

LISTE DES ABREVIATIONS

°C	: degré Celsius
Å	: Angström, 10^{-10} mètre
Ar	: Ariary
BFV-SG	: Banky Fampanandrosoana ny Varotra – Société Générale
BNI-CL	: Banque Nationale pour l'Industrie – Crédit Lyonnais
BOA	: Bank of Africa
Cal/m.h	: Calorie par mètre et par heure
CFC	: Chlorofluorocarbone
CIDST	: Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique
CITE	: Centre d'Information Technique et Economique
CNRIT	: Centre National de Recherches Industrielle et Technologique
CPJ	: Ciment Portland Composé
ENS	: Ecole Normale Supérieure
FTM	: Foiben- Taosaritanin'i Madagasikara
GM	: Grand Modèle
INSTAT	: Institut National de la STATistique
JIRAMA	: JIro sy RAno MAlagasy
Km	: Kilomètre
Kwh	: Kilowatt- heures
µm	: micromètre, 10^{-6} mètre
MM	: Moyen Modèle
MPa	: Mégapascal
OTIV	: Ombona Tahiry Ifampisamborana Vola
PM	: Petit Modèle
Te	: Couche tétraédrique
Ti	: Espace interfoliaire
To	: Couche octaédrique
TVA	: Taxe sur la Valeur Ajoutée
UNICEF	: United Nations International Children's Emergency Fund

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : LES MATIERES PREMIERES UTILISEES DANS LA FABRICATION DU « FATANA MITSITSY »	3
A. LES ARGILES	3
1. Définition	3
2. Traits caractéristiques des argiles	3
<i>a - Caractères</i>	<i>3</i>
<i>a₁ - Couleur</i>	<i>3</i>
<i>a₂ - Dureté et éclat</i>	<i>3</i>
<i>a₃ - Densité</i>	<i>4</i>
<i>b - Propriétés physiques</i>	<i>4</i>
<i>b₁ - Action de l'eau : Plasticité</i>	<i>4</i>
<i>b₂ - Action de la chaleur</i>	<i>4</i>
<i>b₂₁ - Séchage et retrait</i>	<i>4</i>
<i>b₂₂ - Facteurs du retrait</i>	<i>5</i>
<i>b₂₃ - Cuisson et retrait</i>	<i>5</i>
<i>d - Propriétés chimiques</i>	<i>6</i>
<i>d₁ - Action des acides</i>	<i>6</i>
<i>d₂ - Action des bases</i>	<i>7</i>
<i>d₃ - Oxydation de l'argile</i>	<i>7</i>
<i>e - Composition chimique</i>	<i>7</i>
3. Les principaux minéraux argileux	8
<i>a - La kaolinite</i>	<i>8</i>
<i>b - L'illite</i>	<i>9</i>
<i>c - La Montmorillonite</i>	<i>9</i>
4. Classification des argiles selon leur origine	10
<i>a - Argiles primaires</i>	<i>10</i>
<i>b - Argiles secondaires</i>	<i>10</i>
5. Gisement d'argiles à Madagascar	10

B. LES PROCESSUS DE CONFECTION DU « FATANA » SELON LES

RECHERCHES DU C.N.R.I.T	21
1. Carrière	21
2. Extraction de l'argile – Profil pédologique de la carrière	22
3. Transport des matières premières	23
4. Les différentes étapes de confection du « Fatana mitsitsy »	23
<i>a - Les éléments constitutifs du « Fatana »</i>	24
<i>b - Vieillissement de l'argile</i>	25
<i>c - Préparation de la pâte</i>	25
<i>c₁ - Broyage</i>	25
<i>c₂ - Tamisage</i>	25
<i>c₃ - Pesage et dosage</i>	26
<i>c₄ - Malaxage de la pâte</i>	26
<i>d - Façonnage</i>	28
<i>d₁ - La mise en forme de la pâte</i>	28
<i>d₂ - Traçage et découpage de la pâte</i>	29
<i>d₃ - Confection du cylindre réfractaire</i>	30
<i>d₄ - Soudure de la base et du corps du cylindre</i>	30
<i>d₅ - Confection et soudure des « supports » au cylindre réfractaire</i>	31
<i>d₆ - Mesure des dimensions du cylindres réfractaires à l'état humide</i>	32
<i>e - Séchage à l'air</i>	32
<i>f - Scellage</i>	33
<i>g - Cuisson et ornementation</i>	36
<i>h - Vente et prix des produits finis</i>	36
5. Choix des matériaux	37
<i>a - Tôle plate</i>	37
<i>b - Argile Kaolinique</i>	37
<i>c - Argile grise</i>	38

C. DEVELOPPEMENT DE LA FABRICATION DU « FATANA MITSITSY » AU

NIVEAU DES PAYSANS	38
<i>a - Les processus de fabrication du « Fatana »</i>	38
<i>a₁ - Les matières premières utilisées</i>	39
<i>a₂ - Le mode de séchage</i>	39
<i>a₃ - Le mode de cuisson</i>	40

<i>a</i> ₄ - Fabrication de la carcasse métallique -----	40
<i>a</i> ₅ - Prix de vente des produits finis -----	42
<i>a</i> ₆ - Longévité des produits finis -----	42
<i>b</i> - Problèmes rencontrés par les artisans fabricants du « Fatana » -----	42
D. ETUDE COMPARATIVE ENTRE FABRICATION ARTISANALE DU	
« FATANA » ET CELLE DU CNRIT -----	44
QUATRIEME PARTIE : IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES ET	
ENVIRONNEMENTAUX ET INTERET PEDAGOGIQUE --	46
A. IMPACTS SOCIO- ECONOMIQUES -----	46
1. Impacts positifs -----	46
<i>a</i> - Source de revenu -----	46
<i>b</i> - Diminution de dépenses familiales -----	47
<i>c</i> - Réduction du taux de chômage -----	50
2. Impacts négatifs -----	50
B. IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX -----	50
1. Impacts positifs -----	51
2. Impacts négatifs -----	51
<i>a</i> - Erosion due aux déboisements -----	51
<i>b</i> - Augmentation du taux de gaz carbonique émis dans l'atmosphère -----	52
C. SOLUTIONS PROPOSEES -----	53
1. Pour l'environnement -----	53
2. Pour les fabricants du « Fatana » -----	55
D. INTERET PEDAGOGIQUE -----	55
1. Méthodes pédagogiques -----	55
2. Fiches pédagogiques -----	57
CONCLUSION -----	61
BIBLIOGRAPHIE -----	63
ANNEXES	

INTRODUCTION

Quelque soit la forme de la civilisation, antique ou moderne, l'homme a un besoin quotidien de combustible, de source d'énergie pour la cuisson, le chauffage et l'éclairage de sa maison.

Grâce à son niveau de vie relativement élevé, la population des pays développés peut utiliser l'électricité, les combustibles fossiles à haut rendement calorifique en particulier le pétrole et ses dérivés, la houille pour satisfaire leur besoin en énergie. Ces sources d'énergie ne sont pas à la portée de la bourse de la plupart de foyers malgaches à cause de leur pouvoir d'achat relativement faible.

Actuellement, on sait que 70% des Malgaches vivent en dessous du seuil de la pauvreté selon le rapport de l'UNICEF du mois d'Août 2006 [28]. Par conséquent, la plupart des ménages malgaches sont obligés d'utiliser les combustibles traditionnels comme les bois de chauffe ou le charbon de bois, tant à la campagne qu'en ville.

Or, cette pratique engendre des inconvénients graves au niveau de la santé et de l'environnement. Ainsi, dans le but de réduire ces effets néfastes, les chercheurs du Centre National de Recherches Industrielle et Technologique (CNRIT) d'Antananarivo ont essayé, il y a une vingtaine d'années, de fabriquer un prototype de cuisinière à charbon à base d'argile appelée « Foyer amélioré » ou bien « Fatana mitsitsy ». Ce type de « Fatana » se réalise à partir des matières premières abondantes et à bon marché à Madagascar comme les argiles et le sable.

Pour assurer la vulgarisation de la « méthode de fabrication » de ce « Fatana », ces chercheurs ont assuré la formation des paysans ruraux demeurant aux alentours de la Capitale. Ce « Foyer amélioré » est à bon marché et pratiquement facile à confectionner ; son prix semble accessible à toutes les bourses surtout à celle de la famille paysanne..

L'enquête menée auprès des artisans fabricants du « Fatana » nous a fait connaître que ce sont des gens qui ne possèdent pas de terrains de cultures notamment des rizières qui s'intéressent à ce type de travail. Ce genre d'artisanat participe alors à la lutte contre la pauvreté et résout, même partiellement, les problèmes de chômage et ainsi de l'exode rural. C'est pour ces raisons que nous avons fixé le choix du sujet de notre mémoire dont le titre est :

« LE FATANA MITSITSY » ET SES IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

Ce mémoire comporte quatre parties :

- la première partie traite les matières premières utilisées dans la confection du « Fatana »,
- la deuxième partie expose les méthodes de travail et les matériels utilisés pour sa réalisation,
- la troisième explique les processus de sa fabrication,
- la quatrième partie :
 - ❖ soulève les problèmes liés à la confection, à l'utilisation de ce « Fatana » sur le plan socio- économique et environnemental
 - ❖ et aborde l'intérêt pédagogique.

PREMIERE PARTIE :
LES MATIERES PREMIERES UTILISEES DANS LA
FABRICATION DU « FATANA MITSITSY »

A - LES ARGILES

1- Définition

Étymologiquement, le mot « argile » vient d'abord du mot grec « ARGILOS » dont la racine « ARGOS » signifie « blanc » puis du mot latin « ARGILLA » [31]. Peut être la couleur « blanche » des matériaux utilisés en céramique qui en est l'origine.

Le mot « argile » désigne à la fois le « minéral » et la « roche » :

- en tant que « minéral » l'argile est un silicate d'alumine phylliteux, hydraté, se présentant en très petits cristaux de quelques micromètres, parfois en plaquettes hexagonales ou fibres. Leur structure, identifiable aux rayons X, se caractérise par la superposition de feuillets composés de couches tétraédriques de formule $[\text{Si}_4 \text{O}_{10} (\text{OH})_2]^{6-}$ et de couches octaédriques à base de Magnésium $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$ ou à base d'aluminium $[\text{Al}(\text{OH})_3]$.
- En tant que « roche », elle appartient à la famille des roches sédimentaires ou résiduelles contenant au moins 50% de minéraux argileux auxquels s'ajoutent d'autres éléments d'origine détritique ou non. Ainsi, suivant la nature et le pourcentage de ces éléments, on a de l'argile sableuse, de l'argile micacée...

2 - Traits caractéristiques des argiles

a. Caractères

a₁- Couleur

Les argiles présentent de couleurs variées : blanche, noire, grise, verte, jaune et rouge. Elles caractérisent la nature de leurs impuretés. Ainsi :

- La couleur noire indique la présence des matières organiques animales ou végétales
- La couleur verte témoigne l'existence du fer à l'état ferreux (Fe^{2+})
- La couleur rouge, celle du fer à l'état ferrique (Fe^{3+})

Signalons que l'argile blanche est considérée, pratiquement pure, comme la kaolinite.

a₂ - Dureté et l'éclat

D'après l'échelle de MOHS, l'argile a une dureté inférieure à un (1) quand elle est humide ; à l'état sec, cette valeur se situe entre 2 à 3. Elle possède, ainsi, un éclat terreux.

a₃ - Densité

L'argile a comme densité située entre 1,7 à 2,7. Ces valeurs varient suivant la nature et la quantité des impuretés qu'elle contient.

b. Propriétés physiques

b₁ - Action de l'eau : plasticité

Toutes les argiles, sauf les bentonites sont plastiques, elles se laissent pétrir et font pâte avec l'eau. De ce point de vue, on distingue, les argiles grasses les plus plastiques et les argiles maigres, les moins plastiques et dont le toucher reste granuleux à cause de la présence de grains de quartz.

On admet qu'une argile est constituée d'innombrables petites particules phylliteuses microscopiques ou ultra- microscopiques séparées par des lamelles d'eau. La cohésion de l'ensemble définit sa plasticité qui dépend de la tension capillaire des filets liquides. Ainsi, si la pression est faible, elle n'agit que sur le liquide, et l'argile réagit comme un corps élastique ; avec une pression plus forte, la déformation reste définitive mais sans rupture. Ainsi s'explique la plasticité, c'est-à-dire, déformée, l'argile ne revient pas à sa forme originelle. Les matières organiques contenues dans l'argiles contribuent à sa plasticité. Dans ce cas, ces matières semblent agir comme une colle ou une glu.

En outre, les bactéries qui produisent des gelées colloïdales, peuvent aussi contribuer à la plasticité. On sait qu'on laisse « vieillir » l'argile assez longtemps, après son extraction, elle devient plus « plastique », donc plus facile à travailler.

b₂ - Action de la chaleur

Au cours du séchage et de la cuisson, tous les corps, y compris l'argile, subissent un certain nombre de transformations d'ordre physique ou chimique.

b₂₁ - Séchage et retrait

Le processus de séchage de l'argile dépend de l'humidité de l'atmosphère ambiante. Ainsi, quand le taux d'humidité de l'atmosphère atteint une valeur maximale (100%) rien ne sèche. Mais si ce taux est inférieur à 100%, l'eau quitte l'argile sous forme de vapeur. Quand la surface de l'argile commence à sécher, l'eau contenue à l'intérieur gagne la surface, par l'intermédiaire des capillaires, qui à son tour se vaporise.

Le séchage de l'argile s'accompagne toujours du retrait. En général, quand elle est sèche, elle est réduite de 5 à 8% de son volume initial. Ce phénomène s'explique par le fait

qu'au fur et à mesure que la pellicule d'eau, qui sépare les particules, s'évapore, ces dernières se rapprochent et occupent ainsi les places libres laissées par l'eau.

Ce rapprochement relatif de toutes ces particules est à l'origine du « retrait » ou « rétrécissement » du volume de la masse d'argile.

b₂₂ - Facteurs du retrait

Le retrait dû au séchage dépend de la taille des particules d'argiles et du volume d'eau qui les sépare. Ainsi, les argiles à particules très petites auront un retrait important que celles qui ont des macro- particules. Ce phénomène est dû au volume d'eau interstitielle qui enveloppent les particules : pour le premier cas, le volume d'eau est relativement important, alors, lorsque cette eau s'évapore, au cours du séchage, elle laisse des places vides, de grandes tailles, entre les particules, qui provoquent un retrait considérable de la masse argileuse. Pour le second cas, c'est le cas contraire qui apparaît : le faible volume d'eau enveloppant les particules entraîne un retrait faible de ce matériau.

Quand toute l'eau s'est évaporée d'entre les particules, elles restent en contact permanent les unes aux autres. A ce stade, le retrait s'achève. Cette eau évaporée s'appelle : « eau de plasticité ».

La présence d'autres particules non plastiques facilite le séchage et diminue le retrait total. Par exemple, on ajoute à l'argile plastique de la chamotte. Cette dernière est une argile cuite, finement broyée, afin d'accélérer le séchage et de faire diminuer le retrait de l'ensemble. Une argile séchée contiendra toujours plus ou moins d'eau libre ; alors on a recours à la cuisson pour y faire sortir toutes traces d'eau.

b₂₃ - Cuisson et retrait

Les variations des dimensions de l'argile grise en fonction de la température sont traduites par la courbe d'analyse dilatométrique suivante lors de sa cuisson (Figure 1) :

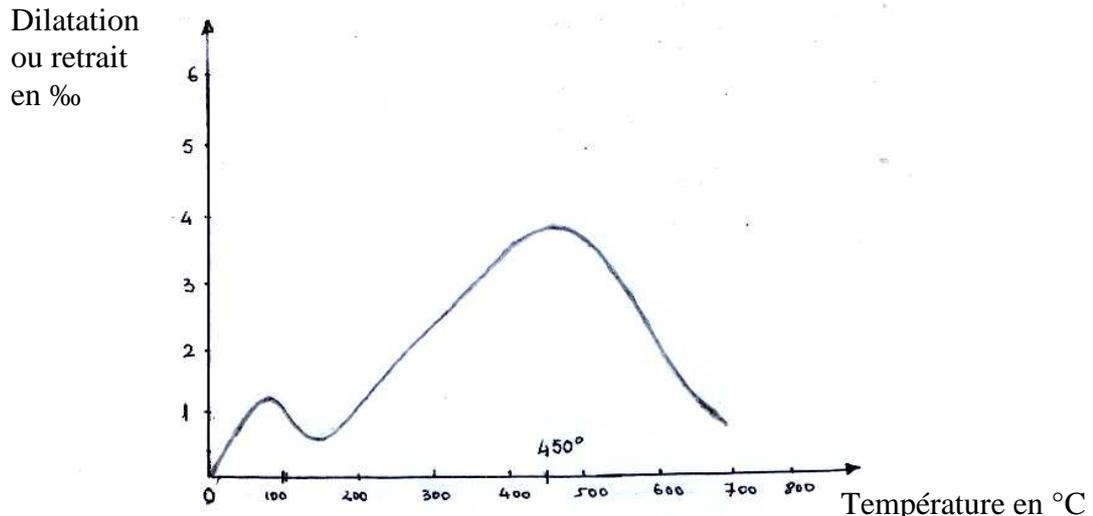


Figure 1 : Courbe d'analyse dilatométrique lors de la cuisson de l'argile grise [6]

- Entre 100 et 200°C, il y a brusque retrait de l'argile dû au départ d'eau libre. Cela nous conduit à une certaine prudence pour gérer la vitesse de cuisson : elle doit être menée lentement, sinon la formation de vapeur à l'intérieur de la masse d'argile peut la faire éclater.
 - A partir de 450°C, on observe aussi un brusque retrait dû à l'évaporation de l'eau de constitution. Cette dernière fait partie de la structure moléculaire de l'argile et elle reste intacte pour les températures inférieures à 450°C. Lorsque cette eau de constitution quitte l'argile, la montée de température doit être lente pour éviter le risque d'éclatement.
 - Débarrassée de ses eaux à 700°C, elle est totalement déshydratée
- Ainsi, elle a perdu sa plasticité et elle devient friable et ne peut plus être récupérée ni réemployée.

d. Propriétés chimiques

d₁ - Actions des acides

D'après les travaux de RABIBISOA sur l'étude de quelques pâtes céramiques [14], les argiles peuvent être mises en solution par attaque triacide. Il s'agit d'un mélange de solutions normales d'acide sulfurique, d'acide nitrique et d'acide chlorhydrique à égal volume. Ainsi, tous les éléments de l'argile passent en solution même la silice colloïdale sauf la silice libre. Pour rendre soluble cette dernière, on l'attaque par les bases.

d₂ - Actions des bases

A chaud, l'attaque en fusion alcaline rend la silice libre en solution.

d₃ - Oxydation de l'argile

Le fait de brûler l'argile n'est que de l'oxyder, c'est-à-dire, de faire combiner ses éléments constitutifs avec de l'oxygène de l'air. Ainsi, tous ses éléments organiques ou non se décomposent et s'oxydent. En effet, ce processus d'oxydation demande une quantité suffisante d'oxygène pendant la cuisson. Lorsque l'oxydation est complète, l'argile cuite prend une couleur rouge ou rougeâtre mais si parfois l'enfournement semble trop serré, l'oxydation risque d'être incomplète, provoquant ainsi un noircissement dû à la présence de carbone restant, non brûlé dans les pièces cuites.

e. Composition chimique

L'argile est constituée principalement de silicates d'alumine d'hydratés de formule générale $[\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2] \text{X}_3^{2+}, \text{Y}_3^{3+}$ où X représente les ions bivalents tels que Mg^{2+} ou Fe^{2+} et Y les ions trivalents comme Al^{3+} ou Fe^{3+} [1]

En outre, elle peut contenir des oxydes et des matières organiques à faible quantité. Prenons l'exemple de la composition chimique de l'argile kaolinique d'Anjiro Moramanga. Le Tableau I résume les résultats de l'analyse chimique sur quelques échantillons prélevés de l'argile kaolinique d'Anjiro :

Tableau I : Composition chimique de l'argile kaolinique d'Anjiro

Echantillon	Composition chimique en %							Couleur après cuisson
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	Total	
1	49,5	37,9	0,1	1,0	2,1	9,4	100	Blanc
	36,5	44,0	2,7	1,0	1,8	13,8	99,8	
2	36,3	40,1	7,0	1,4	1,8	13,6	100,1	Rose
3	38,1	36,0	9,1	1,0	1,9	13,7	99,8	Rouge

Source : BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES (BRGM) [30]

Ce résultat montre que l'argile kaolinique d'Anjiro renferme au moins 74% de silicate d'alumine (SiO₂, Al₂O₃). Les autres oxydes comme CaO, Na₂O, MgO et K₂O font défaut.

