

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

GLOSSAIRE

INTRODUCTION.....	7
PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS SUR L'EXPLOITATION.....	9
CHAPITRE I : DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SUJET	11
Section 1 : Présentation du cas étudié : l'argile.....	11
Section 2 : le processus de fabrication.....	17
CHAPITRE II : ÉTUDE ET ANALYSE.....	24
Section 1 : La cuisson	24
Section 2 : Analyse de la briqueterie et tuilerie Malagasy.....	31
DEUXIÈME PARTIE : IMPACTS ET ENJEUX DE L'EXPLOITATION.....	46
CHAPITRE I : LES IMPACTS SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX DE L'EXPLOITATION.....	48
Section1 : Impact social de l'exploitation.....	60
Section 2 : Impact sur l'environnement.....	62
CHAPITRE II : LES ENJEUX DE L'EXPLOITATION.....	70
Section 1 : L'inexploitation du terrain.....	70
Section 2 : Suggestion et Perspective d'avenir.....	77
CONCLUSION.....	84
BIBLIOGRAPHIE.....	86
ANNEXES.....	87
LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	110
TABLE DES MATIÈRES.....	111

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

cf	: se conférer
RNI	: Réserves Naturelles Intégrales
RS	: Réserve Spéciale
PN	: Parcs nationaux
ST	: Stations Forestières
FC	: Forêts Classées
RF	: Réserves Forestières
PPR	: Périmètres de Reboisement et de Restauration
DREFT	: Direction Régionale des Eaux et Forêts et Tourisme
JIRAMA	: Jiro sy Rano Malagasy
CNIRIT	: Centre Nationale de Recherche Industrielle et Technologique
I	: investissement initiale
VAN	: valeur actuelle nette
TRI	: taux de rentabilité interne
IP	: indice de profitabilité
DRCI	: délai de récupération du capital investi
CF	: cash flow
A ^{ts}	: amortissement
CA	: chiffre d'affaire
CV	: charge variable
PU	: prix unitaire
IBS	: impôt sur le bénéfice de la société
R Net	: recette net
t	: taux
%	: pourcentage
°	: degré
°C	: degré Celsius
H	: heure
Ar	: Ariary
j	: jour

ha	: hectare
K Cal	: kilocalorie
kg	: kilogramme
mm	: millimètre
cm	: centimètre
L	: longueur
R	: retrait
Q	: quantité
m	: masse
n	: nombre d'année
C	: chaleur spécifique
Δ	: variation
N	: nombre
P	: pouvoir calorifique
Na Cl	: sel de cuisine
O ₃	: ozone
CO ₂	: dioxyde de carbone
CH ₄	: méthane

GLOSSAIRE

Argile : c'est une roche sédimentaire meuble, imperméable, grasse au toucher, qui est imbibée d'eau, peut être façonnée

Absorbant : ce qui absorbe un liquide, perméable.

Adjuvant : c'est le produit que l'on ajoute à un autre pour améliorer les caractéristiques.

Adsorbant : ce qui se dit d'un corps qui adsorbe.

Brique : c'est un matériau de construction à base d'argile, moulé et cuit au four.

Briqueterie : c'est l'endroit où l'on fabrique des briques et tuiles.

Carotté (carotter) : extraire des échantillons du sous sol avec une tige de forage

Ductile : ce qui peut être étiré, allongé sans se rompre.

Dessiccation : c'est l'élimination de l'humidité d'un corps.

Étanchéité : c'est le caractère de ce qui est étanche (qui retient bien).

Excavation : c'est l'action de creuser dans le sol.

Extrusion : c'est le procédé de mise en forme, qui consiste à pousser la matière à travers une filière.

Exigüité : c'est l'étroitesse d'un espace.

Ferrugineuse : qui contient du fer ou l'un de ses composés.

Gâcher : délayer et malaxer quelque chose.

Humectation : c'est l'action de rendre humide ou de mouiller légèrement.

Homogène : ce qui ont des éléments constitutifs de même nature.

Homogénéité : c'est la qualité de ce qui est homogène, cohérence, cohésion.

Inaltérable : ce qui ne peut être amoindri.

Intrinsèque : ce qui appartient à l'objet lui-même, indépendamment des facteurs extérieurs.

Porosité : c'est le rapport du volume des vides d'un matériau, d'un produit, d'une roche au volume total.

Nappe phréatique : c'est une nappe aquifère ; formée par l'infiltration des eaux de pluie et alimenta des puits ou sources.

Point de quartz : c'est la température à laquelle la structure cristalline du quartz est modifiée.

Silicate : c'est un minéral formé à partir d'un motif élémentaire tétraédrique (Si O_4) comportant un atome de silicium au centre et des atomes d'oxygène aux quatre sommets.

Il représente la principale famille des minéraux et entre dans la composition de la majorité des roches magmatiques et métamorphiques.

Schiste : c'est une roche sédimentaire ou métamorphique ; susceptible de se débiter en feuillets.

Tuile : c'est un matériau de construction à base d'argile, moulé et cuit au four.

Quinconce : assemblage d'objets disposé par cinq.

INTRODUCTION

La richesse des Hautes Terres en roches argileuses fait la beauté des anciennes grandes villes. La ville de Fianarantsoa, parmi les quelques endroits à Madagascar, a une architecture uniforme datant du 19^{ème} siècle. Elle est ornée de maisons centenaires avec de murs en briques et de toitures en tuiles construites en terre cuite nichées sur une colline de granite. Au fil des siècles la terre, faisant partie des matériaux, a acquis ses titres de noblesse dans la construction. La solidité d'une maison est meilleure lorsqu'elle est construite par de produits en terre cuite : forte résistance aux intempéries, réduction de risque d'incendie, durée de vie assurée, équilibre technique garantie.

Actuellement, la pauvreté, la croissance démographique et le manque de revenus viennent souvent bloquer l'accès des pauvres à un logement répondant à des critères de normes minimum de santé et d'hygiène. Le prix des matériaux de construction : tôle, fer, ciment, est trop élevé et ne fait qu'aggraver la situation.

La plupart des terres à Fianarantsoa sont argileuses, ce qui facilite la construction et diminue le coût des matériaux en argiles.

L'accès financier et physique des matériaux de construction en argile et l'abondance des terrains argileux dans le Faritany de Fianarantsoa nous ont amené à choisir ce thème qui s'intitule : « ***Étude sur l'exploitation des terres argileuses dans la Région de Mahatsiatra Ambony*** ».

Le but de ce thème consiste à améliorer la qualité de l'habitat en respectant la normalisation de la production des matériaux en terre cuite, mais aussi la valorisation des ressources naturelles qui sont abondantes et locales, tout en harmonisant les actions pour la lutte contre l'exploitation illicite.

Le développement du thème comportera deux grandes parties dont chacune est divisée en deux chapitres :

- la première partie intitulée : Généralités sur l'exploitation avec une description générale et une analyse.
- la deuxième partie intitulée : Impacts et Enjeux de l'exploitation.

La briqueterie est une des activités due par l'exploitation des terres argileuses, elle sous entend dans notre étude à la fabrication des briques et des tuiles. Cette activité est très nombreuse dans la région, pourtant nos principales sources d'informations concernant la

briqueterie sont limitées : seuls l'observation directe et les entretiens sur terrain qui nous ont permis de mieux connaître le système de la briqueterie. C'est à partir des données recueillies que nous avons constatées les problèmes rencontrés dans le domaine de la briqueterie et d'en suggérer des solutions pour l'amélioration de la qualité de la briqueterie.

Nous avons rencontré certaines difficultés lors de la collecte des informations comme : l'inexistence des livres concernant la briqueterie dans la Bibliothèque principale de la ville CEDII (Centre d'Étude et de Documentation Inter- Institutionnelle), sans parler aussi de l'inexistence du nombre exacte des briquetiers dans la région comme ils ne figurent pas dans la liste de l'Institut National de la Statistique de Fianarantsoa.

Les enquêtes sur terrain sont effectuées dans la ville de Fianarantsoa et ses environs : Andrainjato Nord, Ampompoka, Andraiamboasary, Ambalakely, Mahazengy, Ankidona.

Localisation géographique de Fianarantsoa

La ville de Fianarantsoa est délimitée comme suit:

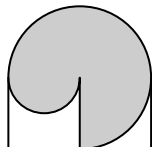
- Au nord : par la commune rurale Ivoamba et Ambalakely
- Au sud : par la commune rurale Talatan' Ampano
- À l'ouest : par Nasandratrony
- À l'est : par la commune rurale de Taindambo et Andrainjato centre

Sa superficie est de 138,69 km² ; divisée en sept (7) Arrondissements :

- Vatosola
- Andrainjato Nord
- Ville Haute
- Manolafaka
- Lalazana
- Andrainjato sud
- Ville basse

Première partie

« Généralités sur l'exploitation »



Cela fait des millénaires que l'argile fût utilisée par l'homme. La fabrication des produits en terre cuite (poterie, briques, tuiles, carreaux, etc...) remontait à l'époque de la haute antiquité. En effet, les Égyptiens l'utilisaient dans le procédé de momification.

Nos ancêtres n'ont pas connu l'utilisation des produits en terre cuite, autrefois tout se faisait en terre crue.

C'était en 1831 que fut introduite à Madagascar par Jean Laborde la technique de cuisson des briques et des tuiles.

L'utilisation des matériaux en terre cuite se généralisait dès le XIXème siècle, surtout dans l'architecture des Hautes Terres.

Cependant avant 1869, il était interdit d'entreprendre de construction avec des matériaux permanents en terre cuite car elle était réservée aux familles royales. Les autres maisons étaient alors construites en bois, ou en bambou.

Mais au cours de la modernisation, poussée par la rareté sans cesse croissante du bois autour des villes, la reine Ranavalona II a levé l'interdiction contre l'utilisation de matériaux permanents et disponibles en l'occurrence les terres cuites.

Ce fût ainsi que l'introduction de la technique de construction plus moderne et plus durable, répondant à une demande urbaine s'est développée.

CHAPITRE I :

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SUJET

De nos jours il est intéressant d'exploiter les techniques de construction en se basant sur l'utilisation optimale des ressources locales, comme les terrains argileux car l'accès à ces matières premières est moins difficile.

Mais avant toute éventuelle mise en exploitation, il est nécessaire de faire une étude approfondie sur l'argile et sur la future exploitation de la carrière.

Section 1 :

Présentation du cas étudié : l'argile

L'argile est une roche sédimentaire meuble, provenant de la décomposition d'espèces minérales composées principalement de silicate d'alumine.

Elle est imperméable, grasse au toucher et peut-être facilement façonnée lorsqu'elle est imbibée d'eau : elle fait obstacle à l'infiltration d'eau, permet la formation de nappe phréatique et peut également freiner la remontée du pétrole vers la surface.

Elle est composée de nombreux minéraux tels que : silice, aluminium, magnésium, calcium, fer, phosphore, sodium, potassium, cuivre, zinc, cobalt, de la chaux.

§1 : La propriété de l'argile

Les minéraux argileux se présentent sous forme d'un empilement de fines lamelles qui peuvent glisser les unes sur les autres en présence d'eau, grâce à sa structure lamellaire et avide d'eau.

Ainsi à une certaine quantité d'eau d'humectation, elles font des pâtes pour donner une masse plastique, et avec une quantité d'eau plus supérieure, elles deviennent collantes.

L'argile sèche absorbe de l'eau seulement jusqu'à son état de saturation, là où elle devient imperméable.

L'argile gonfle en présence d'eau et se rétrécit lors du séchage.

L'argile durcit au séchage et devient inaltérable, même à l'eau après cuisson.

Avec l'augmentation de la pression et de la température, l'argile peut être transformée en schiste argileux.

Mais soumise aux intempéries et notamment à l'action de l'eau et du gaz carbonique, l'argile peut s'altérer et se désintégrer, être transportée par les cours d'eau jusqu'à la zone de sédimentation (lits de rivières, lacs, grands fonds océaniques).

Enfin la structure en feuillet et la plasticité des argiles peuvent, dans certaines conditions, être la cause de glissement de terrain.

A. Identification de l'argile

Nous avons adopté deux méthodes pratiques :

a) Essai à sec

L'argile sèche est dure, difficile à écraser entre les doigts.

Rayer à l'ongle, elle donne un éclat vitreux.

Happer à la langue grâce à sa propriété avide d'eau.

b) Essai à l'état humide

La pâte d'argile laisse intacte la trace du doigt qui y pénètre.

En traitant la pâte d'argile sous forme de boudin et en le prenant entre les deux doigts, on constate une déformation en courbe sans rupture (20 à 25 cm)

En faisant une brique, on constate une diminution des dimensions au séchage

Analyse granulométrique : essais de sédimentation simplifiée (flacon de verre transparent).

Dans le cas des argiles très plastiques la correction granulométrique par des dégraissants est nécessaire ; les différents types de dégraissants sont :

- La latérite
- Le sable
- La partie supérieure d'une couche d'argile contenant plus de minéraux inertes.

Le produit fabriqué en argile est l'un des matériaux de construction les plus promoteurs. Sa production joue un rôle très important dans l'économie informelle ; prenons comme exemples la brique cuite et la tuile.

B. L'exploitation de l'argile

Il est important d'effectuer certaine étude avant de commencer l'exploitation d'une carrière. Cela commence par l'étude de gisement et l'étude économique.

a) Étude de gisement

L'étude du gisement s'effectue à partir des cartes (étude géologique), des examens de surfaces disponibles et enfin des analyses sur terrain.

Mais à Fianarantsoa la plupart des analyses effectuées ont donné des résultats peu détaillés par insuffisance ou manque des matériels et des moyens adéquats.

Normalement pour l'argile on pratique des sondages carottés selon le maillage donné en fonction de la qualité du gisement et de l'utilisation envisagée. Les gisements exploitables sont superficiels et la réalisation de tranchées est aisée.

Le gisement est caractérisé par son extension géographique, son épaisseur, son pendage, son uniformité, la hauteur de la découverte et finalement sa puissance.

Les informations sur les conditions géologiques de formation des couches donnent des indications sur l'uniformité, les impuretés potentielles.....

On rencontre souvent plusieurs couches d'argile superposées avec d'autres couches des propriétés différentes.

Dans une couche, la partie inférieure est souvent de plasticité inférieure. Des veines plus ou moins argileuses viennent s'intercaler entre les bonnes couches.

On rencontre aussi des impuretés comme des bancs de silex, des nodules de calcaire, des bancs de coquillages et fossiles, des pyrites, des matières organiques : lignite, tourbe...

Il faudra sans doute les éliminer. L'exploitation sera donc sélective, quand c'est possible et économique.

On étudie ensuite les propriétés des argiles obtenues : les mélanges existants et les propriétés des produits cuits finaux.

Une carrière d'argile peut être exploitée en long terme (10 à 30 ans).

b) Préparation technique de l'exploitation

Après évaluation du gisement, on réalise les études économiques de sa mise en œuvre. Pour la rentabilité du projet, il est crucial de voir le rapport entre la puissance exploitable et le volume de découverte, la distance carrière-usine joue alors un rôle très important.

Il faut étudier le trajet effectué à l'intérieur de la carrière et aussi entre la carrière et l'usine pour constater l'accessibilité au transport.

Le plan d'exploitation est préparé en fonction du procédé d'exploitation prévu et de l'état de développement de la carrière. En effet l'exploitation d'une carrière mérite un soin particulier.

Il faut constater avec justesse les divers détails pouvant nuire à l'avenir du projet : la hauteur des fronts de taille, la formation éventuelle de gradins, la stabilité des talus, selon leur nature et leur humidité.

Il faut voir de près aussi le drainage et l'évacuation de l'eau de carrière : l'eau peut s'accumuler par infiltration, par ruissellement à cause des pluies. Un mauvais drainage et une mauvaise évacuation d'eau peuvent créer des problèmes de stabilité des couches, des risques de contamination entre les couches et peuvent compliquer le transport de l'argile.

Il faut limiter au mieux les arrivées de l'eau : il est préférable si c'est possible de garder le drainage et l'évacuation la plus propre possible.

Le problème de voisinage est aussi très important. Il faut l'examiner surtout durant la période d'extraction ; les voisins peuvent se plaindre des bruits, des poussières, de la circulation (le mouillage et traitement des pistes sont à recommander), et de la saleté des routes. Le nettoyage des roues des camions qui quittent la carrière serait préférable.

Si on tenait compte de ces problèmes dès la conception du projet, il serait plus facile de les résoudre. En effet une réunion, voire une relation avec le voisinage est essentielle et indispensable.

On ne doit pas oublier l'endroit pour stocker l'argile. En effet l'extraction ne se fait pas tout au long de l'année. Il existe des périodes mortes de la carrière (période de pluie qui pourrait être dangereuse à cause des glissements de terrains). Donc il faut avoir un endroit assez spacieux pour mettre les stocks qui assure la production annuelle.

c) Préparation Administrative

Généralement l'administration donne une autorisation d'exploiter avec un certain nombre d'exigences et de limites. A part les études effectuées ci-dessus il faut y ajouter l'étude des impacts du projet avec souci de conservation et protection environnementales. Des enquêtes publiques pour informer les populations sur le projet s'avèrent aussi utiles.

A la suite de ce long travail de préparation l'autorisation sera obtenue. Pour faciliter le travail auprès de l'administration, la précision de quelques détails suivants sont nécessaires :

- la précision sur la carrière si elle est : achetée, concédée, louée ;
- description de l'état initial des lieux avant la création de la carrière ;
- protection des intérêts liés à l'environnement, et études des effets prévisibles de l'exploitation future sur la qualité de l'environnement et sur la sécurité du public ;

- les mesures prises pour limiter les nuisances de l'exploitation et prévenir les pollutions ;
- protection des ressources en eau, contrôle des rejets d'eau ;
- proposition des moyens de transport les mieux adaptés ;
- travail par phases avec des déboisements limités et de la remise en état du terrain après exploitation.

§2: Modes d'exploitation

Pour la plupart des cas l'extraction se fait à ciel ouvert. Pour l'argile l'abattage à l'explosif n'est généralement pas nécessaire car il est assez tendre. Cependant, si l'argile est recouverte d'une couche plus dure, une nouvelle approche plus appropriée s'avère nécessaire. On trouve souvent deux types de carrières :

A. Les carrières au fond de vallée ou de plaines :

Il s'agit souvent de couches fluviales récentes en forme de lentilles horizontales. Elles sont souvent assez minces, leur exploitation est assez simple. Les problèmes de stabilité des pentes sont moindres sauf au cas où il y a des accumulations d'eau importantes au fond de la carrière avec ou non des interactions ou non avec la nappe phréatique. L'eau stagnante peut devenir polluée.

B. Les carrières de collines :

Il s'agit souvent de couches marines plus anciennes qui ont été remodelées par tectonique. Elles peuvent être très épaisses (plusieurs centaines de mètre) avec des orientations plus ou moins en pentes. L'exploitation se fera à flanc de coteau, en fonction de la topologie. On peut alors faire des gradins pour l'exploitation avec des pelleteuses. De façon plus rustique, il est aussi possible de réaliser un plan incliné de glissement, en bas duquel on charge l'argile poussée du haut par un bulldozer. La stabilité des pentes à court et à long terme est très importante, en particulier en zone sismique.

L'exploitation est dite en butte lorsqu'elle se fait à flanc de coteau ou de talus, et en fouille quand elle se fait en excavation.

Les hauteurs de front de taille sont souvent comprises entre un mètre à une vingtaine de mètre environ, pour des raisons d'épaisseur de couche, d'accès des engins, de stabilité et de sécurité quand les couches sont épaisses.

La hauteur des gradins est limitée par le rayon d'action des engins. L'exploitation commence par l'enlèvement de la découverte à l'aide de pelle, de bulldozer... la terre végétale est stockée de façon sélective dans des tas de hauteur limitée pour lui conserver sa valeur humifère.

Parfois une mince couche d'argile est conservée en fond de carrière pour assurer la protection des sols et sous-sols, contre une pollution accidentelle. On s'efforce parfois d'exploiter chaque couche de façon séparée afin de limiter les pollutions et les variations de compositions.

Ce tri devient cependant plus difficile et moins économique actuellement avec les nouveaux modes d'exploitation à haute productivité.

Souvent, l'extraction est réalisée au cours de campagnes courtes et intenses (quelques mois) dans une période bien choisie. Cette approche a tendance à se généraliser.

Le travail en campagne permet de l'extraire dans de bonnes conditions climatiques, d'optimiser l'organisation, de limiter dans le temps l'impact écologique et d'être moins sensible aux variations de la géologie.

On sait maintenant que l'argile est une matière facilement exploitable. Elle peut être utilisée de différentes manières : pour la construction (brique, tuile, faîtière), pour la santé en géo thérapie (thérapeutique naturelle : elle a une action adsorbant et des vertus antiseptiques : soulage la douleur et cicatrise rapidement les blessures), pour les ménages comme les ustensiles de cuisine (« *sinibetany* », « *fantanamitsisy* », « *vazytanimanga* »¹) et les effets décoratifs. Mais on s'intéresse particulièrement aux matériaux de construction en argile : les briques et les tuiles en terre cuite.

En ce qui concerne les produits fabriqués en argile, il existe trois modes de fabrication différents : celui qui est fabriqué en terre crue, en terre cuite, et enfin en fibrociment.

On choisit la fabrication avec de l'argile en terre cuite car c'est la plus rentable aussi bien pour les producteurs que pour les consommateurs. En effet les producteurs n'utilisent aucune autre matière première à part l'argile, ce qui rend le prix des matériaux de construction en argile moins cher par rapport aux autres matériaux de construction.

