building Materials Co., Ltd (http://www.ymzfcg.com/showroom/scxinghe/).
- Matériaux de construction en terre cuite, Fabrication et propriétés, par Michel Kornmann, Centre technique des tuiles et briques.
- PNUD, Rapport annuel de classement des pays en fonction de l'IDH, 2010.
- UN-HABITAT, Programme des Nations Unis pour l'Etablissement Humain rapport programme pays 2008-2009: TCHAD, 2009, http://mirror.unhabitat.org/list.asp?typeid=15&catid=186 .
- UN-HABITAT, rapport 2004.
- République du Tchad, rapport décennal sur la mise en œuvre des OMD, Août 2010.
- The project of FGC straw technology and series products, feasibility analysis, Sichuan Xinghe Building Materials Co., Ltd.

# ANNEXES

ANNEXE 1 : PLANS DES VILLAS STANDARDS ..... 27
ANNEXE 2: DEVIS ESTIMATIF DES DIFFERENTES OPTIONS DE CONSTRUCTION ..... 27
ANNEXE 3: CURRICULUM VITAE DE L'EQUIPE DE MANAGEMENT ..... 27
ANNEXE 4: ANALYSE FINANCIERE ..... 27

## Annexe 1 : Plans des villas standards

## Annexe 2: Devis estimatif des différentes options de construction

## Annexe 3: Curriculum vitae de l'équipe de management

## Annexe 4: Analyse financière