- La coloration de l'argile durant la cuisson dépend essentiellement du taux des oxydes de fer contenus dans l'échantillon. Ainsi, si ce taux est inférieur à 7%, l'argile cuite est blanche tandis qu'au-delà de 7%, sa coloration après cuisson varie allant de rose au rouge.

3 - Les principaux minéraux argileux

Les minéraux argileux ont des structures variées mais la plus répandue est celle de la structure « feuilletée », d'où le nom de « phyllosilicate ». Comme principaux minéraux argileux, on distingue : la Kaolinite, l'Illite et la Montmorillonite.

Identifiés aux rayons X, les minéraux argileux ont une structure particulière, formée d'empilement de « feuillets » composés de couches tétraédriques de $[\text{SiO}_4]^{4-}$ et de couches octaédriques de brucite ou de gibbsite. Entre les feuillets se placent des cations tels que K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , afin de compenser le déséquilibre des charges.

a. La kaolinite

Minéral de couleur blanche, elle est fortement présentée dans toutes sortes d'argiles kaolinique et surtout dans les kaolins. Ses feuillets se composent de deux couches superposées, l'une tétraédrique, l'autre octaédrique dont l'épaisseur de l'ensemble s'avoisine de 7\AA . Sa formule générale peut s'écrire : $\text{Al}_2(\text{OH})_6 \text{Al}_2[\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$. La Figure 2 représente la structure de ce minéral identifiée aux rayons X :

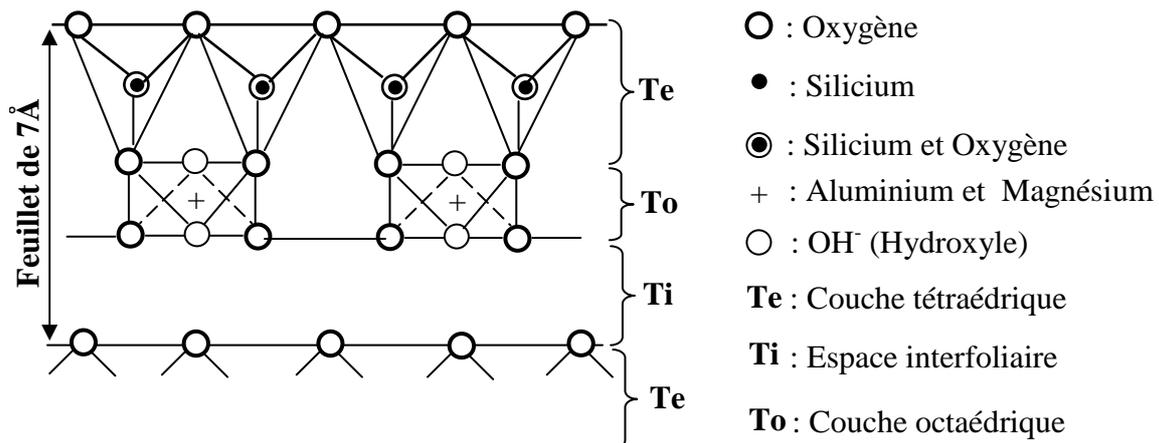


Figure 2 : Structure de ka Kaolinite [31]

b. L'illite

C'est le minéral argileux le plus abondant dans la nature. Chaque feuillet, d'épaisseur 10Å renferme trois couches dont deux (2) tétraédriques siliceuses et une (1) octaédrique alumineuse. Sa formule général s'écrit : $K_x Al_2 [Si_{4-x}Al_xO_{10} (OH)_2]$. La Figure 3 représente la structure de ce minéral :

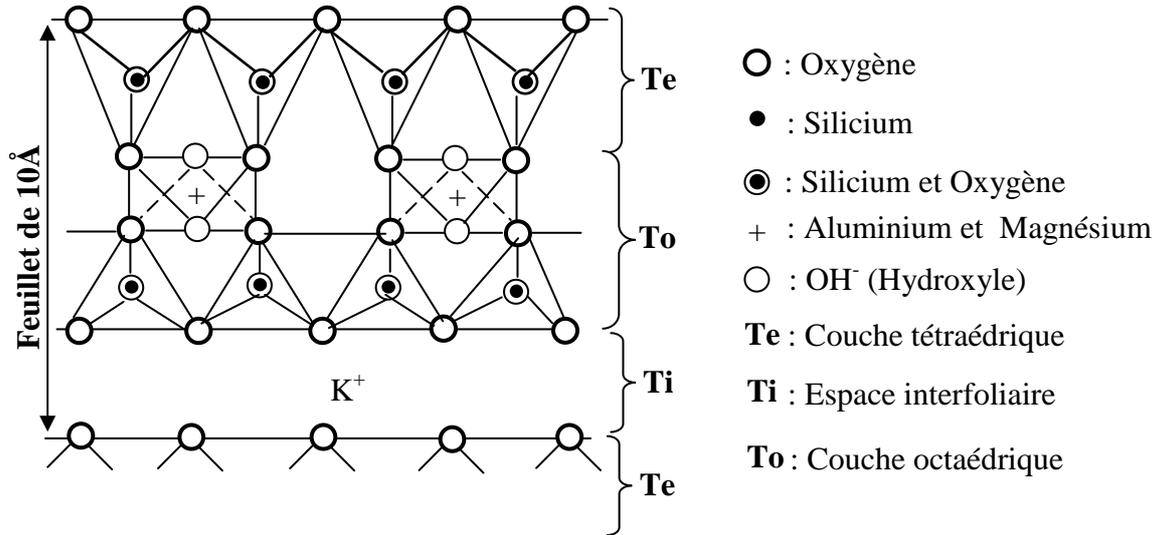


Figure 3 : Structure de l'illite [31]

c. La montmorillonite

La structure du feuillet montre trois couches dont une octaédrique prise en sandwich entre deux couches tétraédriques. Entre les feuillets glissent des molécules d'eau en quantité variable ; l'épaisseur du feuillet est de 14 Å. On signale que l'espace interfoliaire peut renfermer des divers cations tels que : Na^+ , Ca^{2+} d'où sa formule générale s'écrit : $(Al, Mg, Na)_3 [Si_4 O_{10} (OH)_2], 4H_2O$. La Figure 4 montre la structure de la montmorillonite :

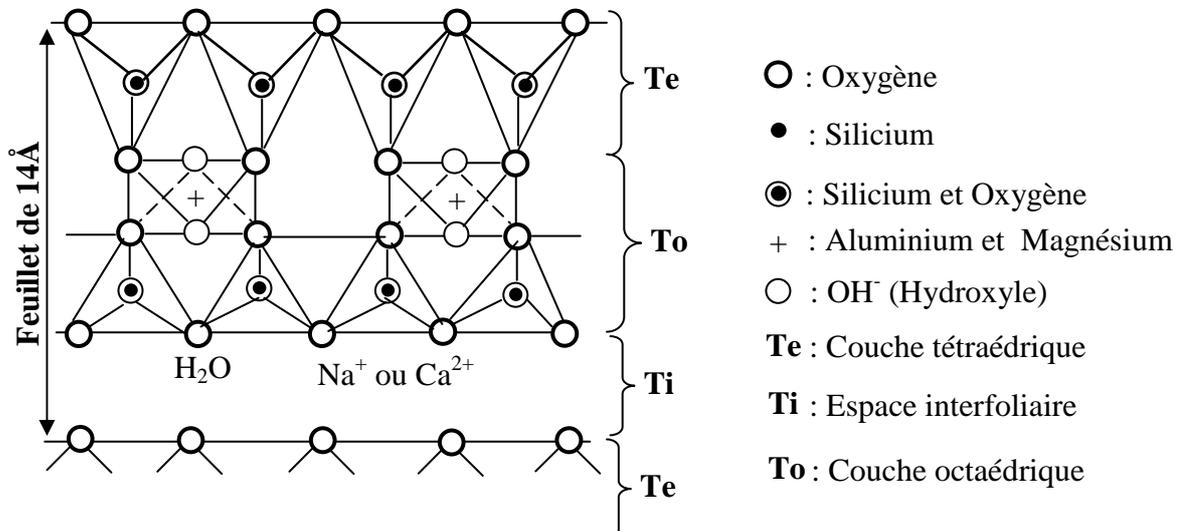


Figure 4 : Structure de la Montmorillonite [31]

4 - Classification des argiles selon leur origine

Dans la pratique, on peut diviser les argiles en deux groupes bien distincts : argiles primaires et argiles secondaires.

a. Argiles primaires

Les argiles primaires ou résiduelles sont celles qui ont été formées sur l'emplacement de leur roche-mère et n'ont été transportée ni par l'eau ni par le vent.

Ces argiles restent à l'endroit même où elles se forment par désagrégation d'une roche feldspathique ; à savoir le granite, le gneiss, le pegmatite...En effet, car elles n'ont pas été charriées par les agents atmosphériques, elles renferment moins d'impuretés que celles des autres argiles. Ainsi, on apprécie ces argiles primaires par leur pureté et leur blancheur. Parmi ces argiles, on peut citer les Kaolins. Ils sont très rares dans la nature.

b. Argiles secondaires

La plupart des argiles appartiennent aux argiles secondaires, très abondantes dans la nature. Contrairement aux argiles primaires, les produits de l'altération des roches mères, que ce soit magmatiques, métamorphiques ou sédimentaires, sont transportés par l'eau et se sédimentent dans un bassin dit « bassin sédimentaire ». Ainsi, ces argiles contiennent des diverses impuretés sous formes de matières organiques, des minéraux tels que le fer qui leur donne, à la cuisson, une teinte rouge.

5 - Gisement d'argiles à Madagascar

Madagascar possède des réserves considérables en matière d'argiles mais la plupart d'entre elles restent inexploitées.

Selon les types d'argiles, citons quelques exemples :

- Gisements d'argiles kaoliniques se rencontrent dans la région de Moramanga (Anjiro), d'Antsirabe et d'Arivonimamo ;
- ceux d'argiles grises ou argiles communes se rencontrent presque partout, surtout dans les plaines : Ambatolampy, Antananarivo, Marovoay, Fianarantsoa...

B - LES SABLES

1 - Définition

Le sable vient du mot latin « sabulo » qui signifie « gravier » [31]. C'est une roche meuble constituée de grains ou fragments de minéraux.

Au sens courant, il s'agit d'un matériau formé de grain de quartz tel celui des plages ou des dunes.

Selon leur origine, on distingue : le sable fluviatile, le sable marin, le sable éolien... Leur nomenclature, dépend donc de la nature et de la forme de grains, d'éléments dominants dans le sable.

2 - Nomenclature des sables selon la nature de grains, d'éléments dominants ou particuliers

La nomenclature des sables fait intervenir plusieurs facteurs, à savoir :

- La dimension des éléments : sable et sablons
- La nature des éléments dominants, exemple : sables siliceux, sables calcaires...
- Les éléments particuliers qui les contiennent : sables feldspathique, sable micacé, sable aurifère, sable diamantifère...

Les sables appartiennent à la classe des ARENITES, ayant une dimension de grains comprise entre 1/16mm (0,625mm) et de 2mm. Selon ces dimensions, on peut classer les sables de façon suivante :

- Sable très fin : de 0,062mm à 0,125mm
- Sable fin : de 0,125mm à 0,25mm
- Sable moyen : de 0,25mm à 0,50mm
- Sable grossier : de 0,50mm à 1mm
- Sable très grossier : de 1mm à 2mm

3 - Traits caractéristiques du sable

a. Couleur

Généralement, le sable prend une couleur blonde, mais il existe aussi des sables roux, bruns, blancs, gris, noirs...

b. Dureté

Comme le sable est formé de grain de quartz, il a, alors une dureté 7 selon l'échelle de Mohs. C'est un minéral dur.

c. Masse volumique

Le sable a une masse volumique comprise entre 2,4 et 2,7 tonnes par m³

d. Propriétés physiques : Action de la chaleur

Durant le chauffage du quartz (ou sable), on sait qu'il y a rejet ou absorption de quantité de chaleur. L'analyse thermique différentielle de la silice nous permet de mettre en évidence ces phénomènes (Figure 5) :

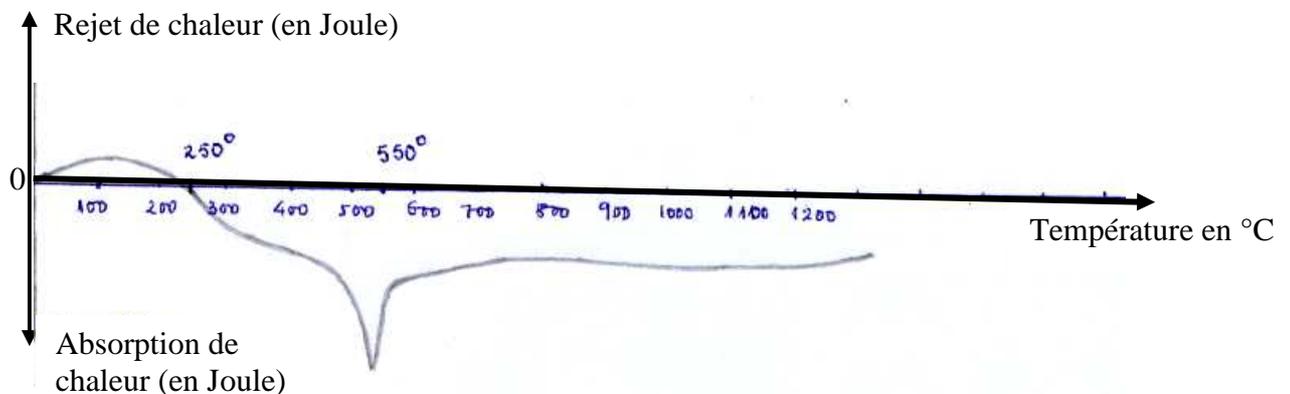


Figure 5 : Courbe d'analyse thermique différentielle de la silice [14]

L'analyse thermique différentielle de la silice met en évidence la quantité de chaleur émise ou absorbée durant le chauffage de ce matériau. Ainsi, de 50° à 250°C, un crochet exothermique se produit avec une faible amplitude, cela veut dire que, dans cet intervalle de température, la silice émet une faible quantité de chaleur vers le milieu extérieur.

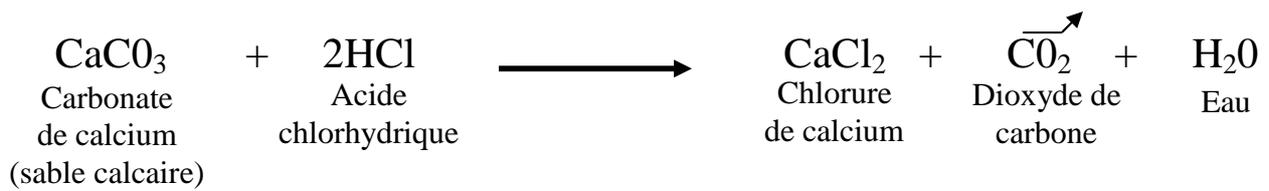
A partir de 250°C, on a une réaction endothermique, elle s'intensifie à une température comprise entre 550°C et 600°C, matérialisant ainsi par un pic endothermique à forte amplitude à 550°C. Ainsi, la silice absorbe d'une certaine quantité de chaleur très importante à cette température. Le phénomène continue jusqu'à 1200°C.

L'analyse thermique différentielle nous indique que ce pic endothermique correspond à la transformation allotropique du quartz α en quartz β

e. Propriétés chimiques

e₁ - Action des acides

L'acide ne manifeste aucune réaction avec le sable si ce dernier ne contient pas d'impuretés. Mais prenons l'exemple du sable calcaire, sa réaction avec l'acide chlorhydrique est spectaculaire : la présence de l'effervescence. L'équation-bilan de cette réaction chimique s'écrit comme suit :



Le dioxyde de carbone qui se dégage au cours de la réaction chimique et l'eau constituent ce qu'on appelle : « effervescence ». C'est une caractéristique des ions carbonates CO_3^{2-} qui réagissent avec de l'acide.

e₂ - Action des bases

Utilisées seules, les bases ne produisent aucune réaction avec le sable tandis qu'il est soluble sous l'action de l'alcaline en fusion et en présence de la chaleur.