¹ Réservoir d'eau, cuisinière économique, poterie d'argile

Section 2:

Les processus de production

§1: Généralités sur les matériaux en terre cuite

La terre cuite, elle seule a la quasi-totalité des fonctions de la construction pour lutter contre les intempéries (le froid, la chaleur, la pluie) et aussi pour donner une image de marque à une ville. En plus des caractéristiques de la terre cuite tels que l'étanchéité à l'eau, dureté, la résistance aux intempéries, isolation thermique et acoustique, de multiples possibilités de couleurs et de reliefs favorisant l'esthétique et l'écologique d'une maison en terre cuite de la fondation à la toiture, répondent à toutes les exigences du vingtième siècle. Par ailleurs signalons aussi quelques particularités de l'argile :

- ses qualités intrinsèques de stabilité chimique et de durabilité (jusqu'à des centaines d'années)
- sa place au premier rang des matériaux permettant de dater les civilisations
- son maintien de façon inaltérée ces qualités au cours du temps
- son assurance à la pérennité de la construction et à l'intégration à l'environnement.

La fabrication de ces matériaux utilise comme matière première de base « l'argile » grâce à ses caractéristiques générales : plastique, facile à modeler sous différentes formes voulues, pouvant déjà être dur lors du séchage, pour devenir pratiquement inaltérable après cuisson.

A Madagascar on constate la dépréciation du rapport qualité -technique - prix sur les matériaux en terre cuite, surtout dans le cadre de la fabrication artisanale ou informelle.

Ceci est dû au concours de plusieurs facteurs :

- inexistence de normes en vigueur
- non-exigence des utilisateurs
- non maitrise des paramètres et contrôle de qualité du processus et des procédés de fabrication
- concurrence des matériaux en plastiques ou en métaux importés
- goût d'exotisme et d'imitation illogique

Les paramètres de qualité des procédés de fabrication sont en corrélation étroite avec les caractéristiques spécifiques des différentes terres argileuses.

Ainsi, l'étape primordiale de la fabrication est donc l'identification et la connaissance des matières premières.

En conclusion, pour avoir de bonnes briques, tuiles il faut à priori savoir et choisir les matières premières adéquates. Mais savez-vous comment on fait pour créer ces excellents produits de la matière première ? Ce sont des matériaux de construction qui sont fabriqués en portant une petite quantité d'argile, préalablement modelée, à une température appropriée- la température de frittage. Les particules d'argile commencent alors à se fondre et s'agglomèrent pour former une masse à caractères pierreux.

Après la cuisson la brique conserve une certaine porosité, qui lui confère d'ailleurs des propriétés spécifiques et la distingue des autres matériaux de construction.

Le processus de production de la terre cuite se compose de différentes étapes :
Pour la brique le processus de fabrication est comme suit :

- l'extraction des matières premières
- la préparation de l'argile
- le façonnage
- le séchage
- la cuisson

Normalement pour les tuiles les différentes étapes sont l'extraction, le mélange des terres, le moulage, le pressage, le séchage, la cuisson, le dépilage, le triage, la palettisation. La seule différence entre le processus de fabrication des briques et celui des tuiles réside dans l'utilisation de l'argile pure pour les tuiles, mais les briques et les tuiles pourront être cuites dans un même four et en même temps.

A. L'extraction

L'argile est extraite dans des argilières situées en zone d'extraction. Elle est omniprésente dans le sous-sol et ses propriétés diffèrent en fonction de l'origine géologique : découverte des terres végétales et de la croute de latérite grâce à un épluchage soigné, banc d'argile sur la surface la plus large possible.

L'extraction de l'argile ne crée pas de poussière dangereuse, contrairement aux poussières des carrières de granit, de marbre et d'autres pierres car contenant plus ou moins 15% d'eau, elle est souvent humide au moment de l'extraction.

De plus, Une briqueterie jouxte généralement une argilière. Certaines briqueteries ajoutent des argiles en provenance d'autres argilières afin d'étoffer la gamme de produits.

Après l'extraction, on laisse l'argile se reposer au moins 24 heures avant de la préparer.

B. La préparation de l'argile

La préparation comprend deux opérations principales : le broyage et le malaxage d'une part, le dosage et le mélange des matières premières d'autre part.

Le but est d'obtenir une masse argileuse bien homogène et plastique qui sera facilement transformée en produit fini.

a) Broyage et malaxage

Ces opérations ont pour but de rendre la masse d'argile homogène et de lui conférer la plasticité nécessaire au moulage des briques et tuiles et également de réduire les inclusions solides éventuellement présentes dans l'argile (exemple : nodules de pyrite et inclusions de chaux) pouvant influencer négativement la structure du produit en terre cuite.

C'est une étape très importante qui s'effectue dans les broyeurs mécaniques à meules verticales, appareil en forme de cuve dans lequel tournent deux meules qui pressent l'argile à travers d'un fond perforé formant tamis (cas des entreprises où toute est mécanisée et des entreprises semi-industrielles). Les entreprises artisanales utilisent des pelles et c'est à la main que le travail sera achevé, en mélangeant les argiles de haut vers le bas, de bas en haut pendant 3 jours.

Si l'on utilise du schiste qui n'est rien d'autre que l'argile pétrifiée comme adjuvant, il faut le concasser et le moudre par étapes successives en une fine poudre qui sera gâchée à l'eau pour obtenir une pâte (argileuse) présentant la plasticité souhaitée.

Enfin l'argile contient également des débris organiques nuisibles à la qualité du produit fini, et qui ne peuvent être éliminés que par l'action bactériologique. A cette fin, l'argile est stockée en quelque temps dans un lieu sombre et humide propice au développement de ces bactéries.

b) Dosage et mélange

Aujourd'hui, on ne fabrique plus les briques uniquement à partir des argiles locales, comme c'était le cas auparavant. Pour obtenir une qualité optimale de matière première, divers types d'argiles sont mélangés, toujours sous contrôle permanent. On peut aussi garantir la qualité constante des produits en terre cuite.

Les adjuvants peuvent influencer les propriétés des produits finis. Ainsi, l'ajout du pigment peut en modifier la couleur, l'ajout de la sciure de bois à une influence sur la porosité...

La préparation de la matière première s'accompagne d'une addition d'eau ou de la vapeur. L'addition d'eau permet de garantir une mise en forme facile de l'argile, tandis que la vapeur augmente la plasticité de l'argile.

Comme on le sait, l'argile gonfle en présence d'eau et se rétrécit lors du séchage. Il est donc nécessaire de connaître la dimension exacte des produits après le séchage ; il faut calculer le retrait d'une pâte et la dimension de la moule.

1- Mode de calcul des retraits d'une pâte d'argile :

$$R_1 = \frac{L_0 - L_1}{L_0}$$

L_0 : longueur initiale de l'éprouvette (mm)

L_1 : longueur après séchage (mm)

R_1 : retrait au séchage (%)

$$R_2 = \frac{L_1 - L_2}{L_1}$$

L_2 : longueur après cuisson (mm)

R_2 : retrait à la cuisson (%)

$$R = R_1 + R_2$$

2- Mode de calcul des dimensions de la moule :

$$L_0 = \frac{L_1}{1 - R/100}$$

L_0 : longueur de la moule (cm)

L_1 : longueur de la brique cuite (cm)

R : retrait total (%)

Après la préparation de l'argile, nous allons voir le procédé de fabrication des briques et des tuiles.

§2 : Le procédé de fabrication

A. Le façonnage

On peut avoir plusieurs briques et tuiles de différentes formes.

a) les différentes sortes de briques

— brique moulée main :

La méthode de moulage la plus ancienne est le façonnage à la main des briques (utilisé pour la plupart à Madagascar). Le mouleur prend une certaine quantité d'argile, la jette dans un moule en bois préalablement sablé pour éviter que la pâte n'adhère aux parois, presse convenablement la terre pour remplir le moule, arase l'excédent et retourne l'appareil pour démouler la brique crue ou brique non cuite.

Pour faciliter cette opération, l'argile doit être relativement ductile et humide évitant ainsi au mouleur de devoir exercer un effort trop important.

Par conséquent la brique « moulée main » présente une surface irrégulière, caractérisée par des plissures.

Dans l'industrie briqueterie moderne, hautement mécanisée, les briques « moulée main » ne le sont toutefois par la main de l'homme. Toutes les opérations sont restées identiques, mais ce sont des machines qui ont pris la relève ; mais pour ceux qui sont semi-industrialisés sont toutefois effectuées par la main de l'homme.

Après avoir servi au façonnage, les moules nettoyés à l'eau sont réutilisés. L'eau est récupérée par circuit fermé. L'excès d'argile arasé lors du moulage est réutilisé comme matière première.

Le sablage du moule avec du sable ou de la sciure est aujourd'hui aussi entièrement mécanisé pour ceux qui ont les moyens.

Si l'on remplace ce sablage des moules par un rinçage à l'eau, on obtiendra une brique non sablée qui a la couleur pure de la terre cuite qui est la meilleure couleur.

La partie inférieure du moule comporte généralement un renflement qu'on retrouve dans la brique de terre cuite. Il arrive encore qu'une brique soit réellement moulée à la main même pour les industries hautement mécanisées mais seulement pour certains formats particuliers non compatibles avec la machine ou en cas d'utilisation d'argile spéciale.

— brique pressée :

Les briques moulées à la presse forment une catégorie à part. On introduit dans les moules, de l'argile relativement sèche que l'on comprime vigoureusement pour lui donner la cohésion voulue.

Ces produits présentent une surface grenue et une forme géométrique bien marquée.

— brique étirée :

Les briques pour maçonnerie ordinaire sont presque exclusivement fabriquées par extrusion. La masse d'argile est extrudée sous forme d'une carotte continue à section rectangulaire. Ce boudin d'argile est alors coupé à intervalles réguliers. Chacun forme une brique qui présente quatre faces assez lisses suite au coulissement dans la filière, et deux faces de sectionnement plus grossières.

L'étireuse permet une production beaucoup plus rapide que n'importe quel autre procédé, et de plus, elle est parfaitement adaptée au façonnage de briques perforées. Ce mode de fabrication est également utilisé pour produire des briques de parement, mais dans ce cas, l'aspect des faces sera plus soigné.

Il existe des types de produits autre que ceux ayant été cités précédemment comme : la brique conique, la brique perforée, la brique creuse, l'hourdis, les faitières, les claustras, la tuile plate, la tuile canal, la tuile mécanique et la tuile à glissement ; les processus de fabrication restent le même, seul les moules changent.

b) les différentes sortes de tuiles

— tuile plate ou tuile en écaille :

La tuile plate est une tuile de forme très plate avec un arrondi sur la partie basse, munie d'un crochet qui permet de la fixer aux lattes de la toiture ; elle s'adapte plutôt à des toits de forte pente, préférable pour les pentes supérieures à 30°. On les pose à joints croisés en faisant se chevaucher les unes les autres. La tuile plate peut avoir plusieurs dénominations comme : la tuile à crochet, la tuile en écaille ou tuile plate traditionnelle.

— tuile canal :

La tuile canal est une tuile de forme de demi-cylindre qui convienne aux faibles pentes moins de 20°. Elle mesure en général de 30 à 50 cm de long pour un largeur de 15 à 20 cm et alterne une série de tuiles formant gouttière. L'assemblage des tuiles canal se fait deux par deux, une tuile de dessus ou « tuile de chapeau » avec le dos en haut, une tuile de dessous ou « tuile de courant » avec le dos en bas ; la tuile de dessus venant recouvrir partiellement la tuile du dessous. Ainsi l'eau qui ruisselle sur le dos des tuiles est recueillie par le canal que constituent les tuiles du dessous.

— tuile mécanique ou à emboîtement:

Les tuiles mécaniques s'emboîtent les unes dans les autres grâce à des cannelures situées en tête et sur les côtés, facile d'emploi, stable au vent, elles s'adaptent à toutes les pentes de

toit mais elles conviennent le mieux pour les pentes allant de 25° à 60°. La face évacuant l'eau de la tuile à emboîtement est pourvue d'une côte centrale qui donne à la tuile une grande résistance mécanique.

La forme de la tuile donne à la toiture un aspect légèrement ondulé. Ce sont surtout les briquetiers industrialisés qui fabriquent les tuiles mécaniques.

— tuiles accessoires :

Par leur forme elles permettent la finition de la toiture, par exemple les tuiles faîtières (faîtage), le contour de cheminée, etc....

B. Le Séchage

Avant d'être cuites les briques crues doivent encore perdre une grande partie de leur teneur en eau. Le séchage se poursuit jusqu'à ce que les briques ne contiennent que 2% d'eau.

Le risque serait de les voir se fendre ou s'éclater sous la dilatation de la vapeur dans la masse pour éviter cela on peut ajouter des balles de riz avec l'argile pour empêcher les briques de craqueler durant le séchage et rend les produits plus légers.

D'autre part, la stabilité dimensionnelle du produit n'est obtenue qu'au terme du retrait consécutif à la dessiccation. Le séchage s'opère dans des chambres où il se poursuit de manière régulière et rapide (généralement 2 à 4 jours). On utilise l'air chaud de la zone de refroidissement du four pour le séchage des briques.

La température et le taux d'humidité sont contrôlés tout au long du processus de séchage.

Avant la cuisson il faut étaler les produits dans le hangar au moins 15 jours (même 20 jours voire 1 mois dépendant de la qualité des produits) pour avoir une couleur blanche. C'est seulement après ce délai que les produits peuvent rentrer dans le four pour la cuisson.

La cuisson est une étape primordiale de la fabrication, il ne faut pas négliger cette étape afin d'obtenir des produits résistants. Il est nécessaire d'effectuer une étude et une analyse de l'argile pour connaître le processus et les paramètres de production, afin d'obtenir un produit de qualité défiant toute concurrence.

L'étude et l'analyse de la briqueterie permettent de connaître, d'identifier les aspects négatifs et positifs de la briqueterie de la région, et d'apporter des suggestions pour une amélioration de la production.

CHAPITRE II :

ÉTUDE ET ANALYSE

Avant d'entamer une éventuelle mise en exploitation, une étude et une analyse préalables de la briqueterie sont nécessaires.

Section 1 :

La cuisson

La cuisson est une étape très importante dans le processus de fabrication des produits en terre cuite. Elle doit être bien vérifiée afin de parfaire la qualité des produits.

§₁ : Le caractéristique de la cuisson en générale

A. La valeur calorifique du combustible

C'est la dernière étape à subir pour la brique d'argile façonnée et séchée avant de devenir une brique terre cuite à proprement parler. D'une grande importance cette phase doit se dérouler progressivement. On augmente graduellement la température de cuisson (comprise entre 850 et 1200°C en fonction du type d'argile) ; on diminue ensuite progressivement la température jusqu'au refroidissement complet.

Chaque mélange d'argile se caractérise par sa propre « courbe de cuisson ».

On peut modifier l'atmosphère du four. La cuisson en oxydation (= avec apport d'oxygène) est la plus fréquente et produit la teinte « normale » : le rouge parce que l'argile est généralement ferrugineuse.

Dans une atmosphère réductrice (sans apport d'oxygène) on obtient des couleurs plus foncées. Une réduction partielle produit, quant à elle, des teintes fortement nuancées.

Il existe deux types de fours : les fours continus et les fours discontinus.

Pour les fours à fonctionnement discontinu, le mode opératoire comprend le chargement, la mise à feu, l'extinction et le refroidissement du four, lorsque la cuisson est terminée.

Dans un four continu de type tunnel, le feu ne s'éteint jamais ; alors le chargement de la combustible et l'extrait des résidus y afférents suivent un cycle régulier et ininterrompu.

Il faut éliminer l'humidité qui réside dans les briques ; en préchauffant les briques grâce aux fumées émanant de la zone de cuisson du four. A partir d'une température comprise entre 450°C et 600°C, on ralentit la montée en température des briques. C'est autour de cette température que se produit le « point de quartz » : il s'agit de la température à laquelle la structure cristalline du quartz est modifiée. A cette étape de la cuisson, les briques sont très sensibles à la formation de fissures.

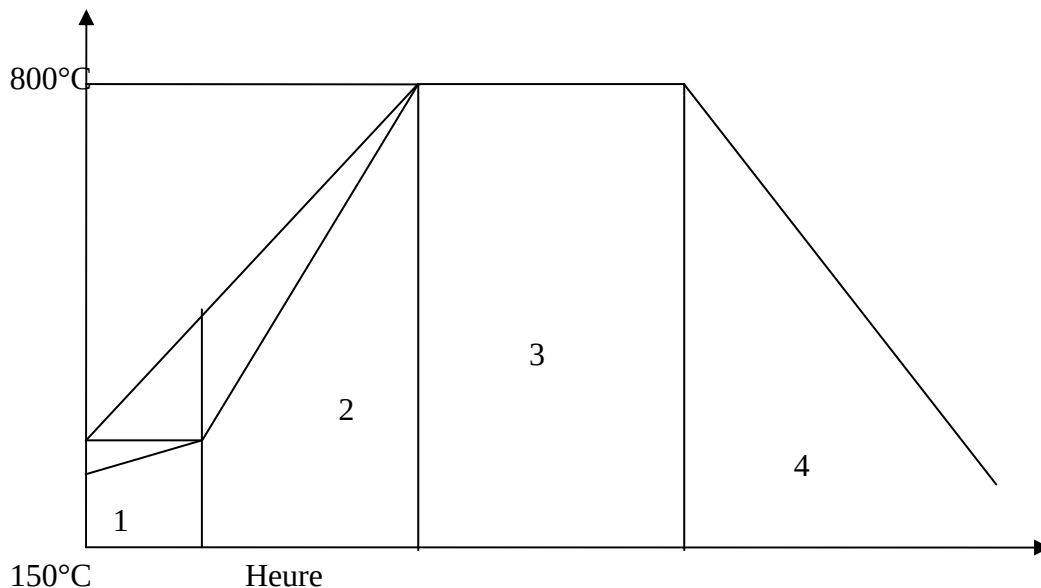
La cuisson des briques proprement dite se fait environ à mi-parcours du processus de la cuisson, à une température allant de 1000°C à 1200°C. Le frittage de l'argile se fait à cette température et se forme alors la structure définitive de la brique.

La dernière phase consiste à refroidir les briques. Cette opération doit s'effectuer de façon très contrôlée pour éviter tout risque de fissuration ; on laisse les produits 2 à 3 jours dans le four pour le refroidissement et seulement après que le défournement s'effectue.

Schéma n°1 :

Diagramme de conduite de la cuisson (combustible en bois)

Température



Source : personnelle, juillet 2010

- 1 : Zone de préchauffage
- 2 : Zone de chauffage
- 3 : Zone de cuisson
- 4 : Zone de refroidissement

Pendant la cuisson il est nécessaire de surveiller la fumée dégagée. Si la fumée est blanche c'est l'émanation de vapeur d'eau et si noire avec odeur c'est la décomposition des matières organiques.

La variation des températures conditionne l'obtention des couleurs différentes :

- À 600°C : début de changement de coloration
- 700°C : couleur rouge sombre
- 880°C : couleur rouge cerise
- 980°C : couleur rouge cerise claire
- 1080°C : couleur sombre à orange pâle
- 1180°C : couleur orange claire
- 1230°C : couleur blanche jaunâtre
- 1400°C : couleur blanche

Pour atteindre et garder la température adéquate pour la cuisson, il est nécessaire de connaître le pouvoir calorifique des combustibles utilisés tels que le bois, le charbon de bois, les résidus végétaux, le charbon minéral et le fuel.

a) Le combustible

Tableau n°I : Valeurs de pouvoir calorifiques de combustibles

COMBUSTIBLES	POUVOIR CALORIFIQUE Kcal/kg
Bois	3.000 à 3.500
Charbon de bois	5.000
Résidus végétaux	3.000 à 4.000
Charbon minéral	6.000
Fuel	10.000

Source : CNRIT, juin 2010

Il faut savoir que ces combustibles occasionnent une perte de chaleur minimale de 25% alors que pour la balle de riz la perte de chaleur n'est que de 10%. Aussi est-il nécessaire de bien calculer la quantité de combustible pour une cuisson.

b) La quantité de combustible

Pour avoir la chaleur adéquate pour la cuisson, il existe une formule donnant la quantité exacte du combustible nécessaire.

Mode de calcul de la quantité de combustible pour la cuisson

Q_1 : Quantité de chaleur nécessaire pour faire cuire N_B brique

$$Q_1 = m_B \times C_B \times \Delta\theta \times N_B$$

m_B : masse d'une brique crue 3 kg

C_B : chaleur spécifique de la brique 0,35 Kcal/kg/°C

$\Delta\theta$: variation de la température ; exemple combustible en bois : 800°C-25°C=775°C

N_B : nombre de brique à cuire

Q_2 : Quantité de chaleur fournie par le combustible

$$Q_2 = m_c \times P_c$$

m_c : masse de combustible

P_c : pouvoir calorifique du combustible

$$Q_1 = Q_2$$

$$m_B \times C_B \times \Delta\theta \times N_B = m_c \times P_c$$

$$m_c = \frac{m_B \times C_B \times \Delta\theta \times N_B}{P_c}$$

Conclusion: 1 kg de combustible pour cuire 3 briques.

B. Les caractéristiques du four

Le four est l'un des éléments très importants de la briqueterie, car c'est de là que sortent les produits de qualité si la chaleur dégagée par le four a atteint la température demandée.

Le four continu de type tunnel est le plus utilisé, particulièrement par les briqueteries artisanales. Il existe des normes à respecter pour la fabrication du four.

Tableau n°II: Dimension du four et nombre de tunnels

Nombre de briques	Longueur	Largeur	Nombre de tunnels	Hauteur
3.000 à 5.000	10	10	2	20 à 25
7.000 à 9.000	14	10	3	25 à 30
9.000 à 11.500	14	12	3	25 à 30
11.500 à 15.000	18	12	4	25 à 30
15.000 à 17.500	18	14,5	4	25 à 30
17.500 à 22.000	22	14	5	25 à 30
22.000 à 27.000	26	14	6	25 à 30
27.000 à 32.500	30	14	7	25 à 30
32.500 à 37.500	34	14	8	25 à 30
37.500 à 42.000	38	14	9	25 à 30

Source : CNRIT, juin 2010

Généralement, un four est construit avec l'ensemble des briques à cuire. Il peut en contenir jusqu'à 42.000 : c'est le modèle traditionnel ou fabrication locale.

Son fonctionnement est très simple, car on peut utiliser divers combustibles : comme la tourbe, les huiles à moteurs usées, les balles de riz, les coques de noix de coco, la sciure de bois, les cosses de café et les autres produits agricoles, pour alimenter le four.

Il existe aussi de four fabriqué en briques et en mortier d'argile possédant une capacité moyenne de 55.000 briques. Les murs ont une épaisseur de 63 cm et sa paroi intérieure est constituée de briques isolantes.

Des tests comparatifs entre le four de ce type et le modèle traditionnel ont démontré qu'avec le nouveau four la perte en production passe de 40-50% à 2% seulement et les briques sont deux fois plus résistantes et sont standardisées.

Pour le four de modèle traditionnel les pertes surviennent lors de la cuisson surtout s'il pleut pendant la cuisson car une grande partie des briques à l'extérieur sont perdues et non récupérables

Aussi l'utilisation du nouveau four engendre-t-elle une réduction des coûts de la construction.

§2 : Processus et paramètres de qualité de la production

Actuellement la qualité des briques cuites est médiocre, à cause du non respect des normes de qualité, de l'insuffisance d'informations sur le processus et paramètres de production.

Pour avoir des matériaux de qualité convenable, les producteurs doivent témoigner d'une compétence technique suffisante pour pouvoir contrôler et respecter les paramètres de qualité de différentes phases et opérations du processus de production qui influent sur le produit fini.

Tableau n° III : Le module est résumé dans le tableau suivant :

PHASE ET OPERATIONS	PARAMETRES DE QUALITE
APPROVISIONNEMENT	Argile Qualités de l'argile Absence de matières organiques Absence de mica et de sel (Na Cl)

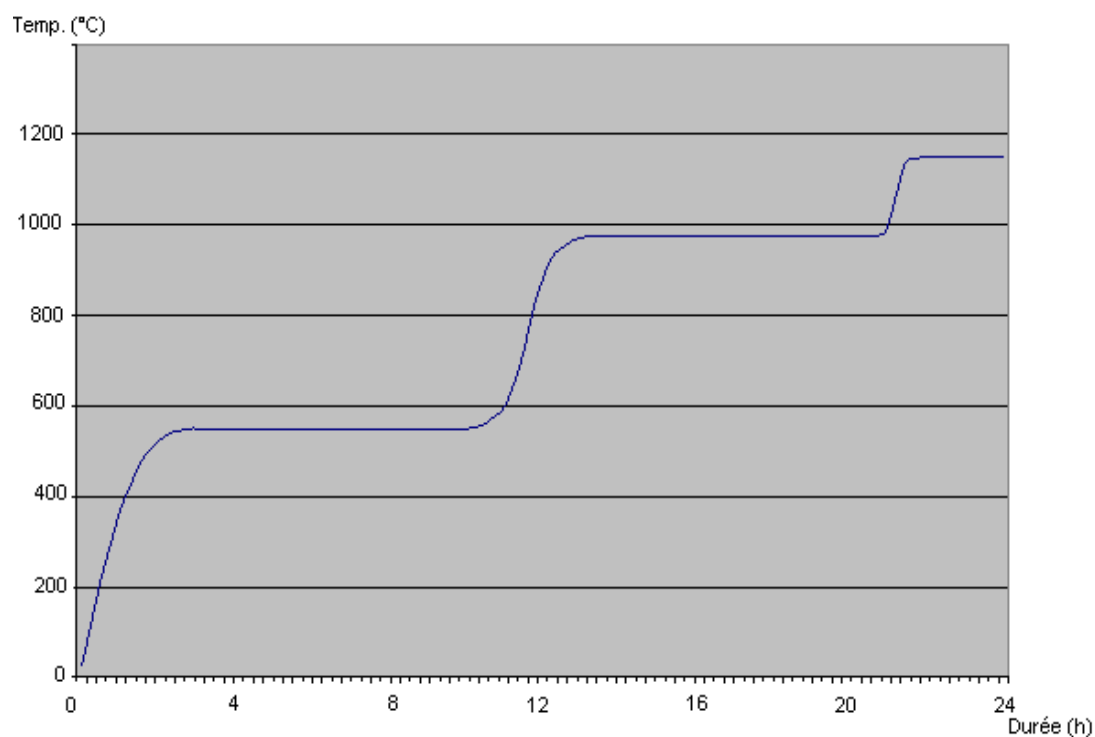
PRÉPARATION DE LA PÂTE	Homogénéité de la pâte
FABRICATION	
MOULAGE	Etat de la moule (géométrie, régularité, dimension) Humidité de la pâte Aptitude de l'ouvrier Productivité Force de compactage
SÉCHAGE	Aire de séchage (planéité, surface) Abri au rayonnement solaire Bonne circulation d'air Mise en pile Capacité de réception
MONTAGE DU FOUR	Orientation du four Disposition des matériaux (respect des espaces vides pour permettre la circulation de la chaleur) Séchage des briques crues Dimension du four Montage de la chemise du four
PRÉCHAUFFAGE	Elévation progressive de la température Durée
CUISSON	Quantité du combustible Température optimale (800°) Répartition de la chaleur dans la chambre de combustion Palier

CUISSON	Rendement de la cuisson Rendement thermique
---------	--

Source : personnelle, juin 2010

Figure n°1 :

Courbe de cuisson des produits



Source

: personnelle, juillet 2010

Section 2 :

Analyse de la briqueterie et de la tuilerie Malagasy

Dans le domaine de la briqueterie Malagasy, la plus utilisée est celle de la méthode artisanale par rapport à la semi-industrielle ; car la plupart des briquetiers n'ont pas le moyen de créer une entreprise de briqueterie, même semi-industrielle. De plus la majorité des terrains utilisés pour la fabrication des briques sont des rizières ou juste tout près des rizières.

§₁ : La briqueterie artisanale

Les briques et les tuiles artisanales sont les plus utilisées dans la région de Mahatsiatra Ambony, à cause de leur prix très abordable.

La région est riche en terre argileuse, d'où le prix à bon marché des produits fabriqués en argile d'autant plus que la fabrication des produits en argile n'est pas difficile et la principale matière première utilisée n'est autre que de l'argile. La plupart des gens se lancent dans la fabrication des briques, profitant de la saison sèche et de la période de l'après- récolte de riz.

A. Étude de la briqueterie

Les briquetiers artisanaux ne demandent que peu de moyens pour monter leur propre affaire comme :

- la possession d'une rizière ou d'un terrain argileux pour l'extraction
- la possession d'une petite parcelle de terrain pour la production
- l'appui de quelques partenaires pour le travail
- l'acquisition de quelques matériaux pour le travail

a) l'extraction :

L'extraction se fait à la pelle par deux personnes au maximum.

Si l'extraction a lieu sur un terrain argileux, on enlève d'abord la partie supérieure constituée de terre arable bon à jeter, vient ensuite l'argile, que l'on extrait jusqu'à la quantité souhaitée, on mélange entre elles les différentes couches extraites en les laissant se reposer au même endroit pendant trois jours (3j) au maximum.

Si l'extraction a lieu sur des rizières, on creuse la terre et on applique les mêmes opérations.

En effet l'intérêt de ces opérations est d'avoir une qualité d'argile homogène, car les différentes couches d'argile dans le sol n'ont pas les mêmes propriétés physico- chimiques.

b) le terrain :

Pour la plupart des cas les briquetiers artisanaux utilisent leurs propres terrains pour la fabrication des briques et des tuiles, certains doivent louer des terrains.

Ils n'ont besoin que d'un petit espace libre pour la fabrication de la pâte d'argile et pour le séchage à l'air libre.

c) la fabrication :

Une fois l'argile extraite, un travail de broyage permet d'affiner la matière première. Ensuite l'addition d'eau en grande quantité permettra d'obtenir une pâte homogène, à la plasticité voulue.

L'opération se fait dans un moule en bois, dont seuls les bords qui sont couverts. Une fois la pâte mise dans la moule, la surface et le fond seront aplanis à l'aide d'une « *lalotra* » en faisant ensuite un petit tour dans le bac à eau, afin d'aplatir la pâte et conserver la forme voulue. (cf. annexe IX)

Le tout sera démoulé et déposé sur le sol, pour le séchage. Une fois durcies, les briques seront empilées en quinconces pour faciliter la circulation de l'air entre elles. Ces empilements de briques seront stockés en pleine air pour la plupart, certains briquetiers artisanaux modernes fabriquent des auvents.

- pour les briques artisanales, des additifs comme des balles de riz, de sable, de latérite peuvent être mélangés avec l'argile.

Il n'y a qu'une seule forme de brique c'est : « la brique 22 » elle a une dimension de 22 cm de longueur, 10.5 cm de largeur et 8 cm de hauteur, avec un poids maximum est de 2.5 kg. Elle a une forme parallélépipédique.

- pour les tuiles artisanales, les plus utilisées sont les tuiles plates appelées aussi tuiles en écaille et les tuiles canaux qui forment une série de gouttière.

Le mode de fabrication des tuiles est identique à celui des briques de la préparation de la pâte jusqu'au séchage. La seule différence consiste à l'utilisation d'une pâte très consistante et l'emploi d'aucun dégraissant même pour la partie supérieure de la couche d'argile qui contient des minéraux inertes.

En ce qui concerne les matériels, on utilise des moules de formes différentes :

- le premier est en acier de forme semi-rectangulaire arrondi sur la partie basse ; elle est utilisée pour la tuile en écaille.
- le second est en trapèze en bois pour aplatir la pâte de tuile en canal.
- le troisième est en forme de demi-cylindre en acier utilisé pour la finition du produit (cf. annexe X).

d) la cuisson :

La cuisson s'opérerait quand le nombre requis de briques sèches est atteint. Elles seront alors empilées par rangées de trois ou cinq selon le nombre de briques à l'intérieur du four, Le four sera construit par l'ensemble des briques et tuiles à cuire.

Le briquetier chargé de placer les briques jusqu'en haut du four se sert d'une échelle ou d'un échafaudage composé de bois ronds et de planches. Les ouvertures occasionnées par ces supports seront ensuite obturées avec de la terre.

A la partie inférieure du four sont aménagés les foyers où le feu sera entretenu pendant plusieurs jours avec une surveillance constante.

Dans la plupart des cas on utilise le four continu de type tunnel, car il est de construction facile faite uniquement par les briques à cuire elles mêmes.

Le four continu se fait en pleine air. Il existe deux manières différentes pour la construction du four :

- premièrement : le four fabriqué spécialement pour quelques briques ; on commence par faire une rangée de trois briques à trois colonnes au minimum bien alignées et bien rangées jusqu'à la hauteur et largeur souhaitées. Sans oublier de bien vérifier le nombre de tunnel correspondant au nombre des produits à cuire.
Des combustibles comme des balles de riz seront éparpillés sur les briques pour pouvoir garder plus de la chaleur tout au long de la cuisson.
Lorsque les briques ont pris la forme voulue, les balles de riz ou les résidus de planche seront éparpillés autour et sur les briques, ensuite on les recouvre des briques toute autour qu'on appelle « sisim-pantana² » et l'étape finale sera la cuisson.
- deuxièmement : pour le four fabriqué spécialement pour plusieurs briques ; comme précédemment on aligne les briques jusqu'à la hauteur et largeur souhaitées sans les décaler, avec des tunnels proportionnels aux nombres des briques à cuire.
Les tunnels se trouvent uniquement sur deux côtés sans tenir compte du nombre de briques qui seront rangées de façon à prendre une forme de rectangle de bas en haut ; mais c'est au sommet que la rangée prend la forme d'un triangle ; c'est l'approche généralement adoptée.

² Des briques peu utilisables pour la construction, de qualité inférieure se cassent facilement.

Figure n°2 :

Le four utilisable pour quelques briques



« sisim-pantana »

balles de riz

Source : personnelle juin 2010

Figure n°3:

montage du four utilisable pour plusieurs briques



Source : personnelle, juin 2010

Le four utilisable pour plusieurs briques



Source : personnelle juin 2010

Il est à remarquer en ce qui concerne les combustibles que :

- les balles de riz ou les résidus des planches seront utilisés pour le four de quelques briques.
- le bois ou le charbon de bois ou la bouse des bœufs sont utilisés pour le four de plusieurs briques.

B. La réalisation

Pour toute activité il existe toujours un mode de fonctionnement pour réaliser le travail.

a) Côté partenariat :

De l'extraction jusqu'à la cuisson, il faut 4 personnes au moins :

- pour l'extraction : 1 personne au minimum pour extraire l'argile de la rizière ou de la carrière.
- pour le broyage, le malaxage, le dosage, le mélange, la mise en moule jusqu'au séchage : 1 seule personne afin de pouvoir bien mélanger la pâte d'argile et de mieux surveiller la fabrication.
- pour le transport : 1 personne pour transporter les briques à sécher jusqu'au four.
- pour le montage du four : 2 personnes au maximum.

b) Côté production :

La particularité des briquetiers artisanaux c'est qu'ils ne payent pas d'impôts. Sans surveillance de l'Etat chacun travaille librement sans aucun souci pour le fisc.

Le prix des briques et des tuiles n'est pas fixé par l'Etat, celui-ci varie selon la période, la quantité de production dans une année et d'un briquetier à un autre.

Aussi il est très négociable et moins cher par rapport aux autres produits de matériaux de constructions (tôle, fibrociment, etc....).

L'absence de formalité administrative incite la plupart de gens surtout ceux à simple revenu se lancent dans la fabrication et la vente des briques et des tuiles.

L'avantage des produits fabriqués en terre cuite c'est que leur fabrication est facile ne nécessitant pas de compétences particulières et les matières premières ne sont pas importées. La fabrication de briques et de tuiles ne dépendent que de la disponibilité des briquetiers.

Dans le domaine artisanal la loi de la concurrence règne. Cela est dû au fait qu'il est facile de produire ces matériaux de construction. Les produits sont disponibles sur le marché avec satisfaction des offres, quelquefois la production se fait sur commande.

c) Côté utilisateur :

Le souci de gens qui veulent construire une maison c'est de l'avoir belle et durable. C'est pour cela que ils s'intéressent aux matériaux de construction fabriqués en terre cuite, vu la dureté et la beauté des briques et tuiles en terre cuite bien façonnées.

Actuellement la construction d'une maison n'est plus à la portée de tout le monde. La majorité des consommateurs cherchent avant tout à avoir le maximum d'économie en dépensant le strict minimum.

Faute de moyen, certains consommateurs n'ont pas le luxe de choisir entre plusieurs types de matériaux de construction. Ils se contentent d'utiliser des produits locaux disponibles et à des prix abordables.

Les produits fabriqués en argile sont donc les plus utilisés dans la région de Matsiatra Ambony, puisqu'ils sont abondants dans la région et que le prix est accessible à tout le monde.

Actuellement, le prix varie en fonction de la qualité :

- pour : la brique non cuite, elle coûte environ trente Ariary (30 Ar)
- pour : la brique cuite, elle coûte environ soixante Ariary (60 Ar)
- pour : la tuile, elle coûte environ deux cent Ariary (200 Ar)

Ces prix sont à la portée de tout le monde. Ils sont à titre indicatif mais peuvent être négociés jusqu'à vingt ariary (20 Ar) la pièce surtout pour la brique non cuite. Il en est de même pour la brique cuite où on note une réduction selon le nombre des produits achetés.

Les prix sont très différents selon le mode de fabrication (fabrication locale et fabrication semi-industrielle).

d) Côté matériels et équipements :

Les matériels et équipements nécessaires sont des pelles (2 au minimum), des moules (2 pour les briques et 3 pour les tuiles), des brouettes (2 au minimum). Les « Angady » (bêche) restent les équipements d'envergure pour les paysans entrepreneurs.

§2 : La briqueterie semi-industrielle

Peu d'entreprises de briqueterie existent dans la région de Mahatsiatra Ambony. La seule entreprise existante est de type semi-industriel. La briqueterie semi-industrielle demande diverses formalités administratives contrairement à la briqueterie artisanale.

Comme toute entreprise, la briqueterie semi-industrielle doit suivre les différentes étapes de création d'entreprise avec les procédures y afférentes. Les directives, les règles et les procédures à suivre sont identiques à celles de création de toute autre entreprise :

- demande d'autorisation d'ouverture
- respect des obligations administratives
- choix d'un statut juridique

A. La technique de fabrication

Les processus à suivre pendant la fabrication sont presque les mêmes que ceux de la fabrication artisanale de l'extraction à la cuisson

a) l'extraction :

L'extraction se fait à ciel ouvert dans une carrière à l'aide d'un bulldozer. La quantité d'argile extraite est de volume plus important que celle de l'extraction artisanale. Comme l'extraction se fait seulement durant une période courte et intense excluant la saison de pluies il est donc primordial d'avoir le matériel adéquat pour l'exploitation.

L'extraction nécessite une carrière toute entière. La plupart des carrières appartiennent à l'entreprise et se trouvent presque toutes en dehors de la ville. Au cas où l'entreprise ne

possède pas de carrières ou elles sont épuisées, elle en loue sous forme de bail de plusieurs années.

Une fois extraite, l'argile sera laissée pendant 24 heures au moins avant d'entamer les autres étapes de fabrication.

b) le terrain : chantier/usine

Le terrain utilisé appartient à la société pour l'extraction de l'argile ou pour la fabrication (l'usine). Entre le chantier et l'usine doit exister une piste de desserte pour rendre plus facile la communication (transport/approvisionnement)

c) Le procédé de fabrication :

Le processus de fabrication reste à peu près le même que celui de la méthode artisanale, sauf pour quelques détails.

Pour l'entreprise semi-industrielle, elle accorde une importance capitale sur les normes de qualité et la quantité des produits ; ce qui impose un processus de fabrication plus cohérent que celui de la méthode artisanale.

Les étapes de la fabrication restent le même pour la brique et la tuile :

- la première étape à faire c'est de vérifier la couleur de l'argile : la couleur étant un des facteurs qui déterminent la qualité d'un produit.

La meilleure couleur pour un produit fabriqué en terre cuite est la couleur « rouge ». Pour avoir la couleur rouge, il faut faire un mélange d'argiles ; car l'argile peut être de couleur jaune ou gris vert.

Il est donc nécessaire de mélanger de l'argile jaune avec de l'argile gris vert pour avoir la couleur rouge. Il existe d'autre moyen pour obtenir la couleur rouge sans le mélange des argiles par l'emploi des colorants conçus spécialement pour les produits en terre cuite.

Pour garder l'originalité naturelle de l'argile, il est préférable de ne pas utiliser de colorants ; il vaut mieux la colorer de façon naturelle, c'est à dire d'avoir la couleur souhaitée pendant la cuisson.

En fait, la qualité de l'argile ne peut et ne doit qu'être naturelle. Pour cela il faut utiliser de l'argile silicate d'alumine hydrate où le taux d'aluminium est important.

- la seconde étape est la fabrication de la pâte à l'aide d'un broyeur. On ajoute de l'eau jusqu'à ce que la pâte devienne homogène. L'argile est transportée sur un tapis roulant jusqu'à la mouleuse.

Le briquetier semi-industriel n'utilise aucun dégraissant à part l'argile. Le produit fabriqué est purement et entièrement en argile.

Une fois l'argile transformée en pâte, quand on la touche elle est un peu chaude et on peut la malaxer pour avoir la forme qu'on veut ; c'est le moulage.

Après le moulage on passe à la presse, afin d'obtenir la forme de la brique ou de la tuile voulue. Sur la presse, il y a deux moules différents : l'un sur la gueule spécialement pour la brique, et l'autre sur la presse à tuile (cf. annexe XI).

Depuis le mode de fabrication jusqu'au transport sur le tapis roulant, la procédure reste la même pour la brique que pour la tuile. C'est seulement après moulage qu'il y a distinction entre la pâte pour brique et pour tuile; chacune prend sa forme selon le moule.

Une fois passée à la presse la brique ou la tuile a acquis sa forme définitive.

- Une fois la pâte fabriquée, la mise en moule n'est pas totalement mécanisée, comme elle est semi-industrialisée une grande partie de tâches se font manuellement.

Le broyage et le malaxage seront effectués par la machine. Pour la mise en forme, il est important de bien apprécier la partie à trancher sur la coupe du fait du rétrécissement de l'argile sous l'effet de la cuisson, qu'elle soit mélangée avec du dégraissant ou non.