C. LA TOLE PLATE

1 - Définition

Le mot « tôle » est une forme dialectale de « table ». Il s'agit d'un matériau à feuille de fer ou d'acier obtenu par laminage [34], trempé dans la solution de zinc, ce matériau devient plus résistant à la corrosion.

Le laminage est une opération métallurgique au cours de laquelle on fait passer le métal entre les deux cylindres du laminoir, tournant en sens inverse et entraînés par un moteur afin d'obtenir une forte réduction d'épaisseur de ce métal. Cette opération se pratique, le plus souvent, à chaud, vers 1000°C.

2 - Traits caractéristiques de la tôle plate

a. Aspect : couleur et éclat

La tôle est un matériau solide blanc- gris. Elle a un éclat métallique. Cet éclat traduit par la réflexion de la lumière par la surface du métal.

b. Action de la chaleur

b₁ - Conductibilité thermique

On sait que le Fer est un métal moins conducteur de chaleur que les autres métaux tels que le Cuivre, L'Aluminium et la Fonte. Le Tableau II nous l'affirme :

Tableau II : Conductibilité thermique de quelques métaux

Métal	Conductibilité thermique (cal/m.h)
Fer	30
Fonte	55
Aluminium	175
Cuivre	300 à 400

Source : SAISON A. et al. [19]

Ainsi, l'Aluminium est cinq fois plus sensible à la conductibilité thermique (175 cal/m.h) que le Fer.

b₂ - Dilatation

Comme tout objet, en chauffant, le fer (la tôle) se dilate suivant sa longueur et même ses dimensions (dilatation volumique). Le Tableau III nous donne le coefficient de dilatation de quelques métaux usuels lors de leurs chauffages :

Tableau III : Coefficient de dilatation des métaux usuels

Métal	Coefficient de dilatation (°C ⁻¹)
Aluminium	24.10 ⁻⁶
Cuivre	16.10 ⁻⁶
Zinc	30.10 ⁻⁶
Fer	12.10 ⁻⁶

Source : SAISON A. et al. [19]

Le Fer se dilate moins que les autres métaux, à savoir, l'Aluminium, le Cuivre, l'Argent et le Zinc, métaux très conductibles à la chaleur

c. Propriétés mécaniques de la tôle

c₁ - Élasticité et limite d'élasticité

Sous une telle contrainte, les objets métalliques se déforment et retrouvent leur forme initiale lorsque la cause de la déformation cesse. On dit qu'ils sont : « élastiques ». Cette élasticité a une certaine limite qu'on ne peut pas la dépasser : c'est la « limite d'élasticité ». Elle se mesure en Mégapascal (MPa). Le Tableau IV montre la limite d'élasticité de quelques métaux :

Tableau IV : Limite d'élasticité des divers métaux

Métal	Limite d'élasticité (MPa)
Fer	120
Cuivre	20
Aluminium	20
Nickel	40

Source : SAISON A. et al. [19]

Par rapport aux autres métaux, le Fer présente une limite d'élasticité plus importante.

c₂ - Résistance à la rupture

En augmentant l'intensité de la force de contrainte, une certaine intensité de force juste avant la rupture et encore supportable par le métal s'appelle : « résistance à la rupture ». Le Tableau V nous montre la valeur de la résistance à la rupture de quelques principaux métaux usuels :

Tableau V : Résistance à la rupture de quelques métaux

Métal	Résistance à la rupture (MPa)
Aluminium	60
Fer	200
Nickel	270

Source : SAISON A. et al. [19]

Le Fer (la tôle) est plus résistant à la rupture que l'Aluminium mais moins résistant que le Nickel.

DEUXIEME PARTIE :
METHODES DE TRAVAIL ET MATERIELS
UTILISES

Pour réaliser ce mémoire, nous avons adopté une méthode de travail basée sur la collecte de données. Ainsi, les travaux ont été effectués en deux étapes bien distinctes :

- La recherche bibliographique auprès des Bibliothèques et Centres d'Informations et de Documentations de la Capitale et ses environs et aussi l'examen de la carte topographique et géologique de la région étudiée.
- Les travaux de terrain, effectués sous différentes formes qui comportent :
 - des visites des lieux de productions du « Foyer amélioré »,
 - de la confection même de cet ustensile,
 - des enquêtes socio-économiques menées auprès des gens concernés à ce secteur que ce soit fabricants, ou utilisateurs de ce produit.

Toutes les informations reçues et collectées nous permettent de passer à la phase rédactionnelle.

A. ETUDE PRELIMINAIRE

La partie théorique de ce travail est en grande partie issue de la recherche ou compilation bibliographique.

Ainsi, nous avons consulté des livres auprès des Bibliothèques et Centre de Documentations et d'Informations d'Antananarivo, à savoir :

- La Bibliothèque de l'Ecole Normale Supérieure (ENS) d'Ampefiloha
- La Bibliothèque de l'Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo
- La Bibliothèque du Centre National de Recherches Industrielle et Technologique (CNRIT) de Fiadanana Antananarivo
- La Bibliothèque Nationale Ampefiloha Antananarivo

Comme Centres ou Services de Documentation et d'Information :

- Le Centre d'Information et de Documentation Scientifique et Technique (CIDST) de Tsimbazaza – Antananarivo

- Le Centre de Documentation du Service Géologique d’Ampandrianomby – Antananarivo
- Le Centre de Documentation de l’Institut National de la Statistique (INSTAT) d’Antananarivo

En sus, nous avons compilé de nombreux documents d’actualités relatifs à l’artisanat, à l’environnement et à la vie socio –économique de notre pays, en ne citant que des journaux, des revues, des rapports, des magazines...

B. EXAMEN DES CARTES TOPOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

L’examen des cartes topographique et géologique au 1/100 000 nous a permis de situer, de localiser les lieux où l’on peut effectuer les travaux de terrain. Elles nous ont aussi aidé à repérer les affleurements argileux et sableux existant aux alentours de la Capitale.

C. LES TRAVAUX DE TERRAIN

Notre travail sur terrain se divise en deux parties bien distinctes : la confection du « Fatana mitsitsy » auprès du CNRIT ainsi que les enquêtes d’ordres socio-économiques menées auprès des gens concernés directs de ce produit :

- Les fabricants artisanaux du « Foyer amélioré »,
- Le personnel du CNRIT,
- Les ménages, utilisateurs de ce « Fatana ».

Ainsi, nous avons effectué un stage au Centre National de Recherches Industrielle et Technologique (CNRIT) pour la confection du « Fatana » et aussi pour recueillir des informations liées à ce produit comme son historique, les avantages obtenus au cours de son utilisation : sa solidité, sa longévité, sa faible consommation en charbon,...

Nous avons rendu visite aussi aux fabricants artisanaux des environs d’Antananarivo : chez une famille, d’un certain RASAMOELINA, composée de huit enfants et de nombreux petits-fils résidant à Ankadinandriana, Commune Rurale d’Ankaraobato. Nous avons y effectué des enquêtes sur les processus de fabrication du « Foyer », l’historique, ainsi que les problèmes rencontrés par ces gens, problème d’ordre matériel, financier et écoulement de leur produit.

D. MATERIELS UTILISES

Afin de réaliser à terme ce mémoire, nous avons utilisé :

- Des livres, des documents d'actualité : revues, journaux, ...
- Des fiches d'enquêtes pour les entretiens effectués auprès des gens concernés à ce type de « Foyer »,
- Des outils divers pour la fabrication ou confection de ce « Fatana » comme l'angady, le couteau, le pilon, le mortier, ...
- Un appareil photographique numérique TIANMA MS 860,
- Un ordinateur avec imprimante et scanner pour la saisie (PENTIUM IV Windows X^P),
- Des compacts disques.

E. PLAN DU TRAVAIL

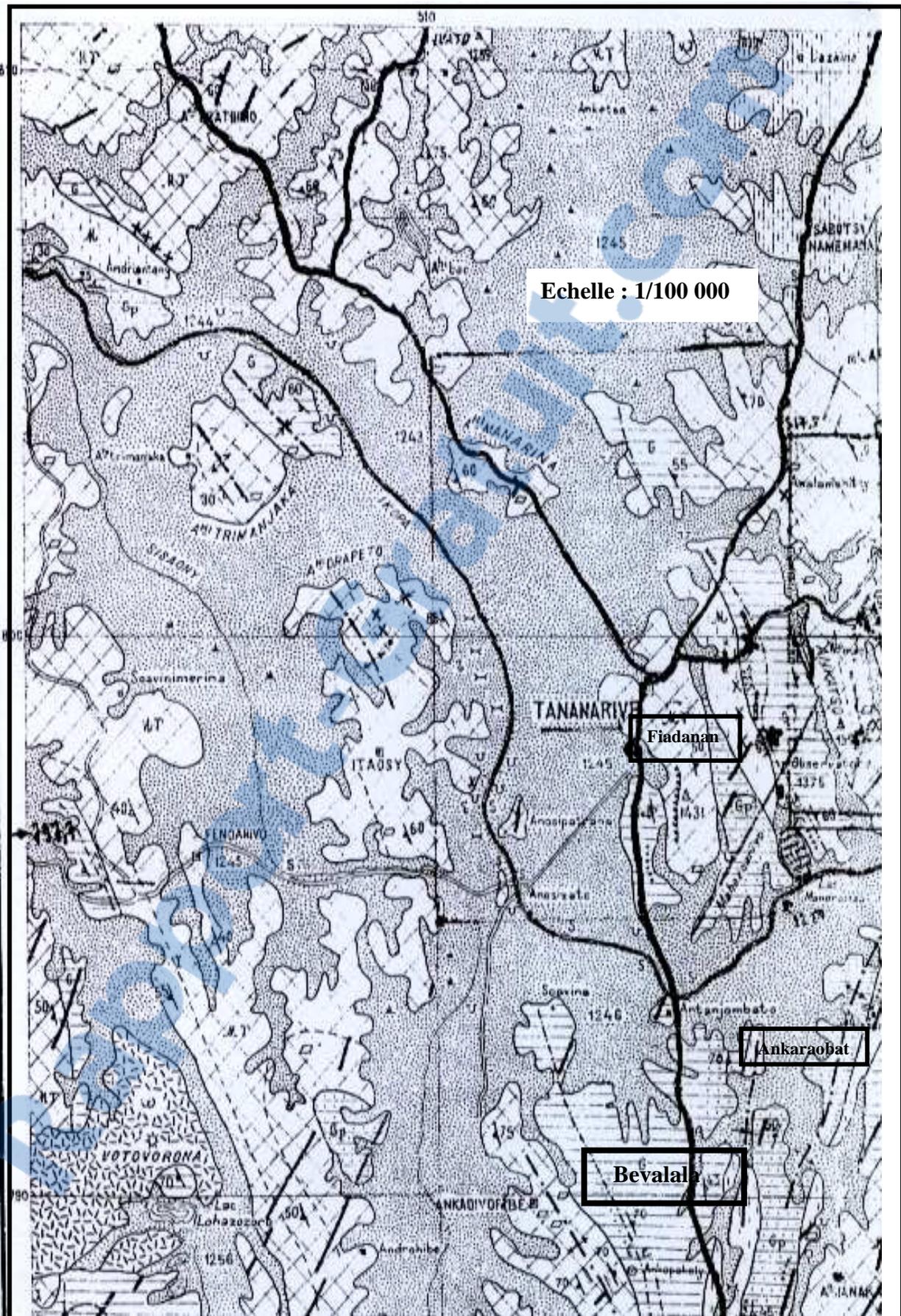
Les données recueillies lors de l'étude préliminaire et des travaux effectués sur terrain nous permettent de dégager l'étude scientifique, théorique, sur les matières premières et de réaliser la confection du « Fatana ».

Elles nous aident aussi à révéler les impacts socio-économiques et environnementaux, qui sont dus à l'utilisation de ce « Fatana ». Et enfin, ces données nous poussent à établir les fiches pédagogiques relatives au programme de la classe Terminale C, en géologie appliquée.

F. ZONE D'ETUDES

L'examen des cartes topographique et géologique d'Antananarivo P.47 et de Manjakandriana Q.47 éditées par le Foibe Taontsaritanin'i Madagasikara (FTM) et du Service Géologique à l'échelle 1/100 000 nous a permis de repérer les deux zones d'études que nous intéressent :

- Le Centre National de Recherches Industrielle et Technologique (CNRIT) de Fiadanana Antananarivo
- La zone où il y a forte concentration d'artisans fabricants du « Foyer amélioré » comme la Commune Rurale d'Ankaraobato. Ces deux lieux sont représentés dans la Figure 6 :



☐ : Lieux étudiés Source : carte géologique élaborée par G. DELUBAC et al. (1963)

Figure 6 : Extrait de la carte géologique d'Antananarivo (P.47).

LEGENDE



Alluvions



Sédiment lacustres de Moramanga



Ankaratrites néphélinique



Basaltes



Filons basiques



Troctolites

SOCLE ANCIEN



Granite porphyroïde



Granite de Behenjy



Granite stratoïdes



Granites magmatiques et migmatites granitoïdes



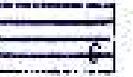
Charnochites



Granites Ambatomiranty



Migmatites



Gneiss



Gneiss à pyroxène

FACIES PETROGRAPHIQUES SPECIAUX

 *Pegmatite*

 *Quartzites*

 *Dissogénite*

 *Amphibolite*

 *Graphite*

 *Cipolin*

 *Gabbros*

 *Péridotite*

 *Sillimanite*

 *Cordiérite*

 : *Routes goudronnées*

 *Quartzites à magnetite*

 *Grenat*

 *Charnockite*

 *Facies oillé*

 *Ultrabasites*

TROISIEME PARTIE :
LES PROCESSUS DE CONFECTION DU
« FOYER AMELIORE »

La céramique constitue l'art de faire des objets durables, soit usuels, soit artistiques des matières premières extraites de la terre [17]. Elle comprend, non seulement, la brique, la tuile, le verre et tous les produits à base d'argile comme les porcelaines, les ciments, les isolateurs, les plâtres, la chaux... mais surtout la poterie. Ainsi, le « Foyer amélioré » ou « Fatana mitsitsy » est l'un des produits céramiques utilisés dans la vie quotidienne de certaines ménagères malgaches.

Avant de traiter les divers processus de fabrication de ce « Fatana », nous aimerions de retracer l'historique du Centre National de Recherches Industrielle et Technologique (CNRIT) sis à Fiadanana, le premier constructeur de ce « Foyer ».

A. HISTORIQUE

Ce centre a été créé et construit à Fiadanana Antananarivo ville, au temps de la deuxième République. Son objectif principal est de revaloriser les recherches aussi bien qu'artisanales qu'industrielles. A cette époque, il a été rattaché au Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique. A l'heure actuelle, il est rattaché au Ministère de l'Education Nationale et de la Recherche Scientifique. On y trouve des chercheurs dans divers domaines scientifiques tels que : géologie, chimie, génie chimie, céramique...

En 1987, un de ces chercheurs, nommé Blaise Iverenako, dans la division céramique de CNRIT, et ses collaborateurs ont essayé de confectionner le prototype du « Fatana mitsitsy » à base d'argiles dans le but de réduire au maximum, non seulement la quantité de charbon de bois consommé, mais aussi de limiter les dégâts provoqués par la déforestation intensive et sauvage due aux abattages des arbres.

Cette recherche vise à améliorer le rendement du réchaud à charbon, donc à réduire la dépense familiale en matière de combustible, puis elle participe aussi à la protection de notre environnement.

B. LES PROCESSUS DE CONFECTION DU « FATANA » SELON LES RECHERCHES DU CNRIT

1 - Carrière

Le CNRIT a choisi, depuis sa création jusqu'à nos jours, comme source d'argiles, la carrière sise à Bevalala située à 14 km environ au Sud de la Capitale ANTANANARIVO.

Cette carrière satisfait les conditions nécessaires à la fabrication du « Fatana », à savoir :

- la disponibilité suffisante des réserves en argiles,
- la qualité d'argile : une bonne plasticité au malaxage, une solidité et résistance aux chocs après son séchage et cuisson,
- l'accessibilité aux divers moyens de transports.

2 - Extraction de l'argile – profil pédologique de la carrière

La plaine de Bevalala a été, auparavant des rizières mais abandonnées et transformées par les briquetiers, en lieu d'exploitation d'argiles. L'extraction de ces matières premières s'effectue à la main à l'aide des outillages simples comme l' « angady », par exemple.

Lors du creusement de la carrière, on observe clairement la superposition des trois couches appelées « horizons ».

- L'horizon « O » : c'est la partie superficielle du sol de teint noirâtre ou brunâtre, épaisse de 30cm environ. On l'appelle aussi « horizon organique » ou « litières » que l'on trouve, généralement, sous végétation. Il résulte du dépôt d'origine animale et végétale (feuilles mortes...). Ces apports animaux et végétaux sont plus ou moins transformés en « matières organiques » par l'action des agents biologiques (bactéries, champignons, insectes ...)
- L'horizon « G », situé en dessous de l'horizon « O », est hydromorphe, qui résulte d'un excès d'eau presque permanent. Sa profondeur se trouve entre 30cm et 90cm de profondeur, et il est constitué par des argiles grises ou bleue clairs et un peu de sable.
- En dessous de cet « horizon G » se place « l'horizon H », de couleur noire, constitué de matières végétales plus ou moins transformées appelées « tourbes ».