Il est essentiel aussi de bien calculer le volume de la pâte, pour qu'il n'y ait pas de surplus ou d'insuffisance. Sinon la commande ne sera pas conforme à la sortie du four.

Un seul ouvrier suffit pour effectuer la coupe, mais c'est lors du ramassage qu'il faut en plus.

- Après cette opération, les produits non cuits seront déposés dans un hangar pour sécher pendant une semaine à dix jours (10j). Puis entre vingt jours (20j) et un mois (1mois) les produits seront étalés après avoir obtenu la couleur blanche (cf. annexe VIII).

L'étalage sert à retirer l'humidité. Il permet d'enlever environ vingt-deux pourcent (22%) d'humidité.

La possession d'un hangar est très importante pour la conservation du produit. Contrairement à la méthode traditionnelle, les produits ne seront pas étalés au soleil, car dès fois il peut casser les produits avant séchage si sa température est trop élevée.

- Après avoir franchi ces étapes on passe à la cuisson. Les briques obtiennent alors la couleur « rouge orange ».

Les produits resteront dans le four pendant quatre à cinq jours (4 à 5j).

C'est uniquement au septième jour (7^{ème}j) qu'on doit ouvrir le four.

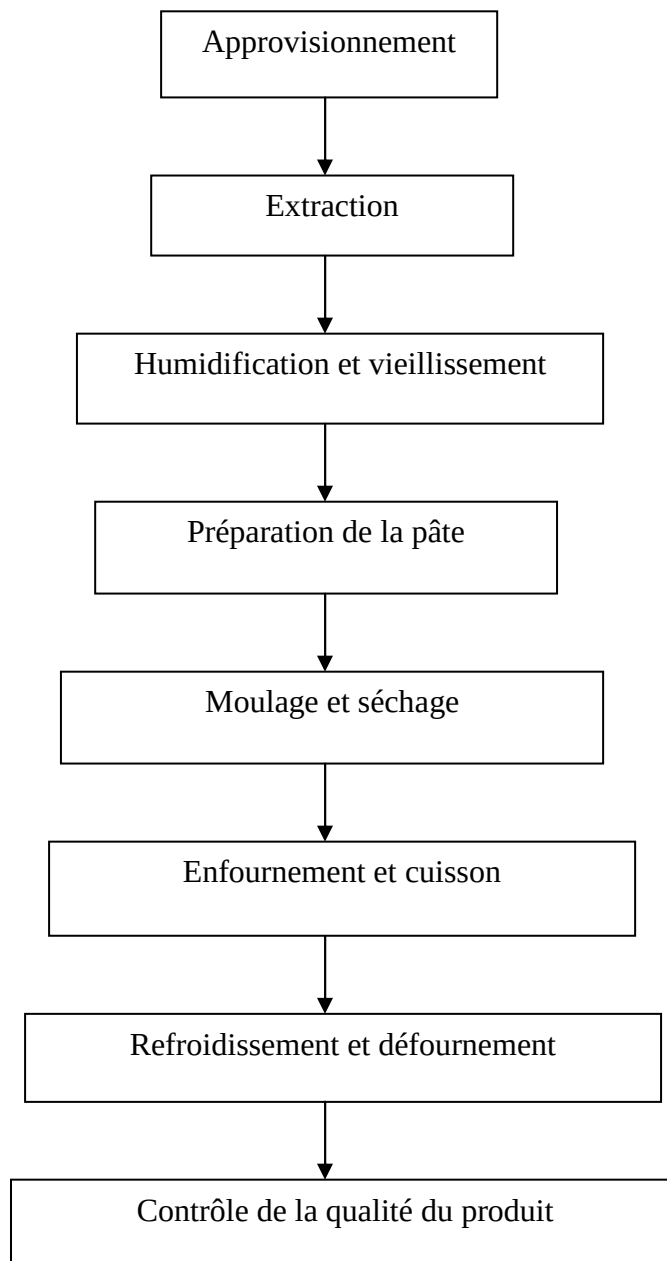
Il faut deux ou trois jours (2 ou 3j) pour le refroidissement.

C'est au 9^{ème} jour que s'effectue le défournement.

Pour conclure nous allons voir en schémas le procédé de fabrication d'une brique et d'une tuile.

Schéma n°2 :

Étapes schématiques du procédé de fabrication



Source : personnel novembre 2010

B. La réalisation

Comme celle de la briqueterie artisanale, l'instauration de la briqueterie semi-industrielle comporte un mode de fonctionnement.

a) Côté partenariat :

De l'extraction jusqu'à la cuisson, il faut avoir au moins de 24 personnes.

- pour l'extraction : il faut au moins 6 personnes pour extraire de l'argile de la carrière
- pour le transport : 1 chauffeur
- pour le reste du travail : il faut au moins 17 personnes à l'usine

Les travailleurs doivent avoir un minimum de savoir faire : aussi le renforcement de capacité des certains d'entre eux s'avèrent indispensable.

b) Côté production :

Les produits sont très chers que ceux de la briqueterie artisanale, Il existe une forte différence entre le prix des produits artisanaux et celui des produits industrialisés. Les produits industrialisés sont de très bonne qualité et de différentes gammes.

Le prix varie selon sa fabrication :

- la brique creuse : $10 \times 20 \times 30 \rightarrow 16/m^2$ coûte environ six cent Ariary (600 Ar)
- la brique creuse : $15 \times 20 \times 30 \rightarrow 14/m^2$ coûte environ huit cent Ariary (800 Ar)
- la brique creuse : $15 \times 20 \times 40 \rightarrow 12/m^2$ coûte environ mille Ariary (1000 Ar)
- la brique pleine : coûte environ trois cent cinquante Ariary (350 Ar)
- la brique réfractaire : coûte environ sept cent ariary (700 Ar)
- la brique perforé : coûte environ trois cent cinquante Ariary (350 Ar)
- la tuile mécanique : coûte environ mille Ariary (1000 Ar)
- la tuile écaillée : coûte environ cinq cent cinquante ariary (550 Ar)
- faîtière : coût environ deux mille cinq cent Ariary (2500 Ar)
- le claustra : coûte environ mille cinq cent Ariary (1500 Ar)
- l'hourdis : coûte environ mille quatre cent Ariary (1400 Ar)

Nous pouvons constater l'énorme écart de prix entre les produits artisanaux et les produits industrialisés.

c) Côté utilisateur :

Une famille modeste ne peut pas construire une maison toute entière par des produits industrialisés.

d) Côté matériels et équipements :

L'entreprise a besoin de quelques matériaux : un broyeur, un malaxeur, une extrudeuse, une filière (gueule) le tout se trouve dans une seule machine, sauf la presse à tuile, la presse à briques et les brouettes.

**C. la différence entre la briqueterie artisanale et la
briqueterie semi-industrielle**

- La grande différence entre la méthode artisanale et la méthode semi-industrielle c'est « le facteur temps ». L'Entreprise semi-industrielle donne une importance capitale au temps. Selon les techniciens seul le facteur temps rend le produit meilleur.

Pour toute activité de finition, l'Entreprise dépense une énorme quantité de temps. À titre d'exemple pour faire :

- pour une brique creuse il faut un mois et demi (1 mois $\frac{1}{2}$) pour avoir un produit fini
- pour l'hourdie il faut deux mois (2 mois) pour avoir un produit fini
- pour le claustra, la tuile mécanique, la tuile écaillée, la briquette, la brique pleine il faut trois mois (3 mois) avoir un produit fini.

La cuisson dure plusieurs jours voir des mois, il leur faut une grande quantité de combustible pour le four. L'eucalyptus est la plus souvent utilisé.

A la sortie du four, chaque produit est contrôlé un à un. Le triage est nécessaire pour connaître les produits fêlés, ceux qui sont défaillants seront réutilisés lors de la prochaine opération.

- La différence entre les produits artisanaux et les produits semi-industrialisés est « l'écart de prix ». Pour un temps déterminé la briqueterie artisanale peut produire 2 à 3 fois plus qu'une briqueterie semi-industrielle ce qui aura un impact sur la qualité et le prix des produits finis industrialisés. Aussi les produits finis artisanaux sont de moindre qualité du fait du non respect des normes de qualité et ils sont vendus à bas prix.

- Une autre différence entre la briqueterie artisanale et la briqueterie semi-industrielle est « l'impôt ».

Les briquetiers artisanaux ne payent pas d'impôts. Non déclarés à la Mairie, ils ne possèdent ni une autorisation d'exploiter, ni avoir effectué une étude d'impact sur l'exploitation.

Malgré le nombre des briquetiers qui ne cesse d'augmenter de jour en jour, la briqueterie artisanale est toujours classée dans le secteur informel.

a. Les avantages de la briqueterie Malagasy

— La briqueterie artisanale dispose des produits :

- faciles à réaliser
- disponibles à tout moment
- pas chers
- nombreux

— La briqueterie semi-industrielle met à la disposition des consommateurs des produits :

- très durs
- de plusieurs gammes
- de qualité
- aux normes

b. Les inconvénients de la briqueterie Malagasy

— La briqueterie artisanale met à la disposition des utilisateurs des produits :

- qualité douteuse
- non aux normes
- d'une seule forme

— La briqueterie semi-industrielle nous donne des produits :

- chers
- non disponible sans une commande préalable

c. Les avantages et inconvénients de la briqueterie en générale

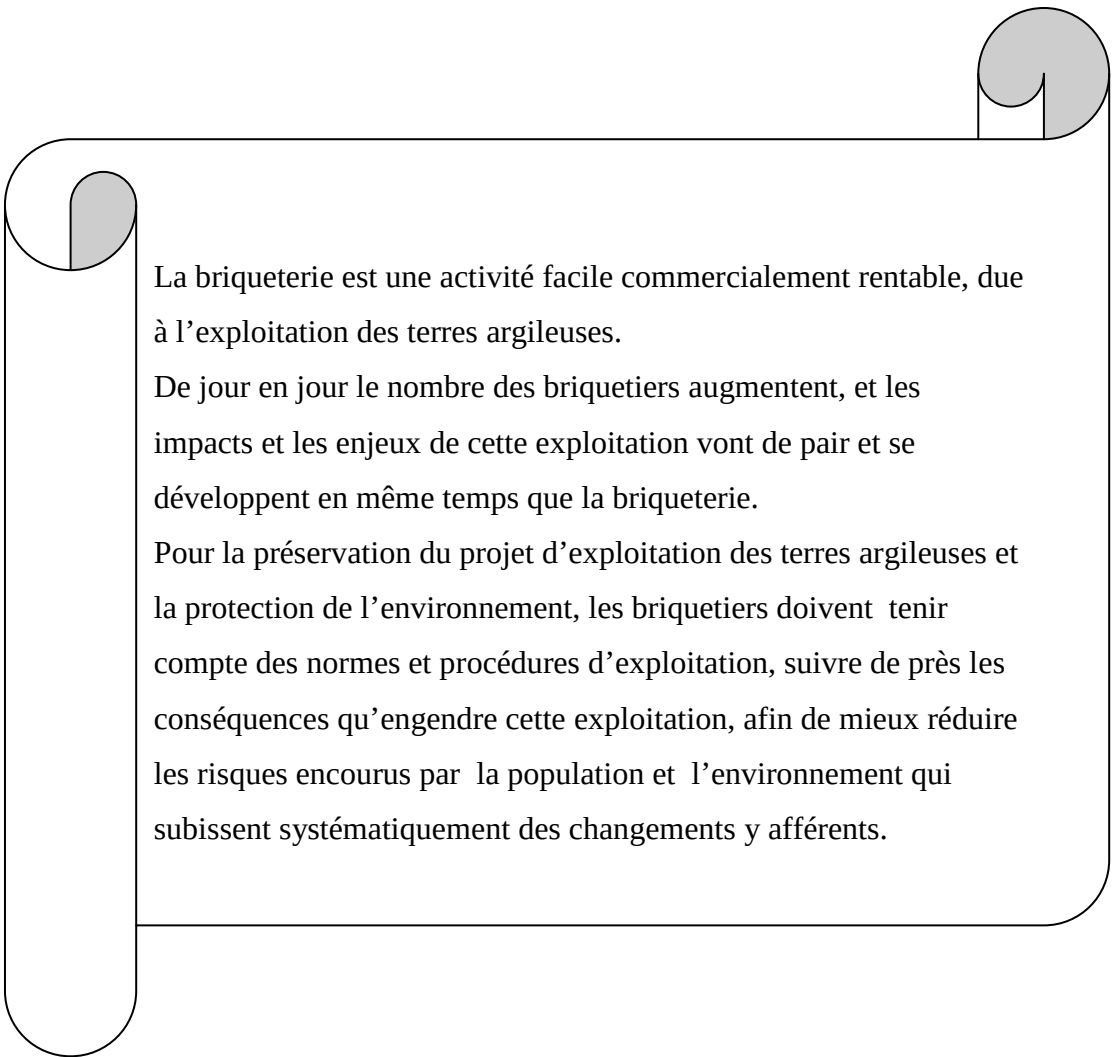
Après avoir analysé la briqueterie de la région de Mahatsiatra Ambony, on peut conclure que l'exploitation des terres argileuses est une activité qui engendre des impacts positifs pour les utilisateurs. La promotion des logements écologiques ne doit pas passer sous

silence tels que toiture et murs des maisons faits en terre cuite : condition de qualité des maisons vis-à-vis des changements climatiques qui prévalent actuellement.

Cependant l'exploitation de l'argile pour donner des briques et des tuiles de toutes sortes engendre des effets néfastes sur la conservation de l'environnement aggravée par les multiples excavations dues par l'extraction d'argile au niveau des nappes à ciel ouvert. L'utilisation des bois à brûler (déforestation) et l'émission des gaz à effet de serre (CO₂) lors de la cuisson ne font qu'accélérer la pollution qui se vit déjà.

Deuxième Partie

« Impacts et Enjeux de l'Exploitation des Terres Argileuses »



La briqueterie est une activité facile commercialement rentable, due à l'exploitation des terres argileuses.

De jour en jour le nombre des briquetiers augmentent, et les impacts et les enjeux de cette exploitation vont de pair et se développent en même temps que la briqueterie.

Pour la préservation du projet d'exploitation des terres argileuses et la protection de l'environnement, les briquetiers doivent tenir compte des normes et procédures d'exploitation, suivre de près les conséquences qu'engendre cette exploitation, afin de mieux réduire les risques encourus par la population et l'environnement qui subissent systématiquement des changements y afférents.

CHAPITRE I :

IMPACTS SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX DE L'EXPLOITATION DES TERRES ARGILEUSES

Tout type d'exploitation engendre toujours des conséquences importantes aussi bien sur la société que sur l'environnement. Il ne faut donc pas négliger les effets de cette exploitation des terres argileuses.

Section 1 :

Impacts sociaux de l'exploitation des terres argileuses

Nous allons voir dans cette section les impacts de cette exploitation sur la société.

La briqueterie est une activité qui prolifère du jour au lendemain. Nombre de gens s'orientent vers cette activité, vu de l'essor de nouvelles constructions sur le marché de travail. C'est pourquoi nous essayons d'analyser la rentabilité de l'exploitation des terres argileuses pour apprécier son impact sur les revenus des briquetiers.

Les données ci-après sont recueillies auprès d'une briqueterie semi-industrielle et une artisanale de la région.

- **Cas de la briqueterie semi-industrielle**

Toute entreprise est créée par un investissement, L'investissement est une sortie de fonds initial dont l'entreprise attend la rentabilité sur plusieurs années sous forme d'entrées de fonds successifs.

➤ **Tout d'abord il faut connaître : la nature et le coût des investissements.**

L'investissement comporte : les immobilisations incorporelles et les immobilisations corporelles.

- les immobilisations incorporelles concernent les dépenses engagées pour les frais de constitution, la formation initiale, les brevets et les fonds de commerce.

Pour cette entreprise les immobilisations incorporelles s'élèvent ainsi à un montant d'Ariary 2 000 000.

- Les immobilisations corporelles sont les biens matériels de production détenus par l'entreprise.

- ✓ le terrain : l'entreprise possède un terrain de 1 hectare d'une valeur d'un montant d'Ariary 30 000 000
- ✓ les bâtiments : l'entreprise possède des salles nécessaires pour l'exploitation

REMARQUE : Toutes les valeurs en tableau sont calculées en Ariary

Tableau n° IV : coût de construction

Désignation	Nombre	Montant en Ariary
Salle de production	1	10 000 000
Bureau et salle de vente	1	5 000 000
Hangar	1	16 000 000
TOTAL		31 000 000

Source : personnelle, 2011

- ✓ les matériels et équipements d'exploitation (MEE) : que l'entreprise utilise pour la production

Tableau n°V : matériels et équipements d'exploitation

Désignation	Nombre	Prix unitaire	Montant en Ariary
Malaxeuse&bourdonneuse	1	100 000 000	100 000 000
Presse à tuile	1	8 000 000	8 000 000
Presse à brique	1	8 000 000	8 000 000
Brouette	4	100 000	400 000
Bêche	7	10 000	70 000
TOTAL			116 470 000

Source : personnelle, 2011

- ✓ le matériel de transport : l'entreprise possède une camionnette d'une valeur d'un montant d'Ar 15 000 000, pour le transport des matières premières et des combustibles à l'usine.

➤ **Ensuite, nous allons calculer les amortissements.**

L'amortissement consiste à assurer le renouvellement ou l'augmentation du capital. Le principe de la constitution des amortissements est la récupération de fonds investis lors de l'acquisition des immobilisations.

C'est un moyen qui permet d'acquérir des matériels.

a : annuité : amortissement annuel

$$a = \frac{VO}{durée}$$

V_0 : valeur d'origine

$$t : \text{taux d'amortissement} = \frac{100}{n}$$

n : durée d'utilisation

VNC : valeur nette comptable = $V_0 - \text{Amortissements cumulés}$

V_r : valeur résiduelle

Amortissements cumulés = $a_n + a_{n+1} + \dots + a_{n+n}$

— Amortissement des frais incorporables

Le frais incorporable s'élevant à un montant d'Ariary 2 000 000 est amorti linéairement ; cet amortissement est de 5 ans.

$$V_0 = 2\,000\,000$$

$$n = 5 \text{ ans}$$

$$t = \frac{100}{5} = 20\%$$

$$a = \frac{2\,000\,000}{5} = 400\,000$$

Tableau n°VII : amortissement de frais incorporable

Années	VO	Taux	Annuités	Cumuls	VNC
N	2 000 000	20%	400 000	400 000	1 600 000
N+1	2 000 000	20%	400 000	800 000	1 200 000
N+2	2 000 000	20%	400 000	1 200 000	800 000
N+3	2 000 000	20%	400 000	1 600 000	400 000
N+4	2 000 000	20%	400 000	2 000 000	0

Source : personnelle, 2011

— Amortissements de construction

La construction s'élève à un montant d'Ariary 31 000 000 et est amorti linéairement. Cet amortissement est de 20 ans

$$VO : 31\,000\,000$$

$$n : 20 \text{ ans}$$

$$t = \frac{100}{20} = 20\%$$

$$a = \frac{31\,000\,000}{20} = 1\,550\,000$$

Tableau n°VIII : amortissement des bâtiments

Années	VO	Taux	Annuités	Cumuls	VNC
N	31 000 000	5%	1 550 000	1 550 000	29 450 000
N+1	31 000 000	5%	1 550 000	3 100 000	27 900 000
N+2	31 000 000	5%	1 550 000	4 650 000	26 350 000
N+3	31 000 000	5%	1 550 000	6 200 000	24 800 000
N+4	31 000 000	5%	1 550 000	7 750 000	23 250 000
N+5	31 000 000	5%	1 550 000	9 300 000	21 700 000
N+6	31 000 000	5%	1 550 000	10 850 000	20 150 000
N+7	31 000 000	5%	1 550 000	12 400 000	18 600 000
N+8	31 000 000	5%	1 550 000	13 950 000	17 050 000
N+9	31 000 000	5%	1 550 000	15 500 000	15 500 000
N+10	31 000 000	5%	1 550 000	17 050 000	13 950 000
N+11	31 000 000	5%	1 550 000	18 600 000	12 400 000
N+12	31 000 000	5%	1 550 000	20 150 000	10 850 000
N+13	31 000 000	5%	1 550 000	21 700 000	9 300 000
N+14	31 000 000	5%	1 550 000	23 250 000	7 750 000
N+15	31 000 000	5%	1 550 000	24 800 000	6 200 000
N+16	31 000 000	5%	1 550 000	26 350 000	4 650 000
N+17	31 000 000	5%	1 550 000	27 900 000	3 100 000
N+18	31 000 000	5%	1 550 000	29 450 000	1 550 000
N+19	31 000 000	5%	1 550 000	31 000 000	0

Source : personnelle, 2011

— Amortissements de matériels et équipements d'exploitation (MEE) :