La Figure 7 représente le profil pédologique de la carrière d'argile de Bevalala :

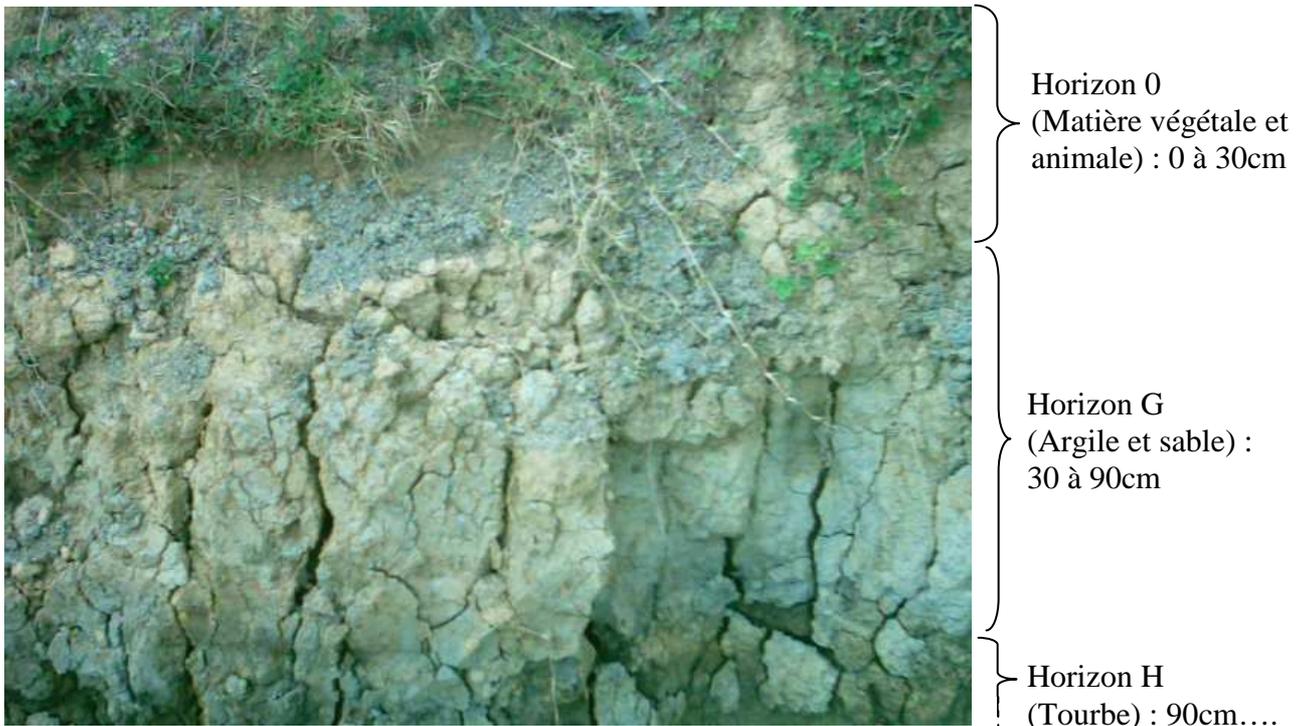


Figure 7 : Profil pédologique de la carrière d'argile de Bevalala (Cliché de l'auteur)

3 - Transport des matières premières

Nous avons rempli trois sacs, en plastique, d'argiles grises et un sac de sable fluviatile de l'Ikopa. Une camionnette les transporte vers le Centre de Recherches sis à Fiadanana.

4 - Les étapes de confection du « Fatana mitsitsy »

Afin de comprendre les différentes étapes de la fabrication, il est préférable de dresser un tableau synoptique qui permet de voir d'un seul coup d'œil tout un ensemble. Ainsi, la Figure 8 indique ces différentes étapes : le broyage et tamisage de l'argile kaolinique et du sable, le pesage, le malaxage de la pâte, le façonnage, le séchage, scellage et la cuisson :

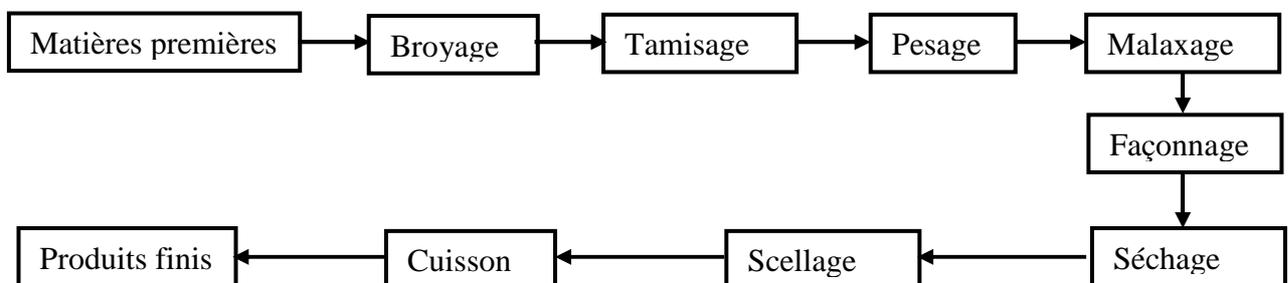


Figure 8 : Représentation des différentes étapes de la confection du « Fatana ».

a. Les éléments constitutifs du « Fatana »(Figure 9)

Avant d'entamer aux opérations liées à la confection, nous préférons de décrire les éléments constitutifs du « Fatana » pour faciliter la compréhension de différentes opérations de fabrication. Ce « Foyer » comprend trois parties essentielles : de l'extérieur à l'intérieur, on distingue :

- La carcasse métallique en tôle plâtre 35/100
- La couche isolante thermique en argile kaolinique et sable
- Le cylindre réfractaire en argile grise et argile kaolinique

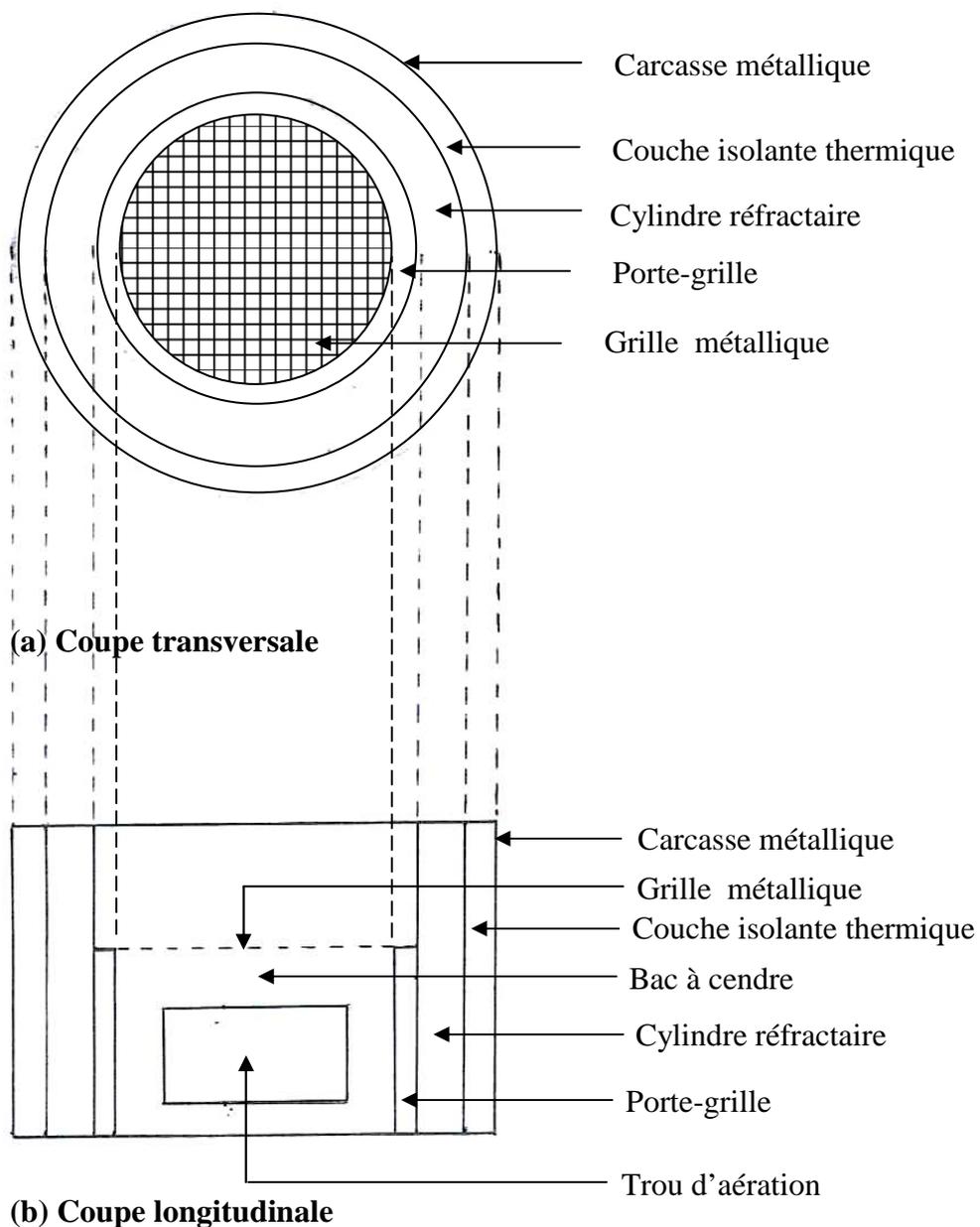


Figure 9 : Figure schématique du « Fatana mitsitsy » : échelle : 1/4

b. Vieillissement de l'argile

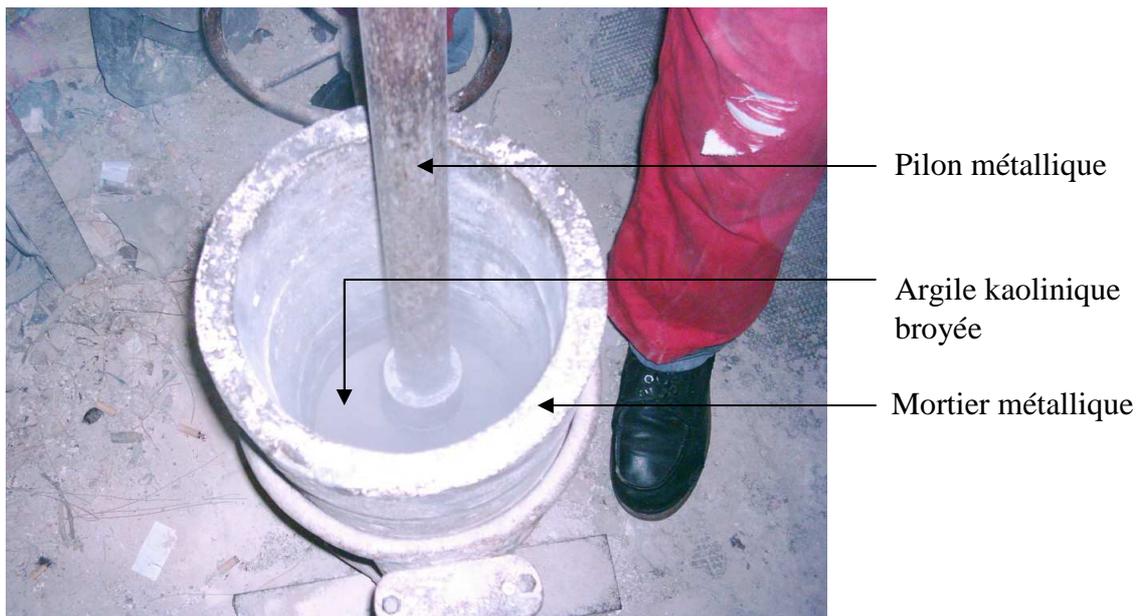
Arrivée au centre, nous avons mis, pendant une semaine, l'argile grise de Bevalala, dans des cuves plastiques ayant chacune un couvercle. Ce processus rend l'argile plus « plastique » donc facile à travailler. On dit, dans ce cas, qu'on la laisse « vieillir », c'est-à-dire, pendant ce temps, les bactéries produisent des gelées colloïdales qui peuvent augmenter sa plasticité.

c. Préparation de la pâte

La préparation de la pâte comporte quatre phases :

c₁. Broyage

L'argile Kaolinique d'Anjiro, de couleur blanchâtre, se présente comme des grains grossiers qui doivent être transformés en particules un peu plus fines en les broyant, dans un mortier, avec du pilon métallique. La Figure 10 nous montre les matériels utilisés lors du broyage de cette argile :



***Figure 10 : Matériels utilisés lors du broyage de l'argile kaolinique
(Cliché de l'auteur)***

c₂ - Tamisage

Pour avoir une plasticité conforme de la pâte, il faut que l'argile kaolinique déjà broyée, mélangée à du sable, doive passer sur un tamis à maille carrée de 0,2mm de côté. La Figure 11 nous montre cette opération :

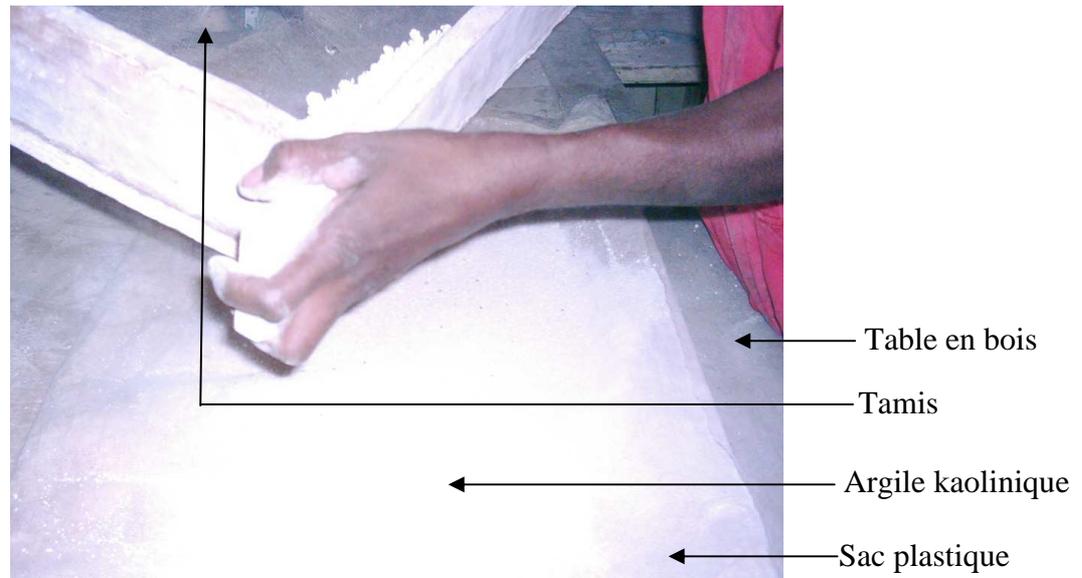


Figure 11 : Tamisage de l'argile kaolinique (Cliché de l'auteur)

c₃ - Pesage et dosage

L'opération suivante consiste à la pesée des matières premières composantes d'une pâte. C'est un mélange d'argile grise, d'argile kaolinique et du sable broyé et tamisé, et de l'eau. Le Tableau VI apporte des précisions sur le dosage de ces différents éléments dans une pâte :

Tableau VI : Dosage d'une pâte

Matières premières	Argile grise	Argile kaolinique	Eau	Sable
Masses (kg)	14	3	3	3
Pourcentage (%)	60,86	13,04	13,04	13,04

Source : Centre National de Recherches Industrielle et Technologique (CNRIT)

Pour faciliter le calcul, on considère qu'un litre d'eau pèse 1kg. On constate que la pâte est constituée approximativement 73% d'argiles.

c₄ - Malaxage de la pâte

Nous avons bien mélangé et malaxé ces matières premières avec les deux mains jusqu'à ce que les différents éléments semblent être répartis et bien homogènes. On l'arrose petit à petit, en la remuant en tout sens. Ce travail ne cesse que si on obtient une pâte de consistance plastique.

Et pour faire disparaître les blocs d'éléments résistants, on bâte le mélange avec une barre de fer cylindrique. Cette opération ne s'arrête qu'après avoir obtenu une pâte très homogène ayant une plasticité appropriée. Elle a pour but, d'une part, de rendre unie et homogène la pâte et d'autre part de supprimer les poches d'air et les mottes dans cette dernière. Les Figures 12 et 13 représentent: le malaxage et le battage de la pâte :

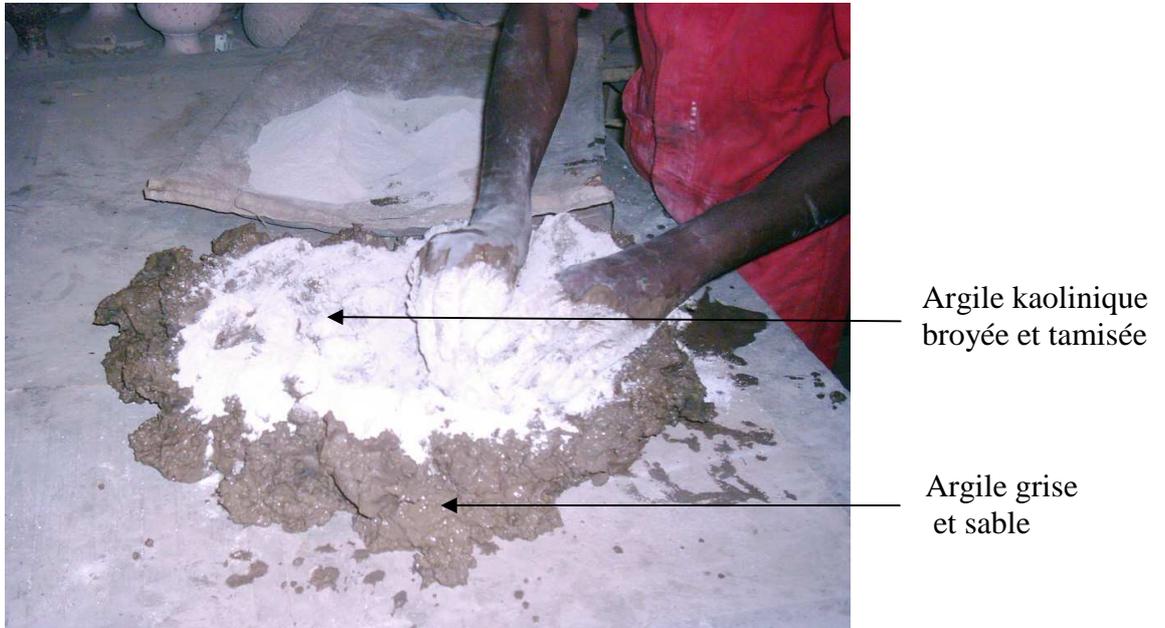


Figure 12 : Le malaxage de la pâte (Cliché de l'auteur)

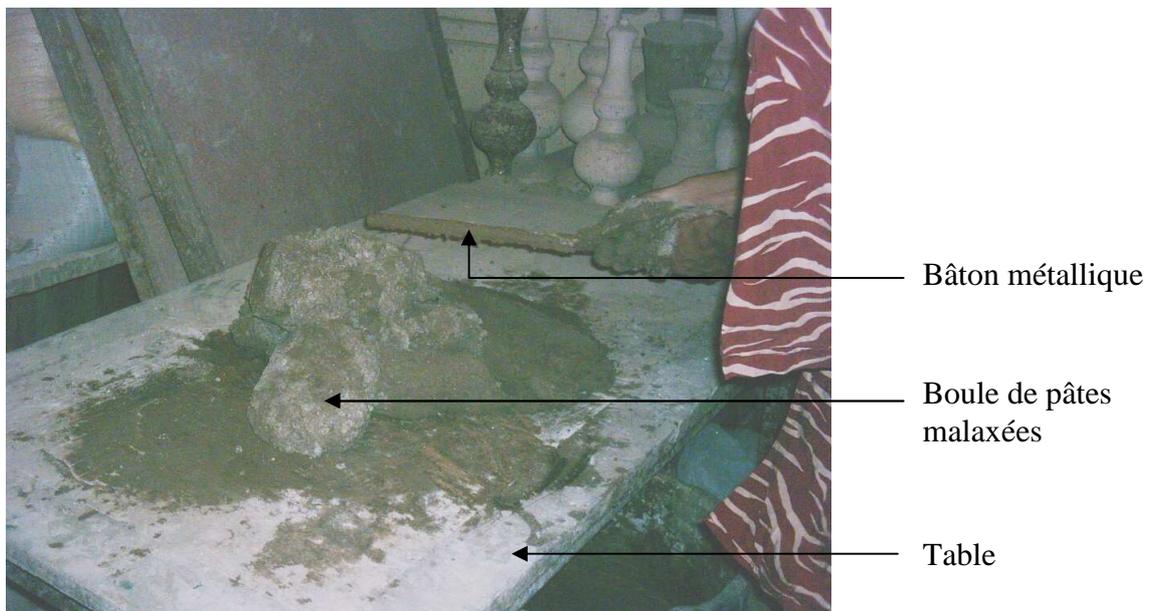


Figure 13 : Battage de la pâte (Cliché de l'auteur)

d. Façonnage

Une pâte bien malaxée sera prête au façonnage. Il comporte cinq opérations : la mise en forme de la pâte, le découpage, la confection de la base et du corps du cylindre réfractaire, la confection du « toko » ou « supports » et leur soudure et lissage de l'ensemble.

d₁ – La mise en forme de la pâte

Sur une table bien plane et horizontale, on enroule une certaine quantité de pâte malaxée à l'aide de la main. On a une pâte allongée, cylindrique. On la fait déplacer sur une toile bien lisse, puis on va l'aplatir jusqu'à ce qu'on obtienne une pâte à une certaine épaisseur voulue selon le modèle désiré.

Selon les normes du Centre National de Recherches Industrielle et Technologique (CNRIT), il existe trois types de modèles du cylindre réfractaire : le petit, le moyen et le grand modèles. Chaque modèle a, évidemment, ses propres dimensions (Cf. Tableau VII et VIII).

A l'aide d'une raclette en bois, bien trempée dans de l'eau, on va rendre lisse et bien plane la surface de la pâte en forme d'une plaquette rectangulaire. On répète plusieurs fois cette opération afin que tout point de cette surface soit, à peu près, au même niveau. Les Figures 14 et 15 représentent ces opérations :

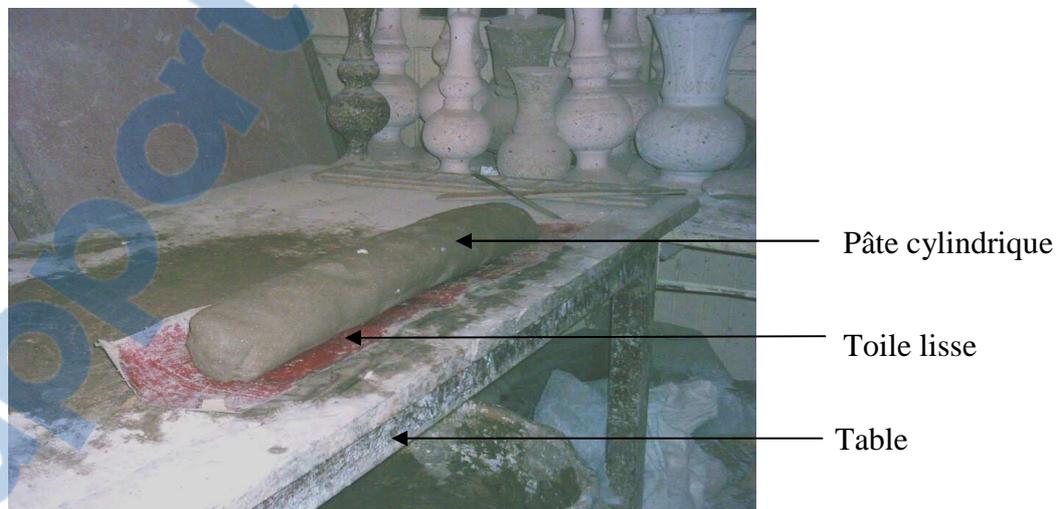


Figure 14 : Confection de la pâte en forme cylindrique (Cliché de l'auteur)

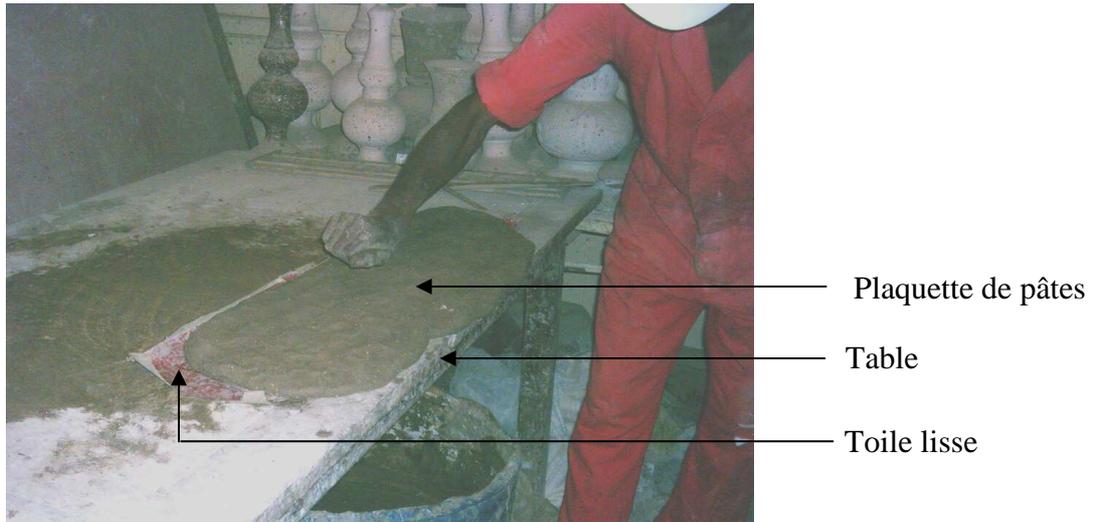


Figure 15 : Confection de la plaquette de pâte(Cliché de l'auteur)

d₂ – Traçage et découpage de la pâte

Cette phase consiste à mesurer les dimensions de la plaquette de pâte de forme parallélépipédique selon le modèle voulu. Cette mesure se fait à l'aide d'une planchette de bois sur laquelle figurent des traces servant comme « norme » à respecter pour les dimensions de la plaquette désirée.

On trace, ensuite, la hauteur et la longueur de la plaquette et puis on la découpe par l'intermédiaire d'un couteau bien tranchant. La Figure16 représente la plaquette de pâte tracée et puis découpée :



Figure 16 : Plaquette de pâte tracée et découpée(Cliché de l'auteur)

d₃ – Confection du cylindre réfractaire(Figure 17)

L'opération consiste à l'aplatissement d'un autre bloc de pâte déjà malaxée servant à la confection de la base du cylindre. On étale cette pâte sur une planchette de bois de 30cm de côté, puis on y trace un disque circulaire ayant le diamètre intérieur du cylindre désiré. On la découpe suivant cette trace à l'aide d'un couteau bien tranchant :

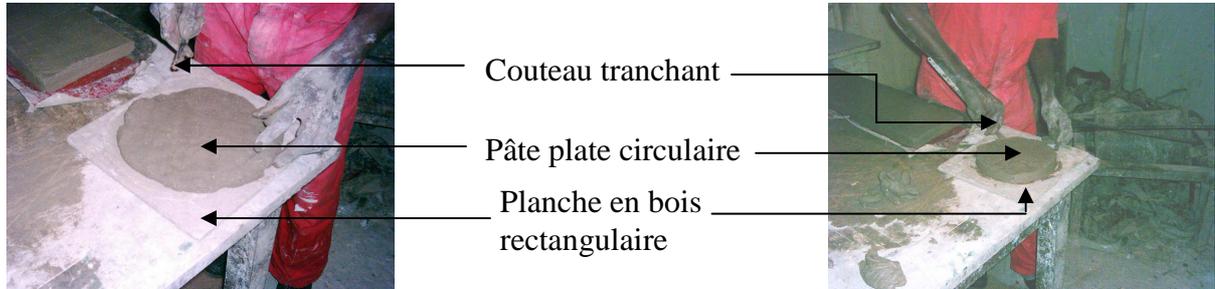


Figure 17 : Confection, traçage et découpage de la base du cylindre réfractaire

(Cliché de l'auteur)

On pose verticalement la plaquette découpée ci-dessus (Fig.16) tout autour de ce disque, servant comme base du cylindre, de façon que la surface bien lisse soit du côté de la face intérieure du cylindre réfractaire.

d₄ – Soudure de la base et du corps du cylindre

La soudure s'effectue en deux temps : la première consiste au collage de deux extrémités de la plaquette au niveau de leur zone de contact, la seconde réside à l'unification de la base et du corps du cylindre. Cette opération s'effectue à la main avec une toute petite quantité de pâte légèrement mouillée. Une fois soudée, on se sert d'une raclette en bois qui est un matériel simple utilisé au lissage de toute surface tant à la face extérieure qu'à la face intérieure du cylindre réfractaire. La Figure 18 montre ces opérations :



Figure 18 : Confection et soudure de la base et du corps du cylindre réfractaire

(Cliché de l'auteur)

Une autre pâte de forme parallélépipédique est réservée à la confection du « porte-grille ». Elle a des dimensions moins importantes que celle de la première plaquette.

(Figure 16). On enrôle cette plaquette en la posant verticalement à l'intérieur du cylindre, puis on va la souder au corps et à la base de ce dernier ; cette pièce forme le « porte-grille » du « Fatana ». La Figure 19 représente ces opérations :

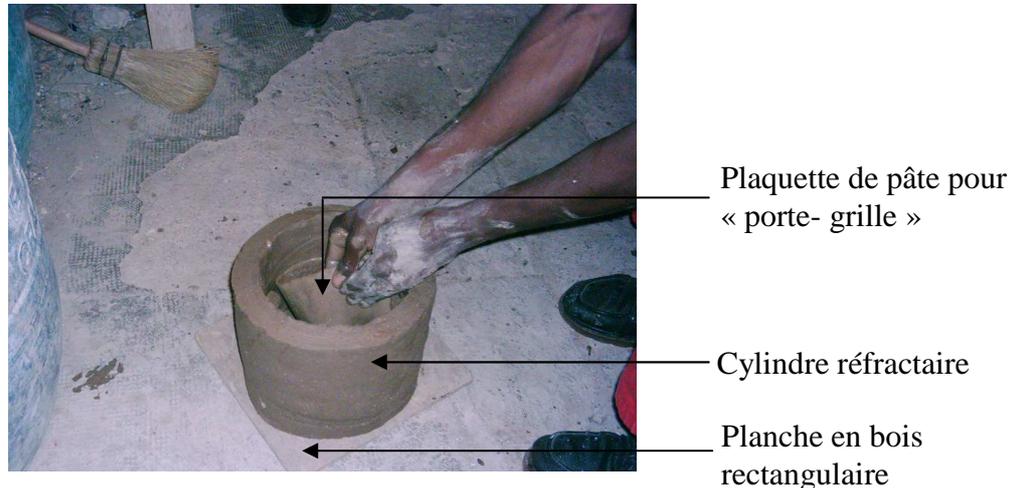


Figure 19 : Pose du « Porte- grille » du « Fatana » (Cliché de l'auteur)

d₅ – Confection et soudure des « supports » au cylindre réfractaire

Pour que la marmite reste bien stable et en équilibre durant la cuisson, les parties supérieures du « Fatana », en contact direct avec cette ustensile de cuisine, doivent être bien planes et horizontales : le nivellement se fait à l'aide d'un couteau tranchant. Ensuite, on va souder les « trois supports », espacés d'un angle de 120°, sur la surface supérieure du cylindre réfractaire. Cette phase se termine par le lissage de l'ensemble afin d'effacer les traces de doigts. La Figure 20 montre ces opérations :

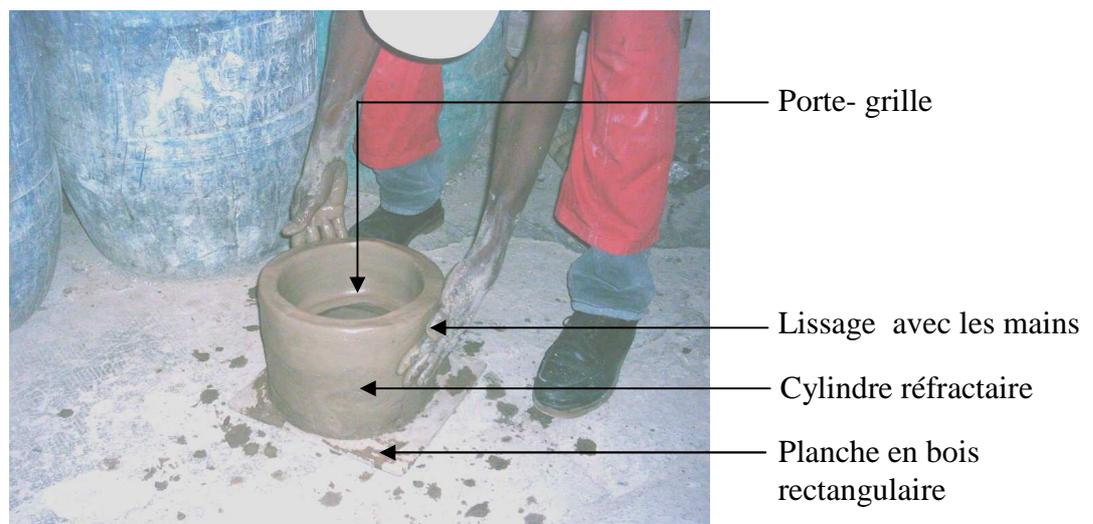


Figure 20 : Lissage de la surface interne et externe du « Fatana »

(Cliché de l'auteur)

d₆ – Mesure des dimensions du cylindre à l'état humide

Après le lissage de l'ensemble, on mesure les dimensions du cylindre réfractaire. Le Tableau VII établit les relations entre les différents modèles et les mesures (exprimées en mm) de la circonférence extérieure, la hauteur et l'épaisseur de chaque modèle :

Tableau VII : Mesure des dimensions du « Fatana » à l'état humide :

Dimensions (mm) Modèles	Circonférence extérieure	Hauteur	Epaisseur
Grand modèle (GM)	757	220	35
Moyen modèle (MM)	695	200	30
Petit modèle (PM)	632	160	25

Source : Centre National de Recherches Industrielle et Technologique (CNRIT)

Chaque modèle a ses propres dimensions. Le modèle le plus utilisé du Foyer malgache est le type moyen.

e – Séchage à l'air

Le « Fatana » façonné doit être séché à la température ambiante de l'ordre de 20 à 30°C. Ainsi, on le met dans une salle à l'abri du coup de vent et du soleil.

Il est déconseillé de le laisser sécher directement au soleil car cela peut entraîner la vaporisation rapide de l'eau interstitielle, ce qui engendre des fissures ou des craquelures au niveau du corps du cylindre réfractaire.

Une journée (24 heures) plus tard, une partie de l'eau d'imbibition s'évapore. C'est le moment propice pour l'installation de l'ouverture d'aération de forme rectangulaire. Elle se situe entre la zone où il y a la grille et la base du cylindre. Un couteau tranchant suffit pour effectuer ce genre d'opération.

Une semaine plus tard, le « Fatana » semble « sec », exempt de toutes traces d'eau. Une deuxième mesure aura lieu comme la montre les résultats du Tableau VIII :

Tableau VIII : Mesure des dimensions du « Fatana » à l'état sec.

Dimensions (mm) Modèles	Circonférence extérieure	Hauteur	Epaisseur
Grand modèle (GM)	754	190	30
Moyen modèle (MM)	690	180	24
Petit modèle (PM)	628	150	20

Source : Centre National de Recherches Industrielle et Technologique (CNRIT)

En établissant la comparaison entre les résultats du Tableau VII et VIII, on constate que la circonférence extérieure subit une faible diminution par rapport à celle de la hauteur et celle de l'épaisseur. Le Tableau IX, représente le pourcentage de diminution selon les modèles :

Tableau IX : Pourcentage de diminution des dimensions du cylindre après le séchage naturel

ETATS - DIMINUTION DES DIMENSIONS		HUMIDE	SEC	DIMINUTION DES (mm) DIMENSIONS	POURCENTAGE DE DIMINUTION (%)
Circonférence	GM	757	754	03	0,4
	MM	695	690	05	0,7
	PM	632	628	04	0,6
Hauteur	GM	220	190	30	13,6
	MM	200	180	20	10
	PM	160	150	10	06,2
Epaisseur	GM	35	30	05	14,3
	MM	30	24	06	20
	PM	25	20	05	20

Pour tous les modèles, la diminution de la circonférence du cylindre reste, pratiquement, inchangée. Tandis qu'elle est très sensible au niveau de la hauteur et l'épaisseur et atteint respectivement de 6 à 13,60% et de 14,3 à 20%

f. Scellage

Le scellage consiste à l'opération de fixation du cylindre réfractaire sur une carcasse métallique en tôle plate entre lesquels se situe une couche de sable et d'argile kaolinique à grains plus ou moins fins, dite, « couche isolante thermique ». Cette carcasse en tôle plâte d'épaisseur 35/100, confectionnée par des artisans tôliers d'Andoharanofotsy et d'Ankaraobato a un diamètre un peu plus grand que celui du cylindre réfractaire.