- Pour les matériels qui ont une durée de vie de 20 ans (la malaxeuse, la bourdonneuse, la presse à tuile et la presse à brique)

$$t = \frac{100}{20} = 5\%$$

$$VO = 100\,000\,000 + 8\,000\,000 + 8\,000\,000 = 116\,000\,000$$

$$a = \frac{100\,000\,000 + 8\,000\,000 + 8\,000\,000}{20} = 5\,800\,000$$

Tableau n°VIX : amortissement des MEE n=20ans

Année	VO	Taux	Annuités	Cumuls	VNC
N	116 000 000	5%	5 800 000	5 800 000	110 200 000
N+1	116 000 000	5%	5 800 000	11 600 000	104 400 000
N+2	116 000 000	5%	5 800 000	17 400 000	98 600 000
N+3	116 000 000	5%	5 800 000	23 200 000	92 800 000
N+4	116 000 000	5%	5 800 000	29 000 000	87 000 000
N+5	116 000 000	5%	5 800 000	34 800 000	81 200 000
N+6	116 000 000	5%	5 800 000	40 600 000	75 400 000
N+7	116 000 000	5%	5 800 000	46 400 000	69 600 000
N+8	116 000 000	5%	5 800 000	52 200 000	63 800 000
N+9	116 000 000	5%	5 800 000	58 000 000	58 000 000
N+10	116 000 000	5%	5 800 000	63 800 000	52 200 000
N+11	116 000 000	5%	5 800 000	69 600 000	46 400 000
N+12	116 000 000	5%	5 800 000	75 400 000	40 600 000
N+13	116 000 000	5%	5 800 000	81 200 000	34 800 000
N+14	116 000 000	5%	5 800 000	87 000 000	29 000 000
N+15	116 000 000	5%	5 800 000	92 800 000	23 200 000
N+16	116 000 000	5%	5 800 000	98 600 000	17 400 000
N+17	116 000 000	5%	5 800 000	104 400 000	11 600 000
N+18	116 000 000	5%	5 800 000	110 200 000	5 800 000
N+19	116 000 000	5%	5 800 000	116 000 000	0

Source : personnelle, 2011

- Pour les matériels et équipements qui ont une durée de vie de 4 ans (brouettes)

$$VO = 400\,000$$

$$n = 4 \text{ ans}$$

$$t = \frac{100}{4} = 25\%$$

$$a = \frac{400\,000}{4} = 100\,000$$

Tableau n°X : amortissement du MEE n= 4ans

Année	VO	Taux	Annuité	Cumuls	VNC
N	400 000	25%	100 000	100 000	300 000
N+1	400 000	25%	100 000	200 000	200 000
N+2	400 000	25%	100 000	300 000	100 000
N+3	400 000	25%	100 000	400 000	0

Source : personnelle, 2011

- Pour les matériels et équipements qui ont une durée de vie de 2 ans (bêches)

$$VO = 70\,000$$

$$n = 2 \text{ ans}$$

$$t = \frac{100}{2} = 50\%$$

$$a = \frac{70\,000}{2} = 35\,000$$

Tableau n°XI : amortissement du MEE n= 2ans

Année	VO	Taux	Annuité	cumuls	VNC
N	70 000	50%	35 000	35 000	35 000
N+1	70 000	50%	35 000	35 000	0

Source : personnelle, 2011

— Amortissements des matériels de transport :

$$VO = 15\,000\,000$$

$$n = 5 \text{ ans}$$

$$t = \frac{100}{5} = 20\%$$

$$a = \frac{15\,000\,000}{5} = 3\,000\,000$$

Tableau n°XII : amortissements matériel de transport

Année	VO	Taux	Annuités	Cumuls	VNC
N	15 000 000	20%	3 000 000	3 000 000	12 000 000
N+1	15 000 000	20%	3 000 000	6 000 000	9 000 000
N+2	15 000 000	20%	3 000 000	9 000 000	6 000 000
N+3	15 000 000	20%	3 000 000	12 000 000	3 000 000
N+4	15 000 000	20%	3 000 000	15 000 000	0

Source : personnelle, 2011

Après avoir calculé le coût de l'investissement et les amortissements, nous allons analyser le seuil de rentabilité.

➤ **Analyse du seuil de rentabilité.**

Le seuil de rentabilité permet de calculer le montant du chiffre d'affaire à partir duquel l'activité est rentable.

Pour obtenir ce seuil, il convient de classer les charges variables et les charges fixes.

— Achats consommés :

→ eau et électricité : d'un montant d'Ariary 600 000 à 1 200 000 : supposons qu'il consomme une valeur d'un montant d'Ariary 1 000 000/mois=
12 000 000/ans

→ carburant : d'une quantité de 100 à 150 litres/mois de 3000/litre : supposons qu'il consomme une quantité de 150 litres/mois $3000 \times 150 = 450\,000$ /mois soit
 $450\,000 \times 12 = 5\,400\,000$ /ans

→ fournitures de bureau : d'un montant d'Ariary 40 000/mois= $480\,000$ /ans

— Services extérieurs :

→ poste et télécommunication: d'un montant d'Ariary 60 000/mois= $720\,000$ /ans

→ entretien et réparation : d'un montant d'Ariary 50 000/mois= $600\,000$ /ans

→ assurance : d'un montant d'Ariary 400 000/ans

→ autres charges : d'un montant d'Ariary 50 000/mois= $600\,000$ /ans

— impôts et taxes : d'un montant d'Ariary 100 000/ans

— charges du personnel : d'un montant d'Ariary 100 000/mois/personne
24(ouvriers) soit $100\,000 \times 12 \times 24 = 28\,800\,000$ /ans

— dotations aux amortissements :

→ frais incorporelle : d'un montant d'Ariary 400 000

→ construction : d'un montant d'Ariary 1 550 000

→ MEE : d'un montant d'Ariary $5\,800\,000 + 100\,000 + 35\,000 = 5\,935\,000$

→ Matériels de transport : d'un montant d'Ariary 3 000 000

Le tableau ci-dessous montre l'état récapitulatif des charges d'exploitation annuelle de la société.

Tableau n°VIII : charges d'exploitation

Libellés	N	N+1	N+2	N+3	N+4
Achats consommés	17 880 000	17 880 000	17 880 000	17 880 000	17 880 000
Services extérieurs	2 320 000	2 320 000	2 320 000	2 320 000	2 320 000
Investissements	194 470 000				
Charge de personnel	28 800 000	28 800 000	28 800 000	28 800 000	28 800 000
Impôts et taxes	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000
TOTAL	243 570 000	49 100 000	49 100 000	49 100 000	49 100 000

Source : personnelle, 2011

Après avoir vu toutes les charges, nous allons voir les produits pour connaître la prévision de vente.

- La production journalière : une quantité de 1000 à 2000 produits
- La production mensuelle : une quantité de 45 000 soit 540 000/ans

La prévision de vente des produits peut atteindre jusqu'à 90% de sa production soit une quantité de 486 000/ans.

On remarque également une augmentation de 10% de production chaque année.

Tableau n°VIX : prévision de production avec une augmentation de 10%

Année	N	N+1	N+2	N+3	N+4
Production	540 000	594 000	635 000	718 740	790 614

Source : personnelle, 2011

Tableau n°X : prévision de vente avec 90% de production

Année	N	N+1	N+2	N+3	N+4
Vente	486 000	534 600	588 060	646 866	711 553

Source : personnelle, 2011

Tableau n°XI : prévision du chiffre d'affaires : sachant que le prix unitaire s'élève à un montant d' Ar 600 le minimum

Année	N	N+1	N+2	N+3	N+4
Chiffre d'affaire	219 600 000	320 760 000	352 836 000	388 119 600	426 931 800

Source : personnelle, 2011

Maintenant nous allons calculer les cash flows pour pouvoir évaluer la rentabilité du projet.

CA : chiffre d'affaires

A^{ts} : amortissements

RAI : résultat avant impôts

IR : impôts sur revenu

Tableau n°XII : cash flows

Désignation	N	N+1	N+2	N+3	N+4
CA	291 600 000	320 760 000	352 836 000	388 119 600	426 931 000
Charges	243 570 000	49 100 000	49 100 000	49 100 000	49 100 000
A ^{ts}	10 885 000	10 885 000	10 885 000	10 885 000	10 885 000
RAI	37 145 000	260 775 000	292 851 000	328 134 600	366 946 800
IR (23%)	8 543 350	59 978 250	67 355 730	75 470 958	84 397 764
Résultat net	28 601 650	200 796 750	225 495 270	252 663 642	282 549 036
A ^{ts}	10 885 000	10 885 000	10 885 000	10 885 000	10 885 000
Cash flow	39 486 665	211 681 750	236 380 270	263 548 642	293 434 036

Source : personnelle, 2011

Après avoir calculé les cash flows, nous allons étudier la rentabilité du projet.

➤ **Étude de rentabilité** : au taux d'actualisation de 20%

Cette étude sert à déterminer si l'investissement proposé est rentable. Pour cela il faut calculer :

- la valeur actuelle nette (VAN)
- le taux de rentabilité interne (TRI)
- l'indice de profitabilité (IP)
- le délai de récupération du capital investi (DRCI)

• calcul de la VAN

La valeur actuelle nette est la différence entre les cash flows actualisés sur la durée de vie du projet et les capitaux investis.

Elle permet de juger si l'investissement est acceptable ou non.

$$VAN = \sum_{i=1}^n CF(1 + t)^{-n} - I_0$$

CF : cash flow

I₀ : investissement

n : durée

Application numérique:

$$VAN = 39\,486\,665(1,2)^{-1} + 211\,681\,750(1,2)^{-2} + 236\,380\,270(1,2)^{-3} + 263\,548\,642(1,2)^{-4} + 293\,434\,036(1,2)^{-5} - 194\,470\,000$$

$$\underline{VAN = 244\,132\,611}$$

- calcul du TRI

Le taux de rentabilité interne c'est le taux pour lequel il y a une équivalence entre le capital investi et l'ensemble des cash flows.

On va déterminer le taux qui égalise la VAN et l'investissement initial. Le calcul se fait par rapprochement successifs, jusqu'à ce qu'on ait reconnu les deux taux qui permettent de s'approcher d'une VAN égale à zéro (à l'aide d'une valeur positive et négative)

Des calculs successifs permettent de trouver ce taux x :

Si taux= 50%

$$VAN_1 = 39\,486\,665(1,5)^{-1} + 211\,681\,750(1,5)^{-2} + 236\,380\,270(1,5)^{-3} + 263\,548\,642(1,5)^{-4} + 293\,434\,036(1,5)^{-5} - 194\,470\,000$$

$$VAN_1 = 86\,674\,329.1$$

Si taux=90%

$$VAN_2 = 39\,486\,665(1,9)^{-1} + 211\,681\,750(1,9)^{-2} + 236\,380\,270(1,9)^{-3} + 263\,548\,642(1,9)^{-4} + 293\,434\,036(1,9)^{-5} - 194\,470\,000$$

$$VAN_2 = -48\,513\,466.4$$

Pour obtenir le taux, il faut faire une interpolation linéaire :

<u>Taux</u>	<u>VAN</u>
t ₁ =50%	→ VAN ₁ =86 674 329.1
x	→ VAN ₀ =0
t ₂ =90%	→ VAN ₂ = -48 513 466.4

$$\frac{x-t_1}{t_2-t_1} = \frac{x-VAN_1}{VAN_2-VAN_1}$$

$$\frac{x-50}{90-50} = \frac{x-86\,674\,329.1}{-48\,513\,466.4-86\,674\,329.1}$$

$$(x-50)(-135\,187\,795.5) = (x-86\,674\,329.1)40$$

$$-135\,187\,795.5x + 6\,759\,389\,775 = 40x - 346\,697\,564$$

$$-135\,187\,835.5x + 7\,106\,087\,339 = 0$$

$$x = \frac{7\,106\,087\,339}{135\,187\,835.5} = 52.56\%$$

$$\underline{TRI=52.56\%}$$

- calcul de l'indice de profitabilité

L'indice de profitabilité mesure l'avantage induit par une valeur d'un montant d' 1 Ariary de capital investi. Il faut qu'il soit supérieur à 1.

$$IP = \frac{\sum \text{Cash flows actualisées}}{\text{investissement}}$$

Application numérique :

$$IP = \frac{32\,905\,554.17 + 147\,001\,215.3 + 136\,794\,137.7 + 127\,097\,146 + 117\,924\,657.9}{194\,470\,000}$$

$$= \frac{438\,602\,611.1}{194\,470\,000}$$

$$IP = 2.25$$

- calcul du délai de récupération du capital investi

C'est le délai au bout duquel les recettes de l'exploitation sont égales au montant des investissements réalisés.

Investissement = 194 470 000

$$DRCI = 2 \text{ ans} + \frac{194\,470\,000 - 179\,906\,769.4}{136\,794\,137.7} \times 12 \text{ mois}$$

$$DRCI = 2 \text{ ans} + 1 \text{ mois}$$

➤ d'après l'étude qu'on vient d'effectuer :

- ✓ VAN = 244 132 611 > 0
- ✓ TRI = 52.56% > 20% taux d'actualisation
- ✓ IP = 2.25 > 1 : il gagne 2.25 par Ariary décaissé
- ✓ DRCI : 2 ans 1 mois : à court terme, inférieur à la durée de l'investissement

➤ On peut en déduire que la briqueterie semi-industrielle est un projet rentable, pourtant elle nécessite un énorme investissement qui ne sera pas à la portée de tout le monde.

- Cas de la briqueterie artisanale

Contrairement à la briqueterie industrialisée, la briqueterie artisanale est très simple et l'investissement utilisé n'est pas aussi important que celui de la briqueterie industrialisée. D'autant plus les procédures à suivre ne sont pas les mêmes.

Pour monter une activité de la briqueterie il suffit d'investir sur :

- ✓ le terrain : pour la plupart les briquetiers louent le terrain à un montant d'Ariary 10 000/mois

- ✓ le matériel et équipement : voir tableau ci-dessous

Tableau n°XIII : matériels utilisés

Désignation	Quantité	Prix unitaire	Montant
Brouette	1	100 000	100 000
Bêches	4	10 000	40 000
Lalotra en brique	2	3 000	6 000
Lalotra en tuile	2	3 000	6 000
seaux	2	3 000	6 000
TOTAL			158 000

Source : personnelle, 2011

- ✓ les charges : pour la production d'une quantité de 9 000 briques il faut 50 sacs de balles de riz ou les résidus de planche
les briquetiers fabriquent une quantité de 600 produits/jour= $600 \times 30 = 18\,000$ briques/mois
100 sacs sont nécessaires pour cuire 18 000 briques
Le prix unitaire d'un sac de combustible est d'un montant d'Ariary 200 :
 $200 \times 100 = 20\,000$ Ariary
Le prix unitaire est d'un montant d'Ariary 60 : $60 \times 18\,000 = 1\,080\,000$ Ariary
- ✓ pour une activité de 4 personnes, nous allons calculer directement le revenu obtenu par personne. Pour la briqueterie artisanale, il n'y a pas de classement de personnel. Le revenu se partage à parts égales.

Tableau n°XIV : revenus au cours du 1^{er} semestre

Libellé	1 ^{er} mois	2 ^{em} mois	3 ^{em} mois	4 ^{em} mois	5 ^{em} mois	6 ^{em} mois
RECETTE :						
vente	1800 000	1800 000	1800 000	1800 000	1800 000	1800 000
TOTAL	1800 000	1800 000	1800 000	1800 000	1800 000	1800 000
DÉPENSE :						
Combustible	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
Matériels	158 000					
Loyer	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000	10 000
TOTAL	188 000	30 000	30 000	30 000	30 000	30 000
REVENU	1 612 000	1 770 000	1 770 000	1 770 000	1 770 000	1 770 000

						
TOTAL	403 000	442 500	442 500	442 500	442 500	442 500

Source : personnelle, 2011

→ On peut déduire que la briqueterie artisanale est un métier intéressant surtout pour les personnes qui n'ont pas d'emploi fixe.

→ Et les produits sont rentables aussi pour les consommateurs

➤ comparaison du coût de construction d'une maison de 126m²

nombre en brique et tuile				nombre en parpaing et tôle			
désignation	quantité	PU	Prix total	désignation	quantité	PU	Prix total
Longueur	3 780	60	151 000	longueur	900	600	540 000
largeur	1890	60	113 400	largeur	360	600	216 000
séparation	945	60	56 700	séparation	225	600	135 000
déchets	20	60	1 200	déchet	100	600	60 000
tuiles	5 000	200	1 000 000	tôle	40	29 000	1 160 000
TOTAL			1 322 300	TOTAL			2 111 000

Source personnelle : juin 2011

Brique : calcul longueur : longueur× hauteur× nombre de mur

$$: 12 \times 3 \times 2 = 72 \text{m}^2 \quad 1 \text{m}^2 \longrightarrow 35 \text{ briques}$$

$$72 \text{m}^2 = 2 520 \text{ briques}$$

calcul largeur : largeur× hauteur ×nombre de mur

$$6 \times 3 \times 3 = 54 \text{m}^2 = 1890 \text{ briques}$$

calcul séparation : largeur ×hauteur ×nombre de mur

$$3 \times 3 \times 3 = 27 \text{m}^2 = 945 \text{ briques}$$

Parpaing : calcul longueur : 30×15× nombre de mur

$$: 30 \times 15 \times 2 = 900$$

$$\text{calcul largeur : } 15 \times 12 \times 2 = 360$$

$$\text{calcul séparation : } 15 \times 15 = 225$$

Après avoir étudié la rentabilité de la briqueterie qui est positive pour les briquetiers, maintenant nous allons voir les impacts sociaux de cette exploitation.

§₁ : Source de revenus

L'exploitation de l'argile est une source de revenu permanente pour plusieurs foyers dans la région de Mahatsiatra Ambony. Les produits fabriqués en argile sont utilisables par les consommateurs tout au long de l'année. Aucune période précise n'existe pour la consommation. Par contre la période de la fabrication des objets en argile est conditionnée par le climat : la saison de pluies.

A. Création d'emplois supplémentaires

La briqueterie procure des emplois et des activités connexes pour plusieurs foyers dans la région de Mahatsiatra Ambony.

La briqueterie artisanale peut créer des emplois supplémentaires pour tout le monde sans distinction de profession : cultivateurs, professeurs, commerçants, ou ceux dans la profession libérale. En effet l'activité de production de briques/tuiles ne demande ni de spécialisation ni connaissances approfondies sur la matière.

Parlons de différentes sortes de briquetiers :

- Cas du briquetier-cultivateur : c'est seulement pendant la période de la récolte de riz que le cultivateur est occupé et le reste de l'année il devient briquetier.
- Cas du briquetier-professeur : le professeur devient briquetier pendant la période de grandes vacances.
- Cas du briquetier-dans la profession libérale : il n'y a pas de période précise ; le travail de briquetier peut être exercé à tout moment.

. La briqueterie est un emploi de survie pour la plupart des briquetiers artisanaux. C'est une autre source de revenu pendant la saison morte

Le métier de briquetier est rentable puisque la commercialisation des briques et des tuiles s'effectue tout au long de l'année ; ce qui constitue une source de revenu permanent.

B. Baisse du chômage

De nos jours le taux de chômage est élevé. L'accès à un emploi stable et selon sa qualification est très difficile. Le métier de briquetier ne distingue pas de catégories de travailleurs.

Grace à la briqueterie le taux de chômage baisse puisqu'elle crée des emplois pour tout le monde. Il suffit d'en connaître quelques notions de base pour pouvoir effectuer le travail. Aucune spécialisation particulière n'est demandée.

Toute personne capable de faire un travail manuel sera capable de faire le métier de briquetier mais ayant la volonté de se salir les mains et être apte physiquement. La majorité des tâches s'effectuent manuellement et le métier de briquetier demande beaucoup d'énergie et de force.

§2 : Aménagement des terrains

La majorité des briquetiers, surtout ceux dans le domaine de l'artisanal installent leur terrain de fabrication tout près des rizières, pour faciliter le transport de matières premières pendant la production.

Souvent la production se fait pendant la saison morte où les rizières et les alentours servent d'ateliers de fabrication. Tout de suite après la production de briques/tuiles les terrains sont réaménagés servent de nouveau pour la culture.

D'autres usages des terrains de production de briques méritent d'être cités :

- Comme les étangs pour pisciculture : après l'extraction de l'argile, la plupart des rizières deviennent des étangs. on peut aménager ces étangs pour la pisciculture pendant le reste de l'année.
- Quant à l'adaptation des terrains pour d'autres cultures : les terrains après extraction d'argile peuvent encore être utiles : à la culture des pommes de terres, ou des haricots, ou bien d'autres légumes.

L'aménagement pour la culture n'est pas trop difficile, il suffit de bien amender les terrains après restauration du sol.

Section 2 :

Impacts environnementaux

Pour les exploitants d'argile de carrière, l'environnement est le milieu dans lequel s'inscrivent leurs activités. De ce fait ; ils interviennent, directement ou indirectement sur le patrimoine collectif et sont donc pleinement conscients de leur responsabilité en la matière. L'impact de l'exploitation est direct : car il extrait une ressource minérale (l'argile), indispensable à la fabrication des produits de terre cuite (briques, tuiles, conduits de

fumées,...). Indirectement, car les modes d'extraction induisent, comme toute activité industrielle des impacts temporaires et réversibles qui influent sur le paysage, l'eau, l'air, bois à brûler, charbon, les gaz à effet de serre.

Les bois de coupe surtout l'eucalyptus risquent d'être exploités à tort et à travers.

Il est donc nécessaire d'envisager l'utilisation d'autres méthodes pour préserver et réduire ces effets sur l'environnement : l'utilisation des sources d'énergies nouvelles et renouvelables, en abondance dans notre pays.

Et le plus important est de signaler que c'est que l'accroissement de la pauvreté va de pair avec la dégradation de l'environnement.

§1 : Exploitation des énergies nouvelles et renouvelables

L'activité la plus difficile dans la briqueterie est la recherche du combustible nécessaire pour la cuisson. La briqueterie a besoin beaucoup d'énergies pour la fabrication. Elle consomme en effet beaucoup de combustibles pour la cuisson.