Le Tableau X représente les dimensions de la carcasse métallique :

Tableau X : Dimensions de la carcasse métallique selon les modèles

Modèles \ Dimensions (mm)	Circonférence Extérieure	Diamètre Extérieur	Hauteur
Petit modèle	730	220	150
Moyen modèle	820	260	180
Grand modèle	910	290	190

Source : Centre National de Recherches Industrielle et Technologique (CNRIT)

Par rapport aux dimensions du cylindre à l'état sec (Tableau IX), la carcasse métallique présente une valeur importante que celle du premier. Seule la valeur de la hauteur reste inchangée. La Figure 21 montre les carcasses métalliques du « Fatana » :

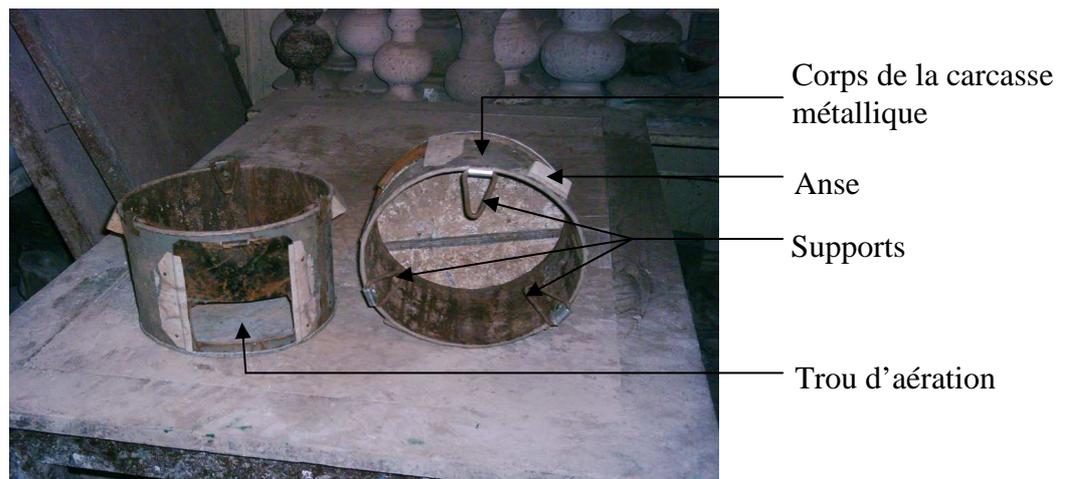


Figure 21 : Les carcasses métalliques du « Fatana » (Cliché de l'auteur)

Le processus du « scellage » s'effectue comme suit :

- en premier lieu, on réalise un mélange hétérogène, à égal volume, de sable et d'argile kaolinique tamisés et broyés. On y verse de l'eau, petit à petit, jusqu'à ce qu'on obtienne une pâte assez gréseuse, peu mouillée. La Figure 22 suivante représente la préparation de la pâte pour scellage :

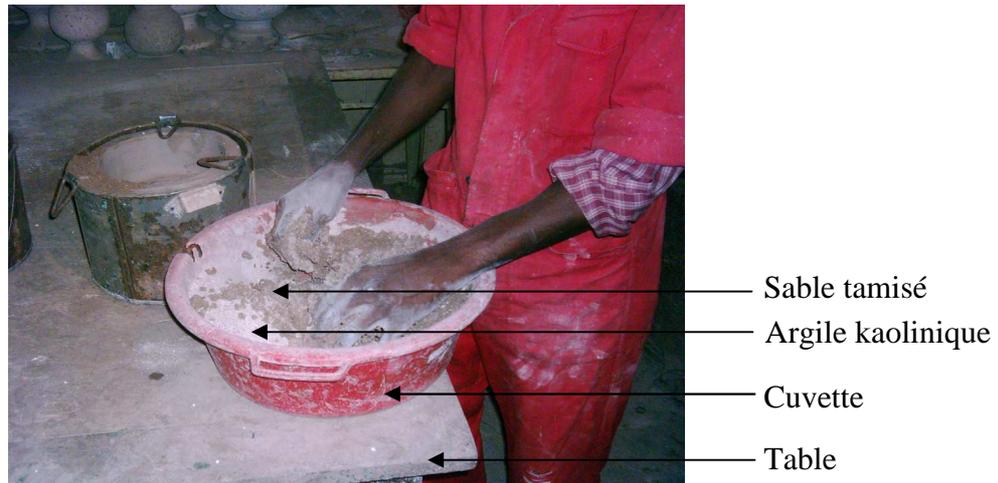


Figure 22 : Préparation de la pâte pour « Scellage » (Cliché de l'auteur)

- Ensuite, on met du sable sur le fond de la carcasse métallique pour amortir les chocs susceptibles d'avoir lieu entre carcasse métallique et cylindre réfractaire. On introduit le cylindre dans la carcasse de façon que les deux ouvertures d'aérations respectives soient en face à face l'une de l'autre.

La zone située entre carcasse métallique et cylindre réfractaire constitue la « couche isolante thermique » que l'on doit remplir de la pâte gréseuse, d'argile kaolinique et du sable. Ainsi, l'opération commence par la partie juste en dessus de l'ouverture d'aération. L'une des mains va verser la pâte et la pilonne par une tige de fer rond, l'autre main se trouve au niveau de l'ouverture, empêchant la pâte de descendre dans le bac à cendre. On répète cette opération sur l'autre côté opposé et, ensuite, dans toutes les parties restantes. Elle a pour but de maintenir le cylindre bien fixe et immobile. Un fois que « la couche isolante » ait la hauteur du cylindre et de la carcasse métallique, le « scellage » prend fin.

La Figure 23 montre le « scellage » d'un « Fatana » :

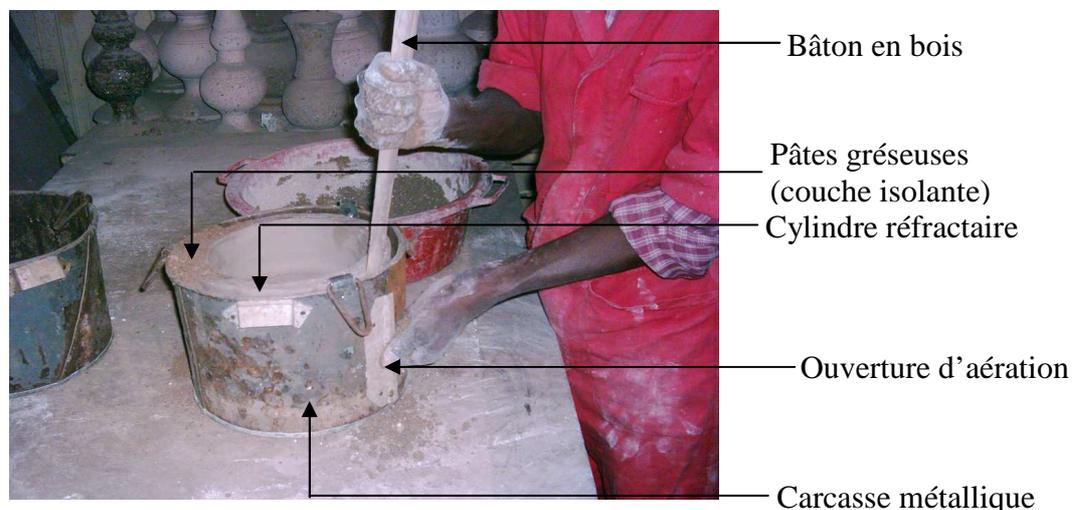


Figure 23 : Scellage d'un « Fatana » (Cliché de l'auteur)

g. Cuisson et Ornementation

Le « Fatana » scellé a été mis sur un four électrique pendant quelques dizaines de minutes. Pour éviter les fissures dues à la cuisson, qui exige une grande précaution, il faut respecter attentivement les propriétés physiques des matériaux, ingrédients de ce « Fatana ». Alors, il n'est pas en contact direct avec le four, durant la cuisson, mais il reçoit l'émanation de la chaleur perdue du four. Dans ce cas, la quantité de chaleur émise par le four se répartit équitablement dans toutes les surfaces du « Fatana ». Signalons que les dimensions du « Fatana » semblent être inchangées après cette cuisson.

Durant la cuisson, on prépare un enduit visqueux composé de chamottes (briques déjà cuites) et de terre rouge latéritique. Après, on embellit le « Fatana » avec cet enduit qui colore la pièce en rouge vif. Cette décoration se fait à la truelle de maçon.

La Figure 24 représente la décoration ou l'embellissement du « Fatana » après la cuisson :

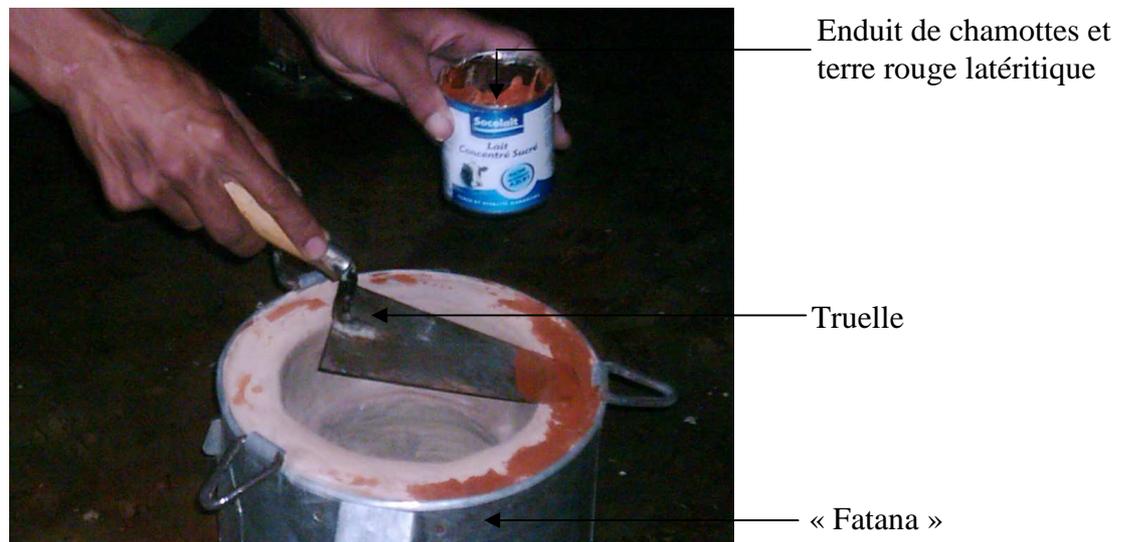


Figure 24 : Décoration de la partie supérieure du « Fatana » (Cliché de l'auteur)

h - Vente et prix des produits finis

La section « céramique » du Centre National de Recherches Industrielle et Technologiques (CNRIT) se compose de cinq personnes dont quatre d'entre elles se chargent de la confection du « Fatana » et le reste s'occupe des affaires administratives. C'est un Centre de Recherches, mais non pas un Centre Commercial, alors il ne possède pas un lieu de vente. La production dépend des commandes de certains clients.

Le prix unitaire, exprimé en Ariary, des produits finis, selon le modèle, est présenté au Tableau XI :

Tableau XI : Prix unitaire du « Fatana selon le modèle (prix au mois de juillet 2006)

Modèles	Petit modèle	Moyen modèle	Grand modèle
Prix unitaire (en Ar)	3 000	5 000	8 000

Source : Centre National de Recherches Industrielle et Technologique (CNRIT)

Selon le modèle, on constate que les prix unitaires présentent une variation notable selon la taille du « Fatana ». A ces prix, le « Fatana » apparaît rentable car il présente des multiples avantages économiques, à savoir, sa longévité (de 06 à 08 ans), sa consommation faible en charbon de bois, son pouvoir de conservation de chaleur,...

5. Les choix des matériaux

a – Tôle plate

Le fabricant du « Fatana » utilise le plus souvent la tôle plate pour les raisons suivantes :

- elle est le métal le plus usuel et à bon marché par rapport aux autres métaux (cuivre, aluminium ...)
- elle rend le « Fatana » plus solide, et augmente sa résistance contre les chocs (Tableau V, et VI)
- elle se dilate moins à la chaleur que les autres métaux. Elle fixe bien, alors, l'ensemble « couche isolante » et « cylindre réfractaire » (Tableau III)
- elle conserve plus longtemps la chaleur à cause de sa faible conductibilité. (Tableau II)

Elle est trempée dans la solution de zinc qui la protège contre la corrosion atmosphérique.

b . Argile kaolinique et sable

Pour éviter les inconvénients du rétrécissement comme la diminution importante du volume responsable de la fissure, on adjoint à la pâte une certaine quantité d'argile kaolinique et du sable (Tableau VI). Ils répartissent les fentes et puis les réduisent entre leurs grains sans qu'elles puissent communiquer entre-elles pour créer la fissure. Ensuite, ils facilitent le séchage du « Fatana » car ils libèrent rapidement l'eau contenue dans l'argile grise. Et ils absorbent une quantité de chaleur importante pendant la cuisson, la conservent pendant un certain temps (2 à 3heures et même plus après la cuisson) et la libèrent progressivement (Figure 5). Cette propriété de ces matériaux va faire diminuer la quantité de charbon consommé durant la cuisson.

c – Argile grise

Par rapport aux autres argiles : argile rouge, blanche comme les kaolins et l'argile kaolinique, non plastiques, l'argile grise a une bonne plasticité surtout si elle est « vieillie » (définition de l' « argile vieillie » en B-4a). Elle contient des matières organiques et des bactéries qui contribuent, sans doute, à sa plasticité. Cette bonne plasticité offre un avantage aux fabricants du « Fatana » car l'argile grise « vieillie » devient facile à travailler.

C. DEVELOPPEMENT DE LA FABRICATION DU « FATANA MITSITSY » AU NIVEAU DES PAYSANS

Depuis 1987, les agents de la section céramique du CNRIT se sont chargés de la formation de quelques paysans pour que ces derniers puissent apprendre et appliquer les techniques adéquates des processus de fabrication du « Foyer amélioré ». Ils proviennent des Communes suburbaines des environs d'Antananarivo. Parmi eux, nous avons visité un lieu de fabrication de ce « Fatana », chez une famille de RASAMOELINA résidant à Ankadinandriana – Ankaraobato. Il a trois fils et cinq filles et de nombreux petits-fils. Tous ces gens participent, ensemble, à la confection de cet ustensile, sauf les enfants à l'âge scolaire.

L'enquête menée auprès de cette famille se concentre sur les deux principaux points suivants : les processus de fabrication et les problèmes liés à la production.

a. Les processus de fabrication du « Fatana »

On a constaté que les processus de fabrication du « Fatana » se ressemblent beaucoup. En effet, pour éviter la répétition, nous allons dégager, seulement, les différences notables sur les étapes de confection entre ces deux entités producteurs de ce « Foyer amélioré ». Elles résident surtout sur :

- les matières premières utilisées,
- le mode de séchage,
- le mode de cuisson,
- la fabrication de la carcasse métallique,
- les prix de vente des produits finis,
- la longévité du produit fini.

a₁ - Les matières premières utilisées

Les paysans n'utilisent que deux sortes de matières premières : l'argile grise et le sol latéritique de couleur rouge ou jaune. Leur quantité respective, lors du dosage de la pâte se résume dans le Tableau XII :

Tableau XII : Dosage de la pâte

Matières premières	Argile grise	Sol latéritique	Eau	Total
Quantité (en gobelet)	5	2	3	10
Pourcentage (%)	50	20	30	100

Source : Paysans fabricants du « Fatana » à Ankaraobato

Comme unité de mesure, la famille emploie un gobelet (daba) ayant une capacité de 10L. Les matières extraites de la terre constituent les 70% de la composition de la pâte dont 50% de l'argile grise et 20% du sol latéritique.

a₂ - Le mode de séchage

Sur une aire de séchage, les « Foyers améliorés » façonnés sont exposés directement au soleil pendant cinq à sept jours selon les saisons. Ce mode de séchage, provoque, en effet, une brusque diminution volumique (retrait) du « Fatana » à cause de l'évaporation rapide de son eau de constitution. Ce phénomène engendre la formation des fissures ou des fentes sur le corps du « Foyer ». Mais on peut éviter cette formation des fentes en employant le sable comme composant de la pâte. En effet, le sable a pris la place vide laissée par l'eau évaporée et les fissures, par conséquent, n'ont pas pratiquement eu lieu. La Figure 25 montre l'aire de séchage :

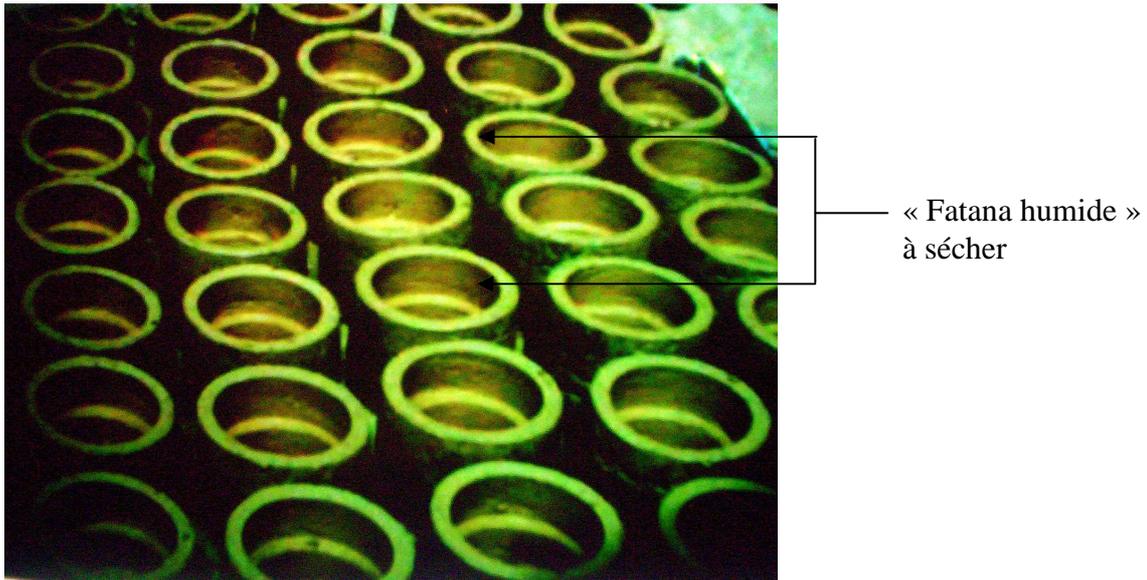


Figure 25 : L'aire de séchage du « Fatana » (Cliché de l'auteur)

a₃ - Le mode de cuisson

Une fois séché, le « Fatana » sera mis à la cuisson dans un four qui n'a pas de dimensions fixes. Il est de forme rectangulaire, entouré de mur de briques cuites. A l'intérieur, une couche d'herbes sèches forme la base du four. Au-dessus de cette couche de base, s'étale une autre couche de petits morceaux de charbon de bois, utilisés comme combustibles. Les « Fatana » à cuire forme la troisième couche. La quatrième couche formée par des morceaux de charbon de bois recouvre entièrement le four. On allume, ensuite, le feu aux quatre coins du four ; la cuisson dure un à deux jours environs.

a₄ - Fabrication de la carcasse et grille métalliques

Les paysans utilisent des métaux usagés tels que fûts, tôles... pour confectionner la carcasse et la grille du « Fatana ». Ainsi, sur une tôle plate, on trace un cercle de 22 ou 23cm de diamètre et on le découpe à l'aide de gros ciseaux métalliques. Cette tôle de forme circulaire constitue la base de la carcasse métallique. Ensuite, on découpe une plaquette de tôle ayant des dimensions 70cm x 17cm. Elle se sert comme « corps de la carcasse ». Sur cette plaquette, on découpe une ouverture d'aération de forme rectangulaire, de dimensions 12cm x 6m. Puis, on enroule cette plaquette et la pose verticalement autour de la base. Ces deux pièces sont agrafées entre-elles.

L'opération suivante consiste à la confection des deux anses, en tôles ; on les fixe sur le corps de la carcasse, aux deux cotés opposés, par des rivets en tôles usagées.

Enfin, on installe des fers ronds de 6mm de diamètre, servant comme « supports », situés aux trois pôles, espacés de 120° de la partie supérieure du « Fatana ».

A l'aide du marteau et un autre matériel en fer de forme cylindrique, on creuse des trous sur la surface d'une tôle circulaire, ayant le diamètre intérieur du « Fatana » ; elle constitue la « grille » utilisée comme « support de charbon de bois ».

Les Figures 26 et 27 nous montrent la confection de la carcasse et grille métalliques du « Foyer amélioré » :

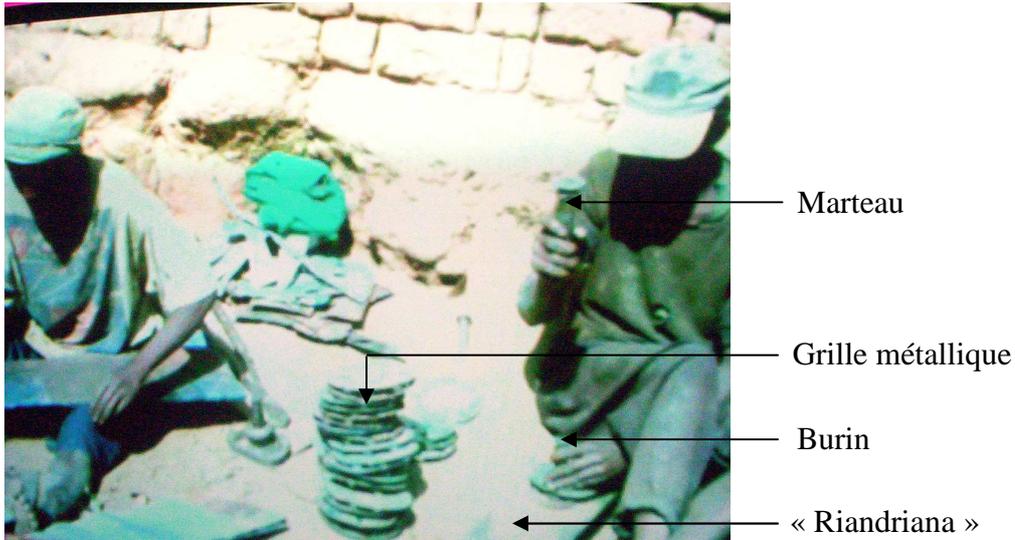


Figure 26 : Confection de grille métallique (Cliché de l'auteur)

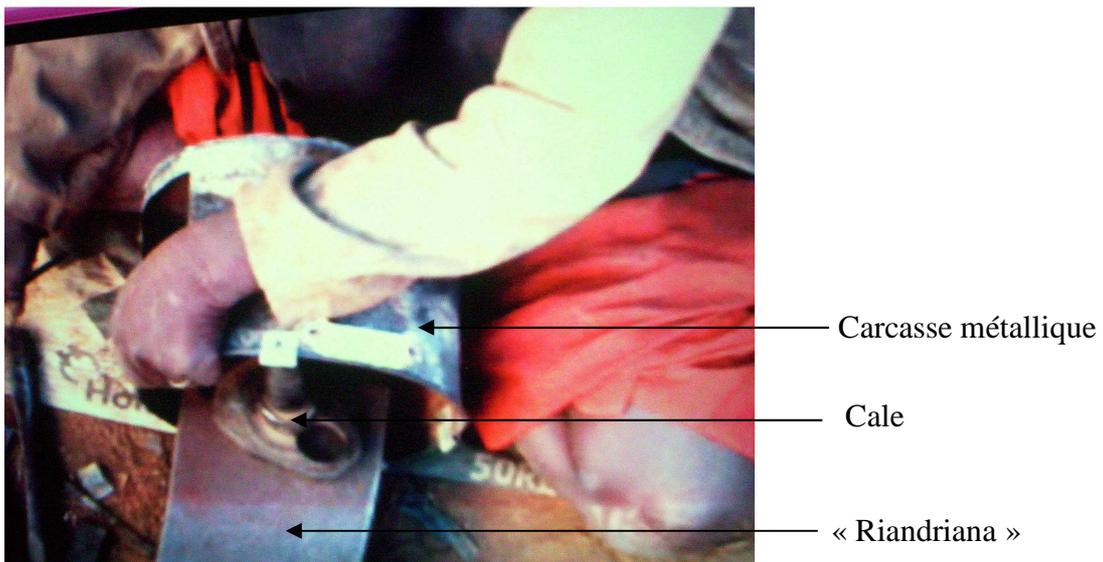


Figure 27 : Confection de la carcasse métallique (Cliché de l'auteur)

a₅ - Prix de vente des produits finis

Les produits finis attendent l'arrivée des clients qui sont tous des revendeurs. Ils achètent, chez les artisans, des centaines d'unités de « Fatana », à raison de Ar 2 500 seulement l'unité. A leur tour, ils revendent, dans les autres provinces qu'Antananarivo, par exemple à Toamasina, à Ar 5 000 ou Ar 6 000 l'unité.

a₆ - Longévité des produits finis

En comparant à la longévité du « Fatana » fabriqué par le CNRIT (entre 06 à 08 ans), celui du paysan semble, moins résistant car selon les résultats obtenus par les fiches d'enquêtes distribuées auprès des ménages, la longévité du « Foyer amélioré » se situe entre un (01) à deux (02) ans.

Cela est dû, en plus du séchage direct au soleil et de l'absence du sable dans la composition de la pâte, aux préparatifs et à la préparation de la pâte. Ainsi, les artisans se précipitent à la préparation de la pâte car ils ne laissent pas l'argile à « se reposer » ou à « se vieillir » et ils ne battent pas la pâte obtenue. Par conséquent, la pâte préparée est un peu plastique. Des fentes se forment, alors, sur les corps du cylindre réfractaire, et au fil du temps, elles s'agrandissent peu à peu, et se termine par sa détérioration.

b. Problèmes rencontrés par les artisans fabricants du « Fatana »

Ces gens rencontrent de divers problèmes qui sont une barrière empêchant le développement de cet artisanat. Ils se situent au niveau des matières premières, du moyen de transport, de l'écoulement de leur produit et surtout le problème d'ordre financier. Ainsi, presque tous les artisans ne possèdent pas de rizières où l'on extrait l'argile grise. En effet, ils sont obligés d'en acheter et doivent payer, aux propriétaires du terrain, Ar 500 le sac de 50kg. Avec cette quantité d'argile, ils ne produisent que quatre unités de « Fatana » de moyen modèle.

L'insuffisance des tôles et leur prix constituent un facteur limitant pour le développement de la production :

- interruption de stock,
- prix trop élevé, inaccessible à la bourse des artisans : Ar 2 000 à Ar 2 500 le mètre carré (1m²). Avec cette dimension, ils ne peuvent confectionner que trois ou quatre unités de « Fatana » « moyen modèle ». Le prix de ce matériau varie selon les lieux d'achat. Par exemple, à Anosizato, chez les brocanteurs, ils l'achète à Ar 2 500 au moins le m², tandis

qu'à Ambohimangakely, chez l'atelier d'ouvrage métallique du Père Pedro, Ar 2000 le m² ou même moins, suivant l'état de la tôle.

En évitant les frais de transport de ces matériaux, ils sont obligés de marcher à pied, aller et retour, pendant trois heures pour leur transport sauf au cas où il y a une quantité importante de tôle, ils vont payer Ar 2 000 par personne pour les aider à ce transport.

Outre la tôle, le prix du sac du ciment CPJ 35 ne cesse d'augmenter ces derniers temps, qui affichent un prix exorbitant de Ar 20 000 le sac de 50kg (prix du sac de ciment au mois de juillet 2006). On signale que le ciment est utilisé pour le recouvrement de la surface supérieure du « Fatana ».

Quant à la vente de leur produit, ces artisans se sentent exploités par leurs clients qui achètent leur produit à bon marché, mais en revanche, ces clients revendent l'unité à un prix double ou triple.

Le problème d'emprunt bancaire constitue, pour eux, une grande barrière pour le développement et le lancement de leur entreprise familiale. En effet, les banques primaires comme la « Banque Of Africa » (BOA), la « Banque Fampanandrosoana ny Varotra Société Générale » (BFV-SG) et la « Banque Nationale pour l'Industrie – Crédit Lyonnais » (BNI-CL) ne peut pas financer ce secteur artisanal car elles demandent, un apport ou une garantie comme terrain ou maison avant même l'opération de prêt.

En plus, le délai de remboursement du Capital emprunté est trop court pour eux (moins de cinq ans) avec un taux d'intérêt annuel trop élevé (16 à 20%). Ils ont aussi essayé de faire un emprunt auprès des autres institutions financières comme l'OTIV (Ombona Tahiry Ifampindramana Vola) mais ils n'ont pas la possibilité de remplir les conditions exigées par cette institution, par exemple, la somme à emprunter est fonction du Capital versé par un tiers. Ils ont déjà contacté des particuliers mais personne n'ose pas investir à ce secteur artisanal ; ce qui entraîne alors, des arrêts fréquents de leur production.

D. ETUDE COMPARATIVE ENTRE FABRICATION ARTISANALE DU « FATANA » ET CELLE DU CNRIT.

En comparant ces deux modes de fabrication, on constate qu'ils se ressemblent beaucoup dans divers domaines. Cette ressemblance n'est pas étonnante car presque tous ces artisans ont déjà appris les savoir-faire et les techniques de façonnage du « Fatana » auprès du CNRIT. Elle se situe surtout au niveau :

- des matières premières principales et leur lieu d'extraction : l'argile grise constitue la matière première principale utilisée dans la fabrication de ce « Foyer amélioré » ; on l'extrait dans les rizières environnantes d'Antananarivo,
- de la confection à la main du « Fatana » et ses différentes étapes.

Les étapes suivantes sont communes à ces deux modes de fabrication : malaxage de la pâte, confection du cylindre réfractaire, soudure et lissage de la surface extérieure et intérieure du « Fatana », séchage, cuisson, scellage, et finition.

Malgré ces points communs, il existe des différences notables sur les méthodes de fabrication de ces deux entités. Pour mettre en exergue facilement ces différences, il est préférable d'établir un Tableau XIII synoptique :

Tableau XIII : Résumé des différences entre les deux fabrications du « Fatana »

Critères liés à la confection et production	Fabrication artisanale	Fabrication selon le CNRIT
Matière première pour cylindre réfractaire	Argile grise- sol latéritique	Argile grise - Argile kaolinique - sable
Matière première pour scellage	Sable - sol latéritique – mottes de terre cuite	Sable- argile kaolinique
Broyage et tamisage de la matière première	Pas de broyage et tamisage	Broyage et tamisage du sable et argile kaolinique
Outils utilisés (pour le malaxage)	Pelle- bâton en bois- pied	Main- bâton métallique
Outils utilisés (pour le dosage)	Gobelet	- Balance et masses masquées - Tamis- mortier métallique
Outils utilisés (pour la confection)	- Plaquette en bois circulaire - couteau tranchant- bouteille en verre- toile lisse	Table- toile lisse- couteau- raclette en bois

Séchage	<ul style="list-style-type: none"> * Mode : exposition à la lumière solaire * Durée : 5 à 7 jours * Lieu : en plein air (cour) 	<ul style="list-style-type: none"> * Mode : exposition à l'air ambiant * Durée : 7 jours ou plus * Lieu : en salle
Cuisson	<ul style="list-style-type: none"> * Dans un four * Combustibles : herbes sèches et morceaux de charbon de bois *Durée : 1 à 2 jours * Lieu : en plein air 	<ul style="list-style-type: none"> * sur un four électrique (émanation de la chaleur perdue de ce four) * Combustibles : pas de combustibles * Durée : 10 à 20 minutes * Lieu : en salle
Confection de la carcasse métallique	Confectionnée au sein même de l'entreprise familiale	<ul style="list-style-type: none"> - Absence de confection de la carcasse métallique - Préparée et achetée chez les tôliers d'Andoharanofotsy
Scellage	* Etapes : cuisson avant scellage	* Etapes : scellage avant cuisson
Normalisation des produits	Pas de « norme » à respecter	Existence de « normes » à respecter strictement
Types de modèles	Moyen modèle sauf en cas de commande spéciale du client	<ul style="list-style-type: none"> - grand modèle - moyen modèle - petit modèle
Rétrécissement	Rétrécissement notable de l'épaisseur du Fatana (de l'ordre de 20%)	Rétrécissement marqué de l'épaisseur (10 à 14%)
Production	Période : toute l'année	Période : production en fonction de la commande
Clients	Revendeurs achetant plusieurs dizaine ou quelques centaines d'unités	Particuliers
Prix unitaire	Ar 2500 (moyen modèle)	<ul style="list-style-type: none"> - Ar 3000 (Petits modèles) - Ar 5000 (Moyen modèle) - Ar 8000 (Grands modèles)

QUATRIEME PARTIE :
IMPACTS SOCIO- ECONOMIQUES ET
ENVIRONNEMENTAUX ET INTERET
PEDAGOGIQUE

Vu, la hausse incessante des tarifs de la Jiro sy RAno MAlagasy (JIRAMA) sur l'énergie électrique consommée par foyer, vu le prix exorbitant des énergies fossiles, les habitants des ruraux et même urbains veulent utiliser « le Fatana mitsitsy » à charbon de bois qui correspond à leur niveau de vie très bas. Ce type de « Foyer » peut réduire la quantité notable de charbon de bois consommé si l'on compare aux autres types de « Foyer » à charbon. Il peut, donc, diminuer la dépense familiale et réaliser une économie assez sensible. La rareté du marché du travail dans notre pays pousse les ruraux de se pencher aux secteurs informels pour survivre. La fabrication de ce « Foyer amélioré » fait partie de ce secteur. En effet, ce métier ne cesse de développer, de jour en jour, surtout dans la banlieue d'Antananarivo.

Nous essayons, non seulement, de dégager les impacts positifs et négatifs dus à l'utilisation de ce « Foyer » et à la fabrication du charbon de bois sur le plan économique, social et environnemental, mais aussi, de proposer des solutions à ces impacts négatifs.

A- IMPACTS SOCIO-ECONOMIQUES

1 - Impacts positifs

a. Source de revenu

En prenant l'exemple de la famille RASAMOELINA d'Ankaraobato, ce métier s'avère bénéfique malgré les difficultés rencontrées, il est une source durable et non négligeable de revenu.

Selon l'enquête menée auprès de cette famille, composée de huit (08) personnes, elles peuvent sceller 6 à 8 « Fatana » par personne et par jour à condition qu'elles aient un fonds de démarrage suffisant pour satisfaire leur besoin en matériau comme la tôle, l'argile, le ciment, le sable... . Lorsque ces conditions sont remplies, la famille pourrait produire mensuellement 1200 à 1300 « Fatana » environ. Ainsi, à raison de Ar 2500 l'unité, elle pourrait avoir, au moins, Ar 2500 x 1200 soit Ar 3 000 000 par mois. Signalons que la durée de travail de confection est de 20 jours par mois, le reste, c'est-à-dire, 10 jours consacrés au transport des matériaux.

Selon cette enquête, cette famille produit, en réalité, 500 « Fatana » environ par mois. Le Tableau XIV résume la dépense moyenne pour l'achat des matériaux et leur frais de transport :

Tableau XIV : Dépense mensuelle moyenne pour l'achat des matériaux (Août 2006)

Matières premières	Nombre (sac, m ²)	Prix (par sac ou en Ar par m ²)	Total (Ar)
Argile grise	125	500	62 500
Sable	25	1 000	25 000
Ciment	3	20 000	60 000
Tôle	170	2 000	340 000
Total			487 000

Source : Enquêtes menées par l'auteur auprès des fabricants du « Fatana »

Selon toujours cette enquête, 1 sac de 50kg d'argile peut produire 4 « Fatana », alors pour ces 500 unités produites par mois, il faut qu'il y ait 125 sacs d'argiles environ. À raison d'Ar 500 le sac, la dépense en argile s'élève à Ar 62 500. Pour un sac de 50kg de sable, il effectue un scellage de 20 à 25 « Fatana », soit, au total, cette famille a besoin 25 sacs avec leur prix de Ar 25 000. La consommation moyenne en ciment s'avoisine à trois sacs de 50 kg par mois, soit Ar 60 000.

La dépense en tôle se situe au voisinage de Ar 340 000. Ainsi, pour fabriquer 500 unités, il faut qu'il y ait 170m², soit 3 unités de « Fatana » pour 1m² de tôle.