Ce qui nous pousse à valoriser d'autres ressources pour réduire la dépense. Donc l'étude des sources d'énergies autres que celles qu'on utilise quotidiennement comme le bois est vitale. On compte quatorze sources d'énergies nouvelles et renouvelables dont les plus intéressantes sont les suivantes : l'énergie solaire, l'énergie éolienne, l'énergie hydroélectrique, l'énergie biomasse/biogaz.

A. Valorisation des résidus

A part la réduction sur la dépense dans l'achat du combustible, la valorisation des résidus réduit l'émission de gaz à effet de serre. Donc il faut privilégier les résidus de l'activité agricole comme : la balle de riz, le copeaux, le charbon « fako ».

a. Le copeau

Le copeau est la sciure de planches que le menuisier jette ; c'est une matière qui brûle facilement et il est utilisée par de nombreux ménages comme feu de cuisson pour le riz, les aliments pour le bétail.

En briqueterie, le copeau peut être utilisé comme combustible. Malgré son faible pouvoir calorifique, le briquetier s'en sert à cause de sa disponibilité, son abondance sur le marché et son prix au rabais. Par contre le copeau demande une attention particulière lors de son emploi à cause de ses résidus (cendres) qui peuvent éteindre le feu.

b. La balle de riz

La balle de riz est l'enveloppe du grain de riz qu'on jette et qu'on utilise aussi pour complément d'aliments des volailles.

Comme le copeau, la balle de riz est une matière qui brûle facilement mais aussi n'a pas de valeur calorifique puissante pour une longue cuisson.

En briqueterie pareille au copeau, elle a sa place aussi comme combustible à cause de sa disponibilité, son abondance et son prix.

c. Le charbon « fako »/ le charbon « bozaka »

Le charbon « fako » est un charbon fabriqué à partir des différentes ordures pour en faire des charbons utilisables ayant la même valeur que celui du charbon de bois.

Le procédé de fabrication d'un charbon « fako » est facile, il suffit de mélanger les ordures, avec de l'argile et de l'eau. Nous allons voir comment on obtient un charbon « fako » :

- premièrement, on fait un trou dont la profondeur dépend de la quantité des ordures
- ensuite, on trie les ordures celles qui sont difficilement solvables restent au fond du trou.
- après il faut bien vérifier l'état du feu pour qu'il ne s'éteigne ; sans oublier de jeter les ordures petit à petit dans le trou
- on couvrant le trou des feuilles vertes ou d'une tôle
- après une journée de cuisson, on extrait les ordures devenant charbon puis on fragmente le charbon en petits morceaux
- on fait une pâte composée d'argile, d'eau et de petits morceaux de charbon en lui donnant la forme voulue.
- enfin, on étale dans un endroit non ensoleillé et on peut l'utiliser après séchage.

L'existence du charbon « fako » protège l'environnement puisqu'il réduit les déchets. Il convient alors de penser à cette transformation en charbon des ordures ménagères à l'avenir.

B. Valorisation des énergies nouvelles et renouvelables

Les énergies nouvelles et renouvelables sont inépuisables et naturellement disponibles en quantité. Elles peuvent être encore utiles dans les années à venir, étant inépuisables.

Les énergies nouvelles et renouvelables sont basées sur l'exploitation de flux naturels d'énergie ; on compte quatorze sortes d'énergies renouvelables ; dont deux intéressent directement la briqueterie :

- le cycle de vent (énergie éolienne)
- le charbon de terre (la houille noire)

L'énergie solaire figure parmi les énergies potentiellement exploitables moyennant des matériels et équipements adéquats.

L'exploitation de ces flux naturels ne peut être que bénéfique, puisque ce sont des énergies inépuisables et souvent gratuites qui sont mises à profit.

A l'inverse des énergies fossiles ou minières comme : le charbon, pétrole, elles sont gratuites. En plus leur impact sur l'environnement local est limité, jamais irréversible et ne dure que lors de la période d'exploitation.

a) L'énergie éolienne

On appelle énergie éolienne, la conversion de la force des vents en énergie mécanique, puis en énergie électrique. C'est une énergie renouvelable puisque sa source est inépuisable, comme l'énergie hydraulique mais intermittente (le vent ne souffle pas toujours).

Le principe de l'énergie éolienne est connu depuis l'antiquité ; c'est la deuxième énergie la plus ancienne exploitée par l'homme après le feu.

L'énergie éolienne est utilisée pour obtenir de l'électricité et de l'eau. Elle est très utile dans le domaine de la briqueterie industrielle ou semi-industrielle afin de réduire le coût de l'électricité qui est très élevé (cf. annexe XIX).

Cette technique permet à l'homme de construire des moulins à vent qui produisent de l'électricité à partir d'éolienne munie de rotor à pales faisant tourner un générateur électrique. Cette force mécanique transmise au rotor de l'éolienne permet également d'effectuer de pompage d'eau (cf. annexe XVIII).

Dans la région de Mahatsiatra Ambony, les gens commencent à utiliser petit à petit l'énergie éolienne, surtout dans la ville de Fianarantsoa.

L'utilisation des énergies nouvelles et renouvelables est très bénéfique pour la briqueterie, donc il est préférable de pouvoir bien exploiter les ressources naturelles dont on dispose comme l'énergie éolienne et la houille noire.

b) La houille noire

La houille vient des poches de charbon devenues solides qui contiennent une certaine quantité de carbone (70 à 80%).

La houille noire est un combustible qui est bien plus efficace que le charbon de bois, plus riche en carbone, dégage beaucoup d'énergies en brûlant plus longtemps. A part cela, la houille noire ne détruit pas la forêt pas comme le charbon de bois (CF annexe XIX).

§2 : Exploitation forestière

L'exploitation forestière est un problème pour les forêts de Madagascar, à cause de la valeur du bois malgache. La forêt représente 1/15^{ème} de la superficie totale de l'île, qui sont composées de :

- réserves Naturelles Intégrales (RNI) d'une superficie totale de 328 822 ha soit 4,6% des ressources forestières,
- réserves Spéciales (RS) d'une superficie totale de 382 099 ha soit 5,4% des ressources forestières,
- parcs Nationaux (PN) d'une superficie totale de 1 006 548 ha soit 14,2% des ressources forestières, Stations Forestières (SF),
- forêts Classées (FC) d'une superficie totale de 2 735 836 ha soit 38,6% des ressources forestières, Réserves forestières (RF) d'une superficie totale de 1 494 939 ha soit 21% des ressources forestières,
- périmètres de Reboisement et de Restauration (PRR) d'une superficie totale de 1 129 372 ha soit 15,9% des ressources forestières,
- forêt domaniale et de Mangrove. ce qui forme le Domaine forestier National.

Le couvert forestier constitue moins du quart de la superficie de l'île, moins de 23% de la surface de l'ensemble du pays (13 260 000 ha) bien que plus de 70% (42 631 000 ha) soit constitué de végétation.

Madagascar a perdu 75% de ses ressources forestières en moins de cent ans (100 ans).

La forêt représente la principale source de combustible pour la briqueterie et une ressource de production pour l'exploitant de charbon de bois; de ce fait, les forêts de Madagascar sont coupées à une allure alarmante. A part la briqueterie plusieurs personnes exploitent la forêt pour leurs intérêts personnels comme l'exploitation de bois précieux.

Le plus souvent à Madagascar l'exploitation de la forêt primaire est sans contrôle. Pour la plupart l'absence de permis d'exploitation légal délivré par le D.R.E.F.T (Direction Régionale des Eaux et Forêts et Tourisme) ou tout simplement la possession d'un permis déjà expiré, favorisent la généralisation des exploitations illicites.

En plus les informations concernant les forêts naturelles et les plantations forestières dans la base de données de l'État sont incomplètes et souvent dépassées par le temps.

Cependant la forêt malgache rencontre de plus en plus de menaces chaque jour, qui entrainera sa disparition du jour au lendemain ; si aucune mesure n'est prise.

Les briquetiers sont conscients de ces problèmes ce qui les incite à chercher d'autres formes de combustible, et les poussent à créer des solutions pour l'avenir de la briqueterie qui est presque inséparable de la forêt.

A. Connaissance sur le bois à brûler

Dans le domaine de la briqueterie, ce sont souvent les eucalyptus peu nombreux dans la région, qui sont le plus utilisés surtout dans le secteur semi-industriel.

Le choix pour les eucalyptus est dû surtout à leurs nombreuses variétés dans la région et aussi pour leur valeur calorifique. Mais on utilise aussi le pin.

En général, il faut du temps pour voir grandir les arbres. Pour le cas de l'eucalyptus, il est prêt pour la coupe seulement après trois ans (3ans) après sa culture. Donc c'est le meilleur choix pour le bois à brûler dans le domaine de la briqueterie.

La connaissance des caractéristiques des bois à brûler permet de mieux les gérer lors de leur exploitation.

Ce n'est pas uniquement les briquetiers qui utilisent de l'eucalyptus pour combustible mais aussi les ménages pour leur consommation : le charbon de bois ; ce qui entrainera assurément une disparition de l'eucalyptus s'il n'y a pas de mesures à prendre.

Comme l'eucalyptus pousse très vite alors il est conseillé de couper uniquement l'arbre et de ne pas l'extraire jusqu'à la racine, afin d'avoir de nouveaux plants après quelques années.

B. Le reboisement

Le reboisement est une des solutions la plus rapide contre la déforestation. Toute personne raisonnable ayant fait une exploitation forestière doit procéder systématiquement à un reboisement pour remédier à la déforestation.

Elle peut non seulement diminuer les dégâts causés mais aussi assurer l'avenir de l'exploitation et préserver l'approvisionnement de la population locale en énergie domestique (pour la cuisson des aliments).

Face à la croissance démographique et économique, les besoins en bois de la population vont considérablement augmenter.

Alors il est évident que la forêt naturelle ne pourra plus répondre à cette hausse de besoins. Le reboisement est donc vital pour la génération future et ce n'est pas uniquement pour les briquetiers mais également pour la nation toute entière.

L'usage par la briqueterie et les ménages du charbon de bois comme combustible va entraîner l'abattage de nombreux arbres voire toute une forêt.

Il est important de souligner le rôle très important du reboisement dans l'aménagement du paysage et la protection de l'environnement. Il ne faut pas oublier que le développement de Madagascar passe aussi par celui des plantations forestières en cultivant principalement les pins, les eucalyptus sans négliger les autres espèces comme l'acacia.

Pour bien assurer l'avenir de l'exploitation forestière, il est préférable de bien choisir les espèces à croissance rapide comme : l'eucalyptus robusta et le pin qui constituent la moitié des plantations forestières à Madagascar.

C. Le côté environnemental

Comme toute exploitation, la production des briques a un impact sur l'environnement qui est le milieu dans lequel s'inscrivent les activités des utilisateurs d'argile.

De ce fait, ils interviennent, directement ou indirectement sur ce patrimoine collectif et ils sont donc pleinement conscients de leur responsabilité en la matière.

Ils extraient directement une ressource minérale (l'argile), indispensable à la fabrication des produits en terre cuite (brique, tuile, carreaux, conduits de fumées, vases, etc.....)

Les modes d'extraction induisent indirectement, comme toute activité industrielle, des impacts sur l'environnement. Ces impacts bien qu'ils sont temporaires et réversibles, influent sur le paysage, l'eau.

Si l'extraction de l'argile ne constitue qu'une étape dans la vie d'un sol ou d'un paysage, elle peut nuire à la propriété du sol et de l'environnement de façon définitive ; s'il n'y a pas de mesures prises après une extraction. De ce fait les exploitants sont responsables de la remise en état, de la conservation, de la restauration et de la gestion de l'environnement.

Aussi tout briquetier quel qu'il soit artisanal ou semi-industriel doit assurer le rôle de bâtisseur et d'aménageur du territoire par la remise en état de la culture du terrain, la reforestation, le respect de la vie faunistique et floristique (exemple des espèces qui hibernent dans les souches comme les hérissons) qui se trouve autour du chantier afin de ne pas dégrader le paysage, après une extraction.

Il est important de mettre en exergue que :

- L'impact paysage est très important même s'il est qualifié de moindre et temporaire, puisque c'est le plus visible par tout le monde. Et l'excavation s'élargit non seulement en fonction de l'exploitation mais aussi elle modifie les milieux (changement de la nature des sous-sols, la qualité des sous-sols).
- Sans oublier l'impact agricole de même qualification que celle de l'impact paysage, Après l'extraction le retour de la qualité agronomique initiale des terres ne peut être garanti qu'au prix d'un soin particulier apporté à la mise en place de techniques de réaménagement.

Extraire de l'argile, gérer des ressources existantes, tenir compte l'environnement et aménager le territoire sont des activités compatibles avec celles du briquetier. Donc il est primordial qu'il apporte les soins particuliers pour le réaménagement et le reboisement au fur et à mesure de l'avancement de ses travaux et à la fin de l'exploitation.

Après avoir étudié les impacts de l'exploitation, nous allons voir maintenant les enjeux de cette même exploitation.

CHAPITRE II :

LES ENJEUX DE L'EXPLOITATION

Il faut tenir compte des enjeux environnementaux engendrés par l'exploitation. Après une exploitation une bonne intégration environnementale est souhaitée avec un suivi de la mise en œuvre des moyens pour la réduction des impacts.

Les enjeux de l'exploitation sont très importants, et toute personne qui envisage ou exploite de l'argile doit être consciente des risques qui l'encourent. Les carrières d'argile, étant à ciel ouvert, entraînent une modification flagrante du paysage. Elles devront être obligatoirement réaménagées, et généralement, au fur et à mesure de l'exploitation.

Nous allons montrer dans ce deuxième chapitre que l'exploitation a de conséquences sur l'environnement et que les mesures à prendre pour essayer de stopper les dégâts causés par l'exploitation existent.

Section 1 :

L'inexploitation du terrain

L'aspect et la nature des sols après extraction ne sont plus les mêmes qu'auparavant. Une fois l'argile extraite, la qualité du sol se dégrade et le terrain devient difficilement exploitable et ne présente que de la mauvaise qualité.

De ce fait le rendement agricole chute d'une façon catastrophique car le sol s'appauvrit et les mauvaises herbes envahissent le terrain.

Cela est dû à l'absence des réserves minérales, d'où fragilité du sol à l'érosion et faible pouvoir de rétention des minéraux nutritifs.

Après une exploitation, la restauration et l'aménagement du terrain sont donc obligatoires pour la nouvelle promotion de la culture. Après les travaux d'exploitation, toutes les conditions naturelles favorisant la production agricole ne sont plus du tout disponibles. Le sol n'est plus le même dès que l'extraction commence ; puisque une partie ou plusieurs des composants du sol sont partis et perdus avec l'argile extraite.

A part la mauvaise qualité du sol, les dégâts causés par l'exploitation sont énormes qui mènent à l'inexploitation de la carrière toute entière.

§1 : L'état du terrain après exploitation

Dès qu'une exploitation d'argile cesse, c'est toute une activité d'une vie qui s'arrête avec elle : puisque les terrains sont laissés dans un état défectueux et presque incultes pour l'avenir.

Nous allons montrer dans cette section les résultats d'une exploitation d'argile sur le terrain exploité.

A. Le désordre des couches de terrain : l'excavation

L'excavation est une des conséquences que l'exploitation laisse trainer après son épuisement.

Comme on le sait l'excavation engendre des énormes trous qui nuisent au paysage qui deviennent une source de menace pour l'entourage car ils ne sont pas bouchés par les briquetiers.

La plupart ces trous sont souvent remplis d'eau pour la fabrication de la pâte d'argile. Et même après l'arrêt de l'exploitation les eaux restent dans les trous entraînant des conséquences néfastes aussi bien pour l'environnement que pour la population.

- Sur l'environnement : l'excavation nuit à la beauté du paysage, en laissant le terrain dans un état désastreux qui ne sert presque plus à rien ; surtout pour les cultures vivrières. Les terrains sont tout simplement impossibles à aménager pour la mise en culture, à cause des énormes trous remplis d'eau éparpillés partout.

Figure n°4 :

L'état du terrain en excavation



Source : personnelle juin 2010

Parfois on note la formation d'un petit lac artificiel par les flaques des eaux qui remplissent le terrain.

Figure n°5:

Lac artificiel



Source : personnelle juin 2010

le lac artificiel

- Sur la population : l'excavation présente une source de danger pour les enfants qui jouent dans les carrières abandonnées. Ne faisant pas attention ils peuvent tomber dans des trous remplis d'eau ; ces eaux peuvent être très profondes entraînant ainsi une noyade.

Ce problème se rencontre surtout dans le secteur artisanal où la carrière se trouve le plus souvent au beau milieu de l'habitation. Et elle devient alors de terrain de jeux des enfants lors de la cessation de l'exploitation.

Une fois que les briquetiers quittent la carrière, aucun suivi n'est fait pour contrôler la carrière abandonnée, même si cela peut nuire aux activités des habitants environnants ou présenter un danger potentiel pour la population toute entière

- Il faut surveiller de près la formation de flaques d'eaux après l'exploitation, pour que leur dimension ne devienne trop grande et trop profonde, comme sur l'image ci-dessous afin de pouvoir éviter toute tentation de baignade par les enfants.

Figure n°6 :

L'état du terrain après exploitation



Source : personnelle juin 2010

Reste d'une carrière après exploitation

A part le désordre des couches de terrain, l'érosion fait partie des enjeux de l'exploitation de l'argile.

B. Le terrain à la merci de l'érosion

Une exploitation abusive des bois peut engendrer une érosion. L'abattage du bois allant jusqu'au déracinement est source d'érosions. Normalement, le couvert forestier crée et fixe une couche superficielle d'humus.

Une fois le couvert forestier supprimé, cette couche est balayée par les eaux de pluies abondantes (ce phénomène est accentué du fait que le terrain est très souvent accidenté). Les argiles latérites sont donc mises à nue et sous l'effet répété et alterné des pluies et du soleil, elles sont cuites et deviennent une croûte stérile qui dessèche le sol et ne permet pas de repousse végétale.

Il est important d'éviter tout ce qui est susceptible d'entraîner une érosion, car notre Pays subit déjà une importante dégradation environnementale et a une économie agricole de plus en plus en déclin, basée sur l'utilisation du sol (l'agriculture)

L'érosion est extrêmement dangereuse pour les Pays en voie de développement comme le notre, à cause de ses nombreux dégâts tels que :

- l'infrastructure routière qui est totalement détruite à chaque passage de pluies torrentielles, mais qu'on doit reconstruire et entretenir pour la continuité de la vie quotidienne.
- l'industrie de la pêche qui est laissée à cause de l'augmentation de sédiment qui surcharge la rivière qui étouffe les œufs des poissons entraînant systématiquement une dégradation de la pisciculture dans les étangs et dans les rivières.

Il faut donc de bien réaménager et de bien restaurer le sol après exploitation ; afin d'éviter les sols déboisés emportés par la pluie dans les criques ou les rivières, mais aussi pour écarter le glissement du terrain qui cause d'importants problèmes pour l'environnement et pour la population.

Le réaménagement de ces terrains est une nécessité car pour la majorité des cas, les paysans travaillent non loin de leur habitation, et les terrains de culture diminuent en superficie de jour en jour.

C. Exigüité des terrains de culture

La culture va de pair avec la briqueterie pour la population de Mahatsiatra Ambony. La briqueterie étant, surtout dans le secteur artisanal, une activité connexe, la plupart des briquetiers artisanaux sont des cultivateurs qui combinent la briqueterie et la culture. De ce fait, leur lieu d'exploitation se trouve tout près de leur champ, souvent près de la rizière.

La briqueterie nécessite un large espace, pour étaler les briques. Il en est de même pour la cuisson. La superficie des terrains cultivables diminue une fois les travaux d'extraction d'argile commence. Les travaux de production de tuiles/briques occupent, eux aussi, autant de terrains au bord de la rizière. Après l'arrêt de l'exploitation, les terrains abandonnés risquent d'être impropre à la culture si aucun réaménagement n'a été fait.

Les gens aiment embrasser deux emplois, ils travaillent au même endroit et les terrains commencent à être rares du jour au lendemain. Personne ne pense à s'implanter dans un endroit autre qu'à proximité d'une rizière.

Cela est dû sûrement à la facilité de se procurer des matières premières, pourtant les conséquences de la coexistence de la briqueterie et de la rizière sont gravissimes puisque :

- les terrains pour la culture sont également pour ceux de la briqueterie.
- les espaces à cultiver diminuent, car c'est la briqueterie qui occupe la plupart des rizières pour l'extraction de l'argile et l'étalage des briques.

—les terrains laissés par la briqueterie sont de très mauvais état, et doivent être aménagés. en vue d'une quelconque culture postérieure

Si le champ de travail de la briqueterie et du paysan se trouvent toujours dans un même endroit ; il risquerait toujours d'avoir une exigüité de terrain.

§2 : Détérioration de l'environnement

Que l'on veuille ou non, la détérioration de l'environnement est flagrante, la production des briques, en effet, change son aspect.

La dégradation de l'environnement est conditionnée surtout par le temps d'exploitation et par l'importance d'une carrière. Moins la durée d'une exploitation est courte, moins lourds à l'environnement et à la population seront les dégâts causés par l'exploitation.

Ce qui pose le plus de problème dans une exploitation d'argile c'est son impact négatif sur l'environnement.

Le déboisement intensif et la progression de l'émission des gaz à effet de serre figurent parmi les mauvais côtés de l'exploitation de l'argile.

A. Déboisement intensif

Le déboisement est très fréquent dans le domaine de la briqueterie. La cuisson des briques consomme beaucoup de bois.

Les briquetiers coupent des arbres d'un endroit à un autre jusqu'à son épuisement. Ils commencent ensuite à exploiter la forêt primaire, de façon illicite souvent pour le cas de Madagascar. Et évidemment ils ne participent pas malheureusement à la reforestation, ce qui diminue de plus en plus nos ressources naturelles.

La plupart des gens qui exploitent la forêt ne possèdent pas de permis de coupe légal accordé par l'autorité compétente en l'occurrence la Direction Régionale des Eaux et Forêts et Tourisme (DREFT). Des fois le permis de coupe dépasse le délai accordé : ce n'est donc qu'un acte illégal.

La DREFT accorde environ trois cents (300) autorisations de coupe par an. Pour la majorité des permis de coupe les demandes se concentrent surtout sur la production de charbon de bois et de bois de chauffage.

Il est donc évident que la forêt reste une source de revenus pour beaucoup de gens : briquetiers, exploitants de charbon de bois, etc. Cependant la plupart des exploitants forestiers

coupent des arbres un peu partout et d'une quantité incroyable, sans se soucier d'entreprendre de reboisement pour remplacer les arbres abattus.

Les exploitants de charbon de bois, considérant leurs activités comme permanentes seront les plus touchés par cette déforestation car le charbon reste toujours la principale source d'énergie pour le commun du peuple et ceci même, pour les années à venir. Le problème de déboisement reste et prend une allure d'envergure nationale.

B. L'intensification de l'émission de gaz à effet de serre

La briqueterie est parmi les activités qui contribuent à l'émission de gaz à effet de serre. En effet, c'est une activité qui nécessite beaucoup de combustibles. Ces combustibles émettent des gaz sur l'atmosphère qui contribuent à l'effet de serre, en l'occurrence, le gaz carbonique CO₂.

L'effet de serre est un processus naturel aboutissant au réchauffement de la Terre. Les rayons solaires ne seront plus filtrés et peuvent attaquer directement la Terre avec les êtres vivants : la couche d'ozone fera défaut et les radiations solaires seront émises sans protection. Les gaz à effet de serre déstabilisent le processus naturel d'échanges d'énergie sur l'espace et sur la terre.

Si les échanges d'énergie avec l'espace ne sont pas équilibrés il y a perturbation de l'atmosphère au niveau énergétique. Ce qui provoquera sûrement un changement de la température de l'atmosphère qui va soit vers toujours plus froid soit vers toujours plus chaud donc changement climatique aigu.

Les gaz à effet de serre sont des composants naturels gazeux de l'atmosphère. Ces gaz proviennent de l'activité humaine par l'utilisation d'énergie fossiles (le charbon, le pétrole, etc...) par l'intensification de l'agriculture et la destruction de la biomasse (la déforestation). Parmi les gaz à effet de serre sont le dioxyde de carbone CO₂, le méthane CH₄. Les industries des pays évolués produisent aussi des gaz à effet de serre.

Les activités humaines dégagent donc une abondance de gaz à effet de serre. Les gaz à effet de serre fonctionnent en éliminant la couverture (l'ozone) donc ils maintiennent une température chaude à la surface de notre Terre et ils l'empêchent ainsi de se refroidir.

La prolifération des gaz à effet de serre entraîne l'augmentation du réchauffement climatique dans le monde, qui devient un danger pour la planète toute entière. Ces conséquences sont immenses comme :

- l'augmentation de la température : provoque une augmentation mécanique du volume d'eau de mer par dilatation et par fonte des glaciers, qui va engloutir quelques unes des terres de bas niveau comme les îles Maldives et tant d'autres.
- la perturbation de la pluviométrie
- la modification des courants marins

On peut affirmer que la briqueterie contribue ainsi à l'intensification des gaz à effet de serre puisque tous les éléments qui favorisent ces gaz y sont c'est-à-dire : le combustible et la déforestation.

Par conséquent les briquetiers doivent connaître à fond leur métier et les risques encourus pour l'environnement.

Section 2 :

Suggestions et Perspective d'avenir

Pour l'amélioration de la briqueterie il faut tenir compte des enjeux engendrés par l'exploitation, et essayer de soumettre quelques solutions pour réduire les problèmes rencontrés lors de l'exploitation.

Il faut reconnaître que l'argile est une ressource naturelle facilement exploitable et disponible dans la région de Mahatsiatra Ambony. Elle s'épuise au fur et à mesure de son exploitation. Le problème sur l'argile est qu'elle ne peut être remplacée par d'autres éléments. Une fois extraite elle est épuisée comme les ressources minières.

Il est donc très important d'apprécier et de valoriser l'argile tant qu'il en a de grande quantité à exploiter.

§₁ : Valorisation des ressources naturelles

L'argile est une matière première qui peut fournir d'excellents produits en terre cuite, et qui possède des diverses qualités qui les distinguent des autres produits du même genre comme : la poterie, les matériaux de construction.

Il faut être conscient que l'argile étant une ressource naturelle peut s'épuiser du jour au lendemain. Heureusement jusqu'à présent l'argile existe dans nos sols. On peut ainsi en profiter pour fabriquer de produits extrêmement valeureux.

La fabrication des matériaux en terre cuite est une activité très fréquente et très nombreuse dans la région. La plupart des gens qui exploitent l'argile ne font pas très

attention à la valeur de l'argile ; ils utilisent l'argile à tort et à travers et l'exploitent de façon fantaisiste.

Pourtant l'argile possède des nombreuses qualités qu'on ne doit pas ignorer.

Pour profiter de tous les avantages que l'argile possède, il est temps de mettre l'argile à sa place : c'est une matière précieuse, à multiples qualités qui peut être utile à la vie quotidienne.

A. Le côté médicinal de l'argile

L'argile est une arme contre un certain nombre de maladies puisqu'il possède un pouvoir absorbant, une action adsorbante, et de vertus antiseptiques. L'argile est une thérapeutique naturelle (géothérapie) efficace, utilisée dans les spa, dans les centres thermaux (Ranomafana, Antsirabe) pour de soin esthétique ou pour contrer les effets du stress, L'argile peut être utilisée dans presque toutes les affections. C'est un remède doté de l'intelligence de la nature ; il identifie le mal et le neutralise.

- pouvoir absorbant : l'argile fixe l'élément indésirable et l'emmène pour l'éliminer.
- L'argile adsorbe toutes les impuretés, les substances toxiques, et les élimine.
- vertu antiseptique : l'argile détruit avec une redoutable efficacité les germes pathogènes. Elle le fait avec intelligence, en ne détruisant pas la flore bactérienne bienfaisante pour la santé.
Elle consolide les tissus atteints et guérit les plaies et blessures, et arrête l'inflammation.

Concernant les différentes couleurs de l'argile dans le cas du côté médicinale (blanche, grise, ou verte) ses couleurs représentent les différentes compositions minérales de l'argile et donne des résultats thérapeutiques différentes.

Souvent on utilise l'argile blanche pour l'usage interne et la verte pour l'usage externe, tandis que la grise conviendra pour l'usage interne et externe.

L'argile est une valeur thérapeutique polyvalente que la nature nous donne, elle ne doit pas être ignorée mais plutôt exploiter dans tous ces domaines. Elle possède un champ d'action très vaste :

- en usage externe :
 - elle soulage la douleur
 - elle cicatrise rapidement les blessures, les coupures

- en usage interne :
 - elle met en mouvement les toxines
 - elle neutralise les poisons
 - elle purifie le sang
 - elle augmente les globules rouges dans le sang
 - elle neutralise les fermentations toxiques de l'intestin

Malgré tous les biens positives, on peut dire que l'argile n'est pas un produit miraculeux, ni une panacée. L'argile est l'exemple type parmi bien d'autres dans le domaine thérapeutique.

B. Le côté décoratif de l'argile

Les produits fabriqués en argile sont d'une grande beauté, agréable à admirer surtout ceux qui sont faits en terre cuite.

Les produits en terre cuite améliore la qualité de l'habitat et rend l'image de la ville très agréable à voir. En plus de sa dureté et de sa longévité, les produits ne sont pas chers par rapport aux autres produits du même genre pour un prix très abordable.

Les produits de matériaux de construction en terre cuite améliorent la qualité de l'habitat ; en augmentant la valeur intérieure et extérieure d'une maison.

- intérieure car : le matériel de construction (la brique et la tuile) en terre cuite renforce la sécurité de l'habitat (sa dureté contre les intempéries), mais aussi il dégage beaucoup de chaleur qui est très favorable pour le cas de la région.
- extérieure car : les produits en terre cuite sont d'un décor naturel, on peut laisser les produits à l'état naturel ou ajouter autre chose, c'est toujours pareil le résultat reste très agréable à voir.

L'utilisation de l'argile profite à l'intérêt de tout le monde, au niveau économique, social, et financier par :

- la valorisation rationnelle des ressources naturelles abondantes
- l'amélioration de la qualité de la construction et l'esthétique de la ville
- l'existence des produits satisfaisant pour les consommateurs, mais rentable et bénéfique pour les producteurs.

Dans le côté décoratif, l'argile est utilisée aussi pour décorer l'intérieure d'une maison :

- des bibelots, des bougeoirs, des poteries, toutes sortes d'objets d'art en argile qui sont très décoratifs pour la maison (cf. en annexeXV)

- des ustensiles de cuisine : le « sinibe³ », le « vilany tany⁴ » qui sont très utiles surtout dans la région, le « sinibe » est un réservoir d'eau, car pour la plupart des gens n'ont pas accès à l'eau de la JIRAMA (cf annexe XIII).
- le « fatana mitsitsy⁵ » économise du charbon et garde la chaleur pendant des heures ; même s'il n'y a plus charbon dedans, toute la chaleur y est encore conservée (cf. en annexe XIV).

§2 : Amélioration de la briqueterie Malagasy

Toute activité professionnelle quelle qu'elle soit doit être soumise à la recherche de la perfection pour son travail, y compris la briqueterie. On constate que la briqueterie artisanale a besoin d'amélioration pour corriger les imperfections constatées qui diminuent la valeur des briques.

Donc, il est très important de trouver des solutions pour remédier à ces problèmes, et d'essayer d'atteindre l'objectif : la perfection.

Les matériaux de construction en terre cuite sont très intéressants et utiles pour les pays en voie de développement comme le nôtre pays, qui recherche des produits locaux, durables et peu coûteux qui sont à la portée du revenu de la population. Nous allons voir les quelques solutions susceptibles de rendre la briqueterie Malagasy encore meilleure.

A. L'utilisation de nouvelle méthode

Comme on le sait la briqueterie nécessite une grande quantité de bois de chauffe pour le combustible et entraîne par conséquent une déforestation très importante. Il est préférable d'utiliser d'autres combustibles ou d'autres technologies qui ne sont pas énergétivores en raison du déficit croissant du bois de chauffe.

Les briquetiers doivent mélanger les combustibles de toutes sortes, afin de réduire la consommation du bois de chauffe. Sans négliger la valeur énergétique de celui-ci qui est à l'origine des produits bien cuits.

Voici quelques suggestions que nous proposons pour l'amélioration de la briqueterie artisanale Malagasy :

³ Cruche

⁴ Marmite en argile

⁵ Foyer économique

- l'utilisation des divers combustibles comme : la tourbe, les balles de riz, les coques de noix de coco, la sciure de bois, les cosse de café pour alimenter le four à part le bois.
- l'utilisation des additifs comme : le sable et les balle de riz.
- la construction des tablettes à l'air libre pour étaler les briques et les tuiles au lieu de le laisser par terre.

L'usage des balles de riz dans la fabrication de la brique est intéressant à plusieurs points de vue :

- il fortifie l'argile qui tend à être trop malléable et empêche les briques de se craqueler durant le séchage.
- il rend la brique plus légère.
- il améliore la cuisson au centre de la brique, qui entraîne à l'économie du bois de chauffe puisqu'il permet un usage plus efficace de l'énergie.

Le but de la recherche c'est de pouvoir obtenir une brique de meilleure qualité pour un minimum de prix et réalisée par des simples moyens.

B. La formation des briquetiers

La plupart des briquetiers malagasy sont des briquetiers traditionnels dont la connaissance et le savoir faire sont transmis de père en fils.

La brique est l'un des matériaux de construction le plus promoteur de nos jours même si la briqueterie se catégorise dans le secteur informel. La briqueterie se développe de jour en jour, d'autant plus qu'elle procure des emplois à toute personne intéressée tout au long de l'année.

Par conséquent les briques sur le marché sont de plus en plus nombreuses malgré la concurrence accentuée entre les briquetiers sans tenir compte d'un autre problème l'arrivée sur le marché des autres matériaux de construction qui essaient de dominer le marché actuel.

Pour faire face à la concurrence, les briquetiers ne doivent plus se contenter de considérer la briqueterie comme une affaire familiale ou un travail complémentaire, ou de travail de substitution pour éviter un chômage temporaire, mais de l'exercer comme un vrai métier où règne l'esprit de compétitivité.

Une formation doit être dispensée aux briquetiers pour approfondir leur connaissance, afin de pouvoir maîtriser l'art de la briqueterie même si auparavant être briquetier ne

demande pas de spécialisation ou de diplômes d'études mais seulement la volonté d'être briquetier et une bonne capacité physique.

- il est très important de remettre à niveau les compétences des briquetiers voire même les former afin de réaliser de produits normalisés de qualité compétitive aux autres produits de même type.
- il est conseillé aux briquetiers de s'associer pour protéger leurs intérêts, en l'occurrence la fixation du prix surtout en dehors de la saison de pluies pour éviter la concurrence déloyale entre briquetiers, sans parler des autres produits du même genre.
- il est souhaitable que l'État réglemente les activités des briquetiers comme la production de produits de qualité qui respectent les normes de construction.
- Il faut mettre en vigueur les lois relatives à la conservation de l'environnement lors de la production de briques (paysage à embellir, rizières à assainir, bois de coupe à entretenir)

L'objectif général de cette étude est d'améliorer la qualité des matériaux de construction en terre cuite, c'est-à-dire la normalisation de la production des briques et des tuiles cuites, afin de satisfaire la clientèle à un prix abordable pour une meilleure qualité de l'habitat sans oublier la lutte contre la dégradation de l'environnement.

Une formation est très utile pour renforcer les capacités et approfondir les connaissances des briquetiers.

§3 : Perspectives d'avenir

Pour améliorer la qualité et le sauvegarde de la briqueterie, l'État doit prendre des mesures afin de régulariser la situation actuelle des briquetiers qui sont pour la plupart dans le secteur informel.

Il est temps aussi d'envisager d'exploiter les énergies nouvelles et renouvelables qui sont abondantes dans notre pays.

A. La formalisation des briquetiers sur leurs intérêts

Il est important de les informer de l'importance de leur métier au sein de la société et de l'État. Par conséquent, ils doivent entrer dans la légalité et certaines mesures seront obligatoires :

a. Impôts et Taxes à payer

Il est nécessaire que les briquetiers artisanaux payent les impôts et les taxes afin de régulariser leur situation vis-à-vis de l'État. Cela leur permet aussi de s'investir au fond sur leurs travaux et de fournir des produits de qualité qui peuvent être exposés sur les foires internationales.

b. Le contrôle de la collectivité décentralisée pour régulariser la situation des briquetiers

La Commune doit au sein de la vérifier et contrôler les activités de briquetiers en cours et après exploitation.

B. La formation des briquetiers

Les briquetiers doivent bénéficier de formations ou de remises à niveau en fonction du développement de la technologie afin d'améliorer leur savoir faire sur :

a. Le processus de fabrication

Une formation est nécessaire pour les briquetiers, pour qu'ils puissent connaître et suivre le processus de fabrication normalisé, afin de réduire au minimum les produits de mauvaise qualité.

b. La conservation de l'environnement

Étant formés ou informés, les briquetiers seraient conscients des risques que leur métier encourt à la société. De ce fait, ils participent à la conservation et à la protection de l'environnement du pays.

C. L'innovation d'énergies adéquates pour la briqueterie

L'utilisation des énergies nouvelles et renouvelables réduisent les charges actuelles et contribuent au mieux à la sauvegarde de l'environnement :

a. L'énergie éolienne et l'énergie solaire

L'utilisation de ces énergies réduit les dépenses au niveau de l'eau et de l'électricité, concourt à la protection de l'environnement en même temps, et simplifie la production.

b. Le reboisement raisonné

Il faut équilibrer au mieux le déboisement et le reboisement, pour la conservation de la forêt et pour préserver le futur de l'exploitation.

Il importe que le reboisement l'emporte sur la déforestation.

CONCLUSION

Après avoir effectué cette étude, nous avons réalisé que l'exploitation des terres argileuses est une activité commercialement rentable tout au long de l'année. D'autant plus que l'argile est une matière première locale issue de notre propre sous-sol, pouvant donner des produits de qualité à des prix abordables.

En effet c'est l'un des matériaux de construction les plus prometteurs de nos jours. La valeur thermorégulatrice de l'argile est puissante, sa dureté et sa longévité la rendent distincte des autres matériaux de constructions.

Le choix de l'utilisation des matériaux de construction en argile diminue l'importation, mais aussi valorise et peut promouvoir nos produits locaux.

Toute fois, l'argile est une ressource naturelle qui peut s'épuiser et mérite d'être utilisée avec modération. Malheureusement la plupart des briquetiers font une exploitation abusive et ne se préoccupent guère de l'avenir. En plus les impacts de cette exploitation engendrent un aspect négatif sur l'environnement.

Les enjeux environnementaux découlent surtout des impacts de l'exploitation de l'argile. Aussi doit-on en tenir compte dès le commencement et surtout tout au long de l'exploitation, afin d'éviter l'aggravation de la dégradation de l'environnement qui risquerait de nuire à l'exploitation en cours et à son avenir. Comme rien n'est irréversible. On peut réduire voire même résoudre les problèmes engendrés par l'extraction.

Ce travail de recherche nous a permis de démontrer l'importance du secteur informel qui se développe de jour en jour dans la région de Mahatsiatra Ambony, rentrant ainsi dans le flux de la création d'emploi. La briqueterie est une activité parmi celles où la spécialisation n'est pas exigée et une faible connaissance sur le métier est un atout. Être briquetier artisanal est facile, il suffit d'avoir une bonne capacité physique apte pour le port et de déplacement d'objets plus ou moins lourds. Le métier de briquetier concourt ainsi à la réduction du chômage qui sévit dans la région.

On peut constater aussi que l'exploitation de l'argile est une source de revenu importante dans la région. Pour la plupart des foyers des Communes Rurales, il existe souvent un briquetier ou un artisan au sein de la famille. Ce métier se transmet de père en fils depuis des générations, et le savoir faire se transmet systématiquement avec ou sans pratique sans aucune formation formelle sur la briqueterie.

L'utilisation des matériaux de construction en argile se généralise dans l'architecture des Hautes Terres Malagasy riches en terrains argileux, du fait de sa qualité extraordinaire de protection contre le froid et la chaleur.

Pour conclure, l'exploitation de l'argile est un projet non négligeable, très intéressant, très rentable mais ayant un côté négatif pour l'environnement. Elle mérite donc un suivi rigoureux dans le but de renverser l'aspect négatif de la briqueterie en aspect positif, pour pouvoir profiter au maximum de tous les bénéfices que nous rapporte cette ressource.

Il est temps d'envisager l'exploitation des nouvelles méthodes comme les énergies nouvelles et renouvelables qui sont en abondance dans notre pays. L'utilisation des nouvelles méthodes diminuent les dégâts causées par l'exploitation de terres argileuses qui a un impact négatif sur l'environnement. Enfin la formation des briquetiers n'est plus évitable pour faire face à la concurrence, pour assurer la conservation environnementale et pour faire rentrer leur métier dans le cadre formel.

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages généraux :

- CNRIT Département Matériaux et Génie Civil. Les matériaux de construction en terre cuite, Mai 2003, 40 pages. Tsimbazaza, Antananarivo.
- Cuenot Borris – Graff Christophe, T.I.P.E Sciences Industrielles : une énergie renouvelable en plein essor « l'énergie éolienne », 1998, 30 pages. France
- Pédro George, Sols tropicaux : quelques enjeux agronomiques, environnementaux, et économiques, 2009, 3 pages. Académie d'Agriculture de France.
- Rafaralahy-Rakotoarivonizaka Ignance-Randrianja Roger, Élaboration de pisés réfractaires à Madagascar à partir de matériaux locaux, Novembre 2009, 27 pages. Mada Géo 14 (ISSN 2074 – 4587)
- Rakotomalala Andrianirina, Politique énergétique intégrée en République de Madagascar, Mars 2006, 50 pages. Antananarivo.
- Ramampandra Daniel, Fanamboarana charbon bozaka/fako, 2009, 5 pages. Fianarantsoa

Supports pédagogiques :

- Randriamanantena Modeste, cours d'organisation 2^{ème} Année Gestion 2006-2007
- Roland Modongy, cours de l'environnement 1^{ère} Année Gestion 2005-2006
- Raveloson Vololonirina, cours gestion budgétaire 2^{ème} Année Gestion 2006-2007

Mémoire de maîtrise :

- Rachid Mohamed, projet sur l'amélioration de la briqueterie artisanale, Mémoire de Maîtrise, 2009, 110 pages.

Autres documents :

- Direction Régional des Eaux et Forêts et Tourisme, Documents sur l'autorisation des coupes, juin 2010.
- D.H.R, Fabrication de brique : innovation avec l'argile cuite, Janvier 2010, 6 pages.

LISTE DES ILLUSTRATIONS

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°I : valeur de pouvoir calorifique de combustible
Tableau n°II : dimension du four et nombre de tunnel
Tableau n°III : paramètre de qualité
Tableau n°IV : coût de construction
Tableau n°V : matériels et équipements d'exploitation
Tableau n°VI : amortissement de frais incorporable
Tableau n°VII : amortissement de frais incorporable
Tableau n°VIII : amortissement des bâtiments
Tableau n°VIX : amortissement des MEE=20ans
Tableau n°X : amortissement du MEE=4ans
Tableau n°XI : amortissement matériel de transport
Tableau n°XII : charge d'exploitation
Tableau n°XIII : prévision de production
Tableau n°XIV : prévision de vente
Tableau n°XV : prévision du chiffre d'affaire
Tableau n°XVI : cash flows
Tableau n°XVII : matériels utilisés
Tableau n°XVIII : revenus au cours du 1^{er} semestre
Tableau n°XIX : comparaison du coût de construction

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : courbe de cuisson
Figure 2 : four utilisable pour quelque brique
Figure 3 : - montage du four utilisable pour plusieurs briques
 - Four utilisable pour plusieurs briques
Figure 4 : étape schématique de fabrication
Figure 5 : état du terrain après excavation
Figure 6 : lac artificiel
Figure 7 : terrain après exploitation

LISTE DES SCHÉMAS

Schéma n°1 : diagramme de conduite de cuisson (combustible en bois)
Schéma n°2 : étapes schématiques du procédé de fabrication

ANNEXES

ANNEXE I

- Comment fait-on pour obtenir une brique ?
- Comment fait-on pour obtenir une tuile ?
- Qu'est-ce qu'on fait pour obtenir une brique cuite ?
- Qu'est-ce qui différencie une brique cuite d'une brique crue ?
- Quelles sont les matières premières utilisées ?
- Quels sont matériels utilisés ?
- Quels sont les dégraissants utilisés ?
- Qu'est-ce qui différencie la fabrication d'une brique et d'une tuile ?
- Au bout de combien de temps peut-on obtenir un produit crue ?
- Au bout de combien de temps peut-on obtenir un produit cuite ?
- Quels sont les combustibles utilisés ?
- Quels sont les différentes sortes des produits artisanaux ?
- Quels sont les différentes sortes des produits industrialisés ?
- À quel moment peut-on faire la production ?
- Combien de personne faut-il pour effectuer tout le travail ?
- À quel endroit se trouve le champ de travail des briquetiers ?
- À qui appartient le terrain pour la fabrication ?
- Combien de produit par semaine peut fabriquer les briquetiers artisanaux ?
- Combien de produit par semaine peut fabriquer le briquetier semi-industriel ?
- Quelle condition peut-on avoir pour être briquetier ?
- Quels sont les différentes sortes d'argile ?
- Combien coûte la brique crue ?
- Combien coûte la brique cuite ?
- Combien coûte la tuile écaillée ?
- Combien coûte la tuile mécanique ?
- Combien coûte les produits industrialisés ?

ANNEXE II

Comment poser les tuiles ?

- Pour les tuiles plates, il suffit de les poser directement sur les liteaux.
- Pour les tuiles à chevilles (tuile plate avec deux petits trous dans la partie supérieure), on les posera avec des chevilles (en bois ou en bambous) qui vont être accrochés sur le liteau.

Pour renforcer sa fixation, on peut lier les tuiles avec le liteau en utilisant du fil de fer galvanisé en les faufilant à travers les deux trous de la tuile.

- Pour la première rangée, on posera les tuiles une par une en bande horizontale partant du mur gouttereau vers le faîte ou de la panne sablière vers la panne faîtière.
- Pour la deuxième rangée, la pose est disposée en quinconce c'est-à-dire, deux tuiles de la deuxième rangée seront disposées partant du milieu d'une tuile de première rangée.

Une partie du tuile de la première rangée sera couverte par les tuiles de la deuxième rangée et ainsi de suite. En générale $\frac{2}{3}$ de tuile est nécessaire pour le recouvrement. Le reste $\frac{1}{3}$ constituera la « surface libre » ou « pureau ». Il faut garder cette proportion pendant la pose pour éviter les fuites.

Cette mesure est aussi nécessaire lors de la pose des liteaux pour former le lattis.

Une fois que la pose est finie, le faîte sera couvert par des tuiles canal ou des tuiles rondes qu'on appelle « tuile faîtière » car la base est garnie de bourrelet de mortier pour assurer l'étanchéité de la couverture.

ANNEXE III

NORMES TBM (TRAVAUX DES BATIMENTS DE MADAGASCAR) FICHE TECHNIQUE (BRIQUE EN TERRE CUITE)

1) CARACTÉRISTIQUES GÉOMÉTRIQUES

Les dimensions de la brique doivent satisfaire les conditions suivantes :

Longueur= 2 largeurs + joint avec $0.5 < \text{joint} < 1 \text{ cm}$ $4 \text{ cm} < \text{hauteur} < \text{largeur}$

Dimensions conseillées :

Longueur= 22 cm

Largeur= 10.5 cm

Hauteur= 8 cm

2) CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES

CATÉGORIE	Résistance à l'écrasement en kg/cm ² de section brute	
	Moyenne sur 7 jours	Minimum sur 7 briques
Briques porteurs, catégorie 1A :		
• À sec	70	60
• Inhibition 48 heures	50	40
Briques porteurs, catégorie 2A :		
• À sec	40	30
• Inhibition 48 heures	30	20
Briques de remplissage RA :		
• À sec	30	20
• Inhibition 48 heures	20	15

3) CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES

Poids maximal < 2.5 kg

Densité > 1.25 kg/ dm³

Porosité < 45%

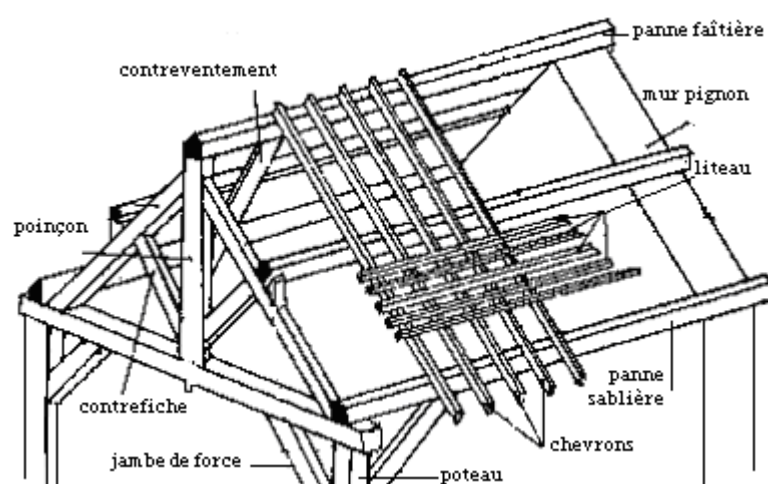
4) CARACTÉRISTIQUES DE FORMES

Perpendiculaire des côtés adjacents à un angle droit

Parallélisme des faces

ANNEXE IV

La charpente est la pièce maîtresse d'une toiture. Toutes les mesures doivent tenir compte du poids de la couverture, de la pente et le type de toit choisi.



Chevrons : une pièce de bois de section rectangulaire (bois carré) soutenue par les pannes (faîtière, intermédiaire, sablière). Pour les couvertures en tuiles, les chevrons supportent les liteaux.

Contrefiche : une pièce de bois oblique (madrier). Elle part du pied de l'entrait en appui sur le poinçon et se dirige vers l'arbalétrier situé à environ 1,5m de la panne faîtière.

Contreventement : une pièce de bois oblique (madrier) solidarissant la panne faîtière et le poinçon.

Jambe de force : une pièce de bois oblique (madrier) prenant appui sur la poutre et le support de l'entrait. Elle est dite transversale du côté du mur pignon, et longitudinale du côté du mur gouttereau.

Liteau : une pièce de bois de grande longueur et de quelques centimètres de section qui est clouée sur les chevrons.

L'ensemble des liteaux est appelé le lattis. Il supporte les tuiles.

Panne : est une pièce de bois de section rectangulaire (madrier) qui relie les murs pignons ou les fermes de deux côtés. Elle supporte les chevrons.

Panne faîtière : elle se trouve au plus haut sommet du toit.

Panne sablière : elle se trouve en bas de la pente sur le mur gouttereau.

ANNEXE V

Les tuiles traditionnelles peuvent être plates qui une fois posées ressemblent aux écailles d'où le nom : « tuile écaillée ».

La taille d'une tuile est de 24 cm sur 14 cm, d'une épaisseur de 8mm à 15mm. Elle pèse environ entre 40 à 45kg/m².

De ce fait, il est nécessaire que la charpente soit solide afin d'éviter l'affaissement de la toiture en raison de la charge.

Il est conseillé d'utiliser des lattes en bois de 25/40 de section pour les liteaux au lieu des lattes en bambou.

Lattis (l'ensemble des liteaux en bois)



Image des tuiles en écailles



ANNEXE VI

Tuile plate en écaille



Tuile mécanique



ANNEXE VII

Brique cuite



Brique non cuite



ANNEXE VIII

Brique étalé en quinconce pour la briqueterie artisanale en plein air



Brique étalé en quinconce par la briqueterie semi-industrielle dans l'hangar



ANNEXE IX

Moule de brique artisanale



Moule de la tuile artisanale



ANNEXE X

Moule d'une faîtière

En première étape



En deuxième étape



ANNEXE XI

Presse à brique de la briqueterie semi-industrielle



Presse à tuile



ANNEXE XII

Le four artisanal



Le four semi-industrialisé



ANNEXE XIII

Un « sinibe tany »



Un four



ANNEVE XIV

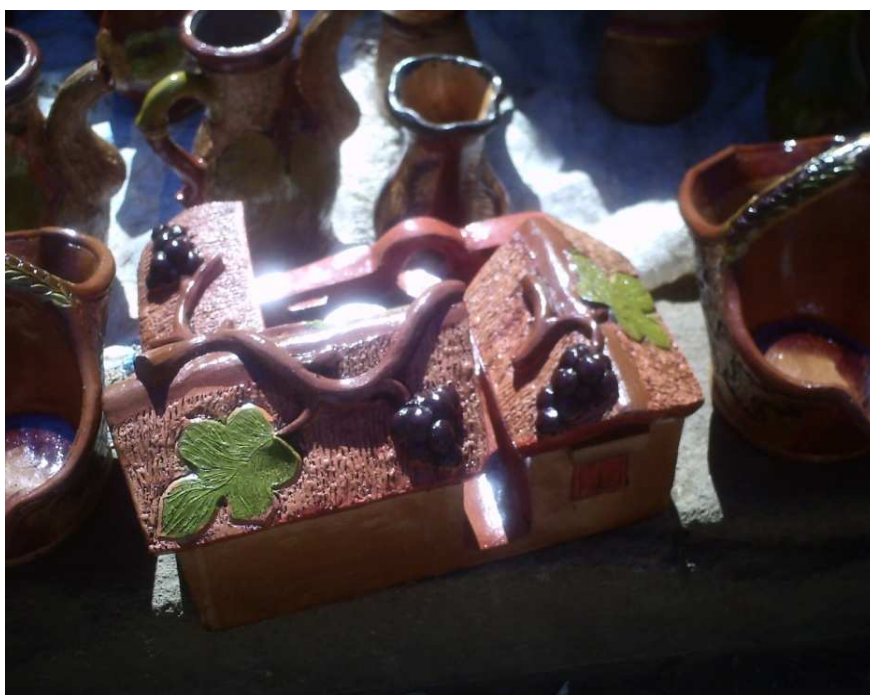
le « fatana mitsisy »





ANNEXE XV

Les bibelots et les autres décorations





ANNEXE XVI

Des coffrets, des vases



Des vases



ANT XVII

.....faha,.....

Alefa amin' Atoa Lehiben'ny Vondromparitry ny Tontolo Iainana sy ny ala
FIANARANTSOA

Ampandalovina amin'ny

Ben'ny Tanàna ao.....

Chef Fokontany ao.....

ANTONY : Fangatahana Fazahoan- dalana hikapa hazo

Voninahitra ho ahy no ahazoako mandefa ity taratasy ity aty aminao mba ho fangatahana fahazaohan-dalana hikapa hazo. Toy izao manaraka izao ny mombamomba ahy sy ny hazo izay tapahiko :

NY MPANGATAKA :

Anarana syfanampiny :.....

.....

Nomeraon'ny karapanondro :.....nomena tao :.....

Tamin'ny :.....

Fonenana sy adiresy mazava :.....FKT :.....

CR/CU :.....Distrika:.....

NY MOMBAMOMBA NY ATIALA : N° titre sy kadasitra (raha vita baorina) :.....

Toerana misy ny ala :.....FKT :.....

CR/CU :.....Distika :.....

Isany sy karazan'ny hazo ho tapahina.....

Ny mamaritra ny ala :

— Avaratra.....

— Antsinana.....

— Atsimo.....

— Andrefana.....

NY TOMPON'NY ALA

Anarana sy fanampiny :.....

.....

Nomeraon'ny karampanondro :.....nomena tao :.....

Tamin'ny :.....

Fonenana sy adiresy mazava :.....FKT :.....

CR/CU :.....Distrika :.....

ANTONY HANAOVANA FANGATAHANA : (vokatra hamidy, hanaovana trano, sns...)

.....

VOKATRA ILAINA (planches, madriers, battants, hazo boribory, kitay, charbon, sns...)

.....

NY MPANGATAKA,

(sonia sy anarana)

FANAMBARAN'NY SEFO FKT :

Izahay sefo Fokontany eto.....dia manamarina ireo voalaza eo ambony ireo indrindra ny maha azy
ny atiala, ary marihinay fa tsy misy disadisa na olana io ala angatahiny io ka anaovanay Sonia eto ambany.

.....faha.....

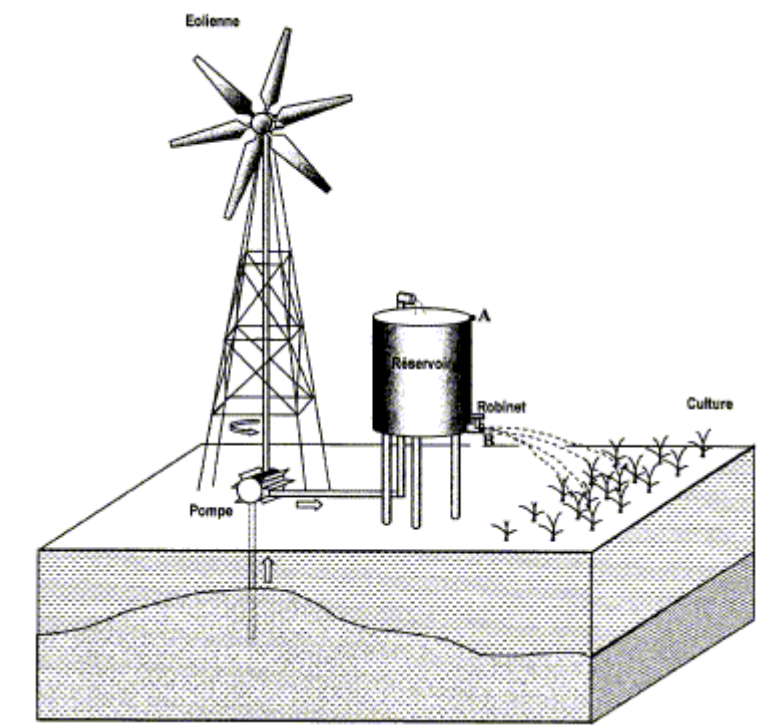
Ny Sefo Fonkontany

(sonia, anarana, fitomboka)

FANAMARIHAN'NY KAOMINA

ANNEXE XVIII

Éolienne avec pompage d'eau





ANNEXE XIX

Éolienne pour l'électricité



La houille noire



TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS.....	4
LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES.....	5
GLOSSAIRE.....	6
INTRODUCTION.....	7
PREMIÈRE PARTIE.....	9
CHAPITRE I : DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SUJET.....	11
Section 1 : Présentation du cas étudié : l'argile.....	11
§ ₁ : La propriété de l'argile.....	11
A. Identification de l'argile.....	12
a. Essai à sec.....	12
b. Essai à l'état humide.....	12
B. L'exploitation de l'argile.....	12
a. Étude de gisement.....	13
b. Préparation technique de l'exploitation.....	13
c. Préparation Administrative.....	14
§ ₂ : Modes d'exploitation.....	15
A. Les carrières au fond de la vallée ou plaine.....	15
B. Les carrières de collines.....	15
Section 2 : Les processus de production.....	17
§ ₁ : Généralités sur les matériaux en terre cuite.....	17
A. L'extraction.....	18

B. La préparation de l'argile.....	19
a. Broyage et malaxage.....	19
b. Dosage et mélange.....	19
1- Mode de calcul des retraits d'une pâte d'argile.....	20
2- Mode de calcul des dimensions de la moule.....	20
§ ₂ : Le procédé de fabrication.....	20
A. Le façonnage.....	20
a. Les différentes sortes de briques.....	21
b. Les différentes sortes de tuiles.....	22
B. Le séchage.....	23
CHAPITRE II : ÉTUDE ET ANALYSE.....	24
Section 1 : La cuisson	24
§ ₁ : Les caractéristiques de la cuisson en générale.....	24
A. La valeur calorifique du combustible.....	24
a. Le combustible.....	26
b. La quantité de combustible.....	26
B. Les caractéristiques du four.....	27
§ ₂ : Processus et paramètres de qualité de la production.....	28
Section 2 : Analyse de la briqueterie et de la tuilerie Malagasy.....	31
§ ₁ : La briqueterie artisanale.....	31
A. Étude de la briqueterie.....	32
a. L'extraction.....	32
b. Le terrain.....	32
c. La fabrication.....	33
d. La cuisson.....	34
B. La réalisation.....	36
a. Côté partenaire.....	36
b. Côté production.....	37
c. Côté utilisateur.....	37
d. Côté matériels et équipements.....	38
§ ₂ : La briqueterie semi-industrielle.....	38
A. La technique de fabrication.....	38
a. L'extraction.....	38
b. Le terrain.....	39
c. Le procédé de fabrication.....	39
B. La réalisation.....	42
a. Côté partenariat.....	42
b. Côté production.....	42
c. Côté utilisateur.....	43
d. Côté matériels et équipements.....	43
C. La différence entre la briqueterie artisanale et la briqueterie semi-industrielle.....	43
a. Les avantages de la briqueterie Malagasy.....	44
b. Les inconvénients de la briqueterie Malagasy.....	44
c. Avantages et inconvénients de la briqueterie en Générale.....	44
DEUXIÈME PARTIE.....	46
CHAPITRE I : LES IMPACTS SOCIAUX ET ENVIRONNEMENTAUX DE L'EXPLOITATION DES TERRES ARGILEUSES.....	48
Section 1 : Impacts sociaux de l'exploitation des terres argileuses.....	48
§ ₁ : Source de revenus.....	61

A. Création d'emplois supplémentaires.....	61
B. Baisse du chômage	61
§2 : Aménagement des terrains.....	62
Section 2 : Impacts environnementaux.....	62
§1 : Exploitation des énergies nouvelles et renouvelables.....	63
A. Valorisation des résidus.....	63
a. Le copeau	63
b. La balle de riz.....	64
c. Le charbon « fako »/ le charbon « bozaka ».....	64
B. Valorisation des énergies nouvelles et renouvelables.....	64
a. L'énergie éolienne.....	65
b. La houille noire.....	66
§2 : Exploitation forestière.....	66
A. Connaissance sur le bois à brûler.....	67
B. Le reboisement.....	67
C. Le côté environnemental.....	68
CHAPITRE II : LES ENJEUX DE L'EXPLOITATION.....	70
Section 1 : L'inexploitation du terrain.....	70
§1 : L'état du terrain après exploitation.....	71
A. Le désordre des couches de terrain : l'excavation.....	71
B. Le terrain à la merci de l'érosion.....	73
C. Exigüité des terrains de culture.....	74
§2 : Détérioration de l'environnement.....	75
A. Déboisement intensif.....	75
B. L'intensification de l'émission de gaz à effet de serre.....	76
Section 2 : Suggestion et Perspective d'avenir.....	77
§1 : Valorisation des ressources naturelles.....	77
A. Le côté médicinale de l'argile.....	78
B. Le côté décoratif de l'argile.....	79
§2 : Amélioration de la briqueterie Malagasy.....	80
A. L'utilisation de nouvelle méthode.....	81
B. La formation des briquetiers.....	82
§3 : Perspective d'avenir.....	82
A. La formalisation des briquetiers.....	83
a. Impôts et taxes à payer.....	83
b. La descente sur terrain.....	83
B. La formation des briquetiers.....	83
a. Le processus de fabrication.....	83
b. La conservation de l'environnement.....	83
C. L'innovation d'énergie adéquates pour la briqueterie.....	83
a. L'énergie éolienne et l'énergie éolienne.....	83
b. Le reboisement raisonné.....	83
CONCLUSION.....	84
BIBLIOGRAPHIE.....	86
ANNEXES.....	87
LISTE DES ILLUSTRATIONS.....	88