Le frais de transport de ces matériaux, surtout l'argile et celle de la tôle, est évalué à Ar 70 000 par mois. La somme totale de ces dépenses, qui est le prix de revient de ces 500 « Fatana » vaut Ar 557 500. Leur prix de vente sera Ar 1 250 000 soit Ar 2500 l'unités. En effet, la famille a un bénéfice net de Ar 692 500 par mois dont chaque membre devrait, mensuellement, empocher Ar 86 500 environ.

b. Diminution de dépenses familiales

En 2002, les résultats de l'enquête menée auprès des ménages, publiées par l'Institut National de la STATistique (INSTAT), en novembre 2003 [27], le bois de chauffage et le charbon de bois restent les principaux combustibles utilisés pour les « ménages » malgaches, même en milieu urbain. Ainsi, plus de ¾ soit 81% des ménages de la Capitale utilisent ce charbon de bois comme combustible, selon toujours cet Institut.

Selon l'enquête effectuée auprès des commerçants de charbon de bois, le prix du sac de ce combustible ne cesse d'augmenter. Le Tableau XV présente l'évolution du prix du sac du charbon de bois durant les dix dernières années :

Tableau XV ; Evolution de prix du sac de charbon de bois de 40 kg du 1996 au 2006

Année	Augmentation du prix (Ar)
1996	4 000
2000	5 000
2002	6 000
2004	8 000
2006	10 000

Source : Commerçants des charbons de bois d'Antananarivo et ses environs

On constate que le prix du sac de charbon augmente avec le temps (l'année). En 2006, ce prix s'accroît 2,5 fois plus qu'en 1996 soit une augmentation de 250% en l'espace de dix ans. Pour remédier à cette hausse, les ménages veulent utiliser le « Foyer amélioré », qui fait diminuer la quantité de charbon de bois consommé par rapport à celle des autres types de « Fatana », par exemple, le « Fatana métallique », à charbon de bois.

Selon les résultats obtenus à partir de quelques centaines de fiches d'enquêtes distribuées aux parents d'élèves de deux collèges privés, l'un se trouve dans la Capitale, l'autre dans les banlieues, les ménages malgaches utilisent le charbon de bois ou l'énergie électrique comme source d'énergie pour faire cuire le riz deux ou trois fois par jour, de la viande accompagnée des légumes ou de la brède, du poisson... ; ces gens disent qu'avec ce « Fatana métallique », la consommation mensuelle en charbon de bois s'avoisine les deux sacs, soit Ar 20 000 tandis qu'avec « le Fatana mitsitsy », elle est réduite à un (1) sac et un tiers (1/3). Le tiers s'achète à Ar 4000 (2006), soit une dépense de Ar 14 000 par mois, ce qui entraîne une réduction de 30 à 35%. Par conséquent, la famille peut, si elle emploie ce « Fatana », économiser au moins Ar 6 000 par mois ; c'est quand même une économie non négligeable pour une famille modeste.

Pour les ménages malgaches qui emploient le réchaud électrique, de puissance nominale 1000 watts pour leur cuisson, la durée moyenne de la cuisson journalière et son coût sont figurés, respectivement dans les Tableaux XVI et XVII :

Tableau XVI : Durée moyenne de la cuisson journalière

Repas à cuire	Riz	Repas autres que le riz	Durée totale de la cuisson
Durée moyenne des cuissons (mn)	90	Au déjeuner : 35	146
		Au dîner : 21	

Source : Enquêtes menées par l'auteur auprès des ménages urbains et suburbains d'Antananarivo

La cuisson du riz, trois fois par jour, dure en moyenne 90 minutes.

Pour le déjeuner, le ménage peut cuire, soit de la viande, du poisson, de la pomme de terre aux tomates, de la brède ou autres...qui dure respectivement en moyenne 50 minutes (min), 50minutes, 15minutes et 25 minutes soit de durée moyenne de 35 minutes.

Pour celui du dîner, 70% environ des foyers font frire des aliments comme la viande, l'œuf, la pomme de terre, la saucisse ou autres....la durée moyenne de la cuisson est respectivement 30 min, 15min, 20min soit en moyenne 21 minutes.

Au total, la cuisson journalière dure environ 146 minutes soit 2,40 heures environ avec un réchaud électrique de 1000W. L'énergie électrique consommée par foyer avoisine les 2,4 kilowatts heures (KWh). Cette énergie consommée mensuellement et celle de la dépense mensuelle du foyer correspondante sont figurées dans le Tableau XVII :

Tableau XVII : L'énergie électrique consommée par ménage et la dépense mensuelle correspondantes

Energie électrique consommée en une journée (kwh)	Energie consommée en 1 mois de 30j (Kwh)	Prix du kwh (Ar)	Dépense par tranche (Ar)	Dépense mensuelle (Ar)
2,4	72	0 à 25 kwh : Ar 126/kwh	3150	27 825
		25 et plus soit 47kwh : Ar 525/kwh	24 675	

Source : Jiro sy Rano Malagasy (JIRAMA) [25]

Le prix du kilowatts-heure (kwh) se divise en 2 tranches : la première de 0 à 25kwh coûte Ar 126 le kwh et la deuxième, de 25kwh et plus, de Ar 525 le kwh [25]. En somme, sans tenir compte la redevance (somme à verser mensuellement à la JIRAMA pour la location du compteur électrique), les divers taxes (taxes communales, taxes des valeurs ajoutées ou TVA...), la dépense mensuelle moyenne du ménage utilisant le réchaud électrique se tourne autour de Ar 27 800, soit à peu près, la double de la dépense en charbon de bois lorsque la famille choisit le « Fatana mitsitsy » comme ustensile de cuisine.

En outre, la longévité du « Fatana » donne un avantage très motivant car il peut durer 6 à 8 ans (selon le modèle du CNRIT).

En plus de ces avantages socio-économiques, il peut jouer le rôle d'un « thermos » qui peut garder ou conserver la chaleur de l'eau bouillante, trois ou quatre heures environ après sa cuisson.

c. Réduction du taux de chômage

Cet artisanat, même s'il appartient au secteur informel, participe entièrement au développement économique du pays. Surtout dans le milieu rural, il va réduire le taux de chômage chez les jeunes et augmente le pouvoir d'achat des paysans

2 - Impacts négatifs

On sait depuis longtemps que l'utilisation de charbons de bois pour la cuisson engendre un impact négatif sur la santé. Elle entraîne souvent, des maladies respiratoires telles que : les toux chroniques ... qui peuvent engendrer la diminution du rendement de travail et affaiblir l'économie nationale.

B. IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX

La coupe des arbres due à la fabrication de charbon de bois peut provoquer des déséquilibres sur le plan environnemental et des impacts négatifs sur notre biosphère s'il n'y a pas des mesures appropriées à prendre sur la gestion de notre forêt.

1 - Impacts positifs

Nous avons vu, que la quantité de charbon de bois consommée par ménage a été réduite lorsqu'on utilise le « Fatana mitsitsy ». Cette réduction est évaluée entre 30 à 35%. Ainsi, son utilisation entraîne sensiblement la diminution de 30 à 35% le taux du CO₂ libéré dans l'atmosphère.

2 - Impacts négatifs

D'après les données statistiques de la Direction de la Valorisation des Ressources Forestières du Ministère des Eaux et Forêts, publiés en 2005, la production de charbon de bois, en 2004, dans tout Madagascar, s'évalue à 245 909 tonnes [24] dont 153 665 tonnes, soit, 62% pour la province d'Antananarivo.

L'approvisionnement de la capitale en charbon de bois provient essentiellement des districts traversés par la Route Nationale N°02 vers Toamasina comme Manjakandriana et Moramanga. Les vastes étendues de terrain boisé de ces régions ont été détruites à cause de la fabrication et de l'utilisation du charbon de bois. Cette situation provoque de graves déséquilibres sur notre environnement, à savoir l'érosion due aux déboisements excessifs de la forêt, la diminution de la fertilité du sol, l'augmentation du taux de CO₂ émis dans l'atmosphère, le changement climatique entraînant la diminution du taux pluviométrique d'une région.

a. Erosion due aux déboisements

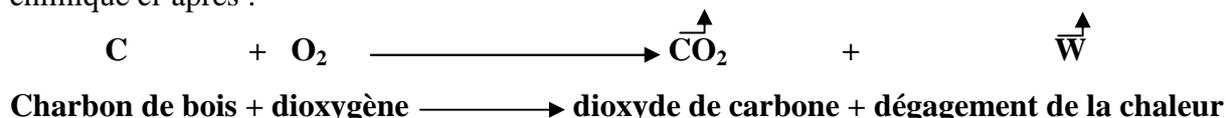
Le déboisement non contrôlé facilite l'érosion exercée par l'eau torrentielle sur le sol. Par conséquent, des sols arables et des sables sont déportés et déposés dans les vallées, envahissent les champs de cultures et surtout ensablent les rizières. Ces phénomènes réduisent la surface à cultiver et entraînent la baisse de la production alimentaire et peuvent susciter la famine qui menace la population rurale.

En sus, cette déforestation diminue aussi la quantité d'eau qui devrait s'infiltrer dans le sol. Ainsi, la plupart des eaux de pluies torrentielles se dirigent directement vers les cours d'eaux qui vont déborder de leur lit et inondent les plaines environnantes.

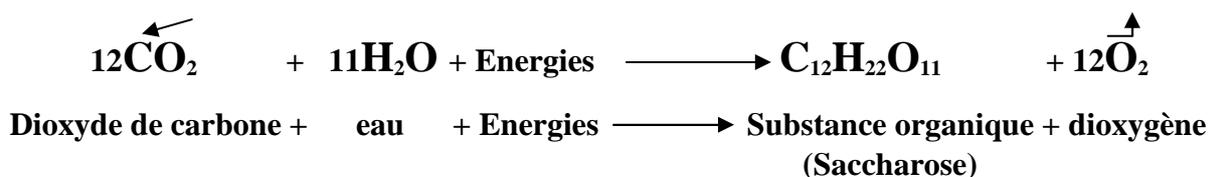
La déforestation perturbe aussi le cycle de l'eau, ainsi, elle réduit l'évapotranspiration des arbres restants, entraîne la diminution du taux pluviométrique et elle pourrait accélérer la progression de la désertification d'une région donnée, touchée par ce déboisement, et même au pays tout entier.

b. Augmentation du taux de gaz carbonique émis dans l'atmosphère

Les matières organiques contiennent du carbone à l'état organique sous forme de glucose, cellulose, amidon, alcool, houille, charbon de bois, pétrole ... La combustion de ces produits, que ce soit complète ou incomplète dégage, dans l'atmosphère, du dioxyde de carbone de formule chimique CO₂ et aussi un autre gaz toxique, le monoxyde de carbone de formule chimique CO. En effet, la combustion du charbon de bois durant la cuisson de notre repas quotidien dégage, dans l'atmosphère, du CO₂ et de la chaleur suivant la réaction chimique ci-après :



Les plantes vertes utilisent le CO₂ dégagé, par le phénomène de la photosynthèse, pour fabriquer leurs substances organiques. La réaction chimique correspondante à cette photosynthèse s'écrit :



Le CO₂, reste dans l'atmosphère s'il n'y a plus de plantes vertes qui peuvent l'absorber, à cause de la déforestation due à la fabrication de charbon de bois. Ainsi, l'utilisation de ce combustible fait augmenter le taux de CO₂ émis dans l'atmosphère. Ce gaz dit à « effet de serre » empêche la chaleur émise par notre globe terrestre de sortir hors de l'atmosphère. Par conséquent, la terre se réchauffe et entraîne, ainsi, des perturbations climatiques : augmentation de la température de la terre, fluctuation de la précipitation provoquant ainsi l'inondation ou la sécheresse.

Selon les statistiques de l'observatoire National, Madagascar a connu une hausse moyenne de température de 0,5°C durant les trente dernières années.[21]

Quant au monoxyde de carbone (CO) ; comme il est un gaz toxique, beaucoup de plantes ne le tolèrent pas et s'asphyxient. Cette situation va abaisser le rendement de la production agricole.

C. SOLUTIONS PROPOSEES

Vu les impacts négatifs dus à l'utilisation du charbon de bois, nous essayons de proposer quelques solutions qui permettent de réduire les conséquences néfastes à notre environnement et à notre économie.

1 - Pour l'environnement

Pour réduire les impacts négatifs relatifs à l'environnement et la dépense énergétique, les chercheurs malgaches ont découvert de nouveaux combustibles tels que « la brique ardente ». Elle est une source d'énergie calorifique pour l'usage domestique, fabriquée avec des matériels simples et faciles à trouver. Il existe plusieurs sortes de « briquettes ardentes » mais nous vous proposons le type, fabriqué à partir des petits morceaux ou poudres de charbon de bois, d'une quantité d'argile grise et de la fécule de manioc, utilisée comme « liant ».

La confection et l'utilisation de ce nouveau combustible se déroulent comme suit :

- dans une cuvette, on mélange, en quantité égale, de la poudre de charbon de bois et d'argile
- on trempe le mélange avec une pâte visqueuse de fécule de manioc bouillie
- on pétrit la pâte noire obtenue à la main, puis on va la modeler aux formes et grandeurs voulues.

Le plus souvent, la brique ardente est de forme ovale et pèse entre 40g et 70g selon ou sa grosseur.

- enfin, on va la sécher au soleil pendant deux jours avant son utilisation
- on met trois ou quatre briquettes au-dessus d'une petite poignée de charbon de bois déjà en braise dans un « Foyer amélioré ». Après la cuisson, il suffit de les sortir du « Foyer » et ils s'éteindront. On peut les réutiliser à la cuisson suivante. Pour éteindre les briquettes, il est déconseillé de les arroser avec de l'eau [22].

Des expériences effectuées par ces chercheurs montrent que si on utilise les briquettes ardentes, la consommation mensuelle en charbon de bois diminue de moitié par rapport à celle qui est consommée par le « Fatana mitsitsy », sans briquettes. Cette réduction entraîne, évidemment une réduction de 50% de la dépense familiale soit Ar 10 000 avec, respectivement, le « Fatana métallique » et le « Fatana mitsitsy » à base d'argile. De même, une baisse de moitié de la quantité de CO₂ émis dans l'atmosphère sera assurée.

En plus de ces deux avantages, on peut évoquer d'autres avantages tels que :

- la rapidité de la cuisson car, avec le charbon plus briquette, une cuisson de 1kg de riz dure 30 minutes mais avec le charbon sans briquette 40 à 50 minutes.
- Elle brûle deux fois plus longtemps que le charbon de bois, en plus elle ne salit pas les mains et elle peut-être réutilisable.

Par ailleurs, les conséquences du réchauffement global du globe terrestre dû à l'effet de l'augmentation de la quantité du CO₂ ou du chlorofluorocarbone (CFC) ou autres est actuellement le sujet de la négociation de la politique environnementale à l'échelle internationale. Comment peut sortir notre planète de cette catastrophe ? Que pourrons-nous faire face à ce fléau ? Telles les questions qui se posent aux dirigeants de chaque pays du globe. Ainsi chaque Etat devrait, donc, agir à sa façon et prend part activement à la lutte contre ce fléau. Il doit, adopter une politique nationale, efficace et pratique pour réduire, au moins, les conséquences de ce réchauffement de notre planète. L'une des solutions la plus simple, la plus sûre et efficace est le « reboisement ». On sollicite ainsi, la participation effective des Organismes Nationaux ou Internationaux pour l'investissement de cette politique de reboisement.

En effet, l'Etat doit faciliter l'obtention et l'accès des terrains domaniaux publics aux paysans pour qu'ils puissent planter des arbres dans des surfaces plus étendues possibles. Dans ce cas, l'Etat, par l'intermédiaire des Services des Eaux et Forêts, doit fournir les plantules et les distribuer gratuitement aux paysans selon leur commande. Ensuite, l'Etat, par le biais des Bailleurs de Fonds peut leur octroyer des aides financières au niveau des particuliers ou au niveau des associations qui veulent appliquer cette politique. En plus, il fournit des techniciens agricoles et forestiers pour les donner des conseils techniques et pour assurer le contrôle et le suivi des plantations.

Pour avoir des terrains boisés dans le meilleur délai (03 à 05 ans), on doit planter des arbres à croissance rapide et qui régénère et enrichit le sol. Par exemple, la plante appelée « mimosa » du nom scientifique « *Acacia dealbata* » dans la Famille de « Mimosacée » croit rapidement ; sa richesse en Azote (N) permet la terre à s'enrichir et à se régénérer.

Malgré l'absorption d'eau, assez importante, l'Eucalyptus est aussi un type d'arbre qui croît rapidement et qui se régénère plusieurs fois après l'avoir coupé et fournit aussi, comme « le mimosa », de charbon de bois ayant un pouvoir calorifique plus élevé que le charbon des autres espèces.

Pour motiver les communes, les Fokontany, les Associations et même les particuliers, à participer activement au reboisement, l'Etat doit adopter un système de prime. Ainsi, ceux qui possèdent des surfaces boisées supérieures à la surface « seuil » donnée et proposée par

l'Etat obtiennent une récompense, sous forme d'argent liquide, des matériels agricoles, d'une facilité à la construction d'une maison...

A chaque fois que les fabricants de charbon de bois ou les opérateurs économiques, exportateurs de bois pratiquent le déboisement sur une certaine étendue de terrains boisés, ils seraient obligés de planter des arbres à une surface double de ce qu'ils ont déboisé. Dans ce cas, la quantité de CO₂ rejeté par l'utilisation du charbon de bois sera réutilisée par les autres arbres cultivés, par photosynthèse. Le bilan global du rejet et de l'absorption du CO₂ est, alors équilibré lorsque ces conditions sont strictement suivies et appliquées.

2 - Pour les fabricants du « Fatana »

Le secteur informel peut devenir un « secteur formel » à condition que l'Etat facilite l'accès d'emprunt auprès des Institutions Financières. Cette politique s'avère réalisable si l'Etat veut réellement l'aider, grâce au micro- crédit financé par les Bailleurs de Fonds pour promouvoir ce secteur. Dans ce cas, l'emprunt se fait avec un taux d'intérêt plus faible et avec une durée d'emprunt plus étalée, conditions supportées par les paysans.

D. INTERET PEDAGOGIQUE

1 - Méthodes pédagogiques

La matière « Sciences Naturelles » est une science d'observation des phénomènes de la vie courante. L'enseignement de cette matière n'est qu'une accumulation de connaissances, il doit se préoccuper de l'homme et son entourage. Il vise, alors, à :

- inculquer le respect de la vie et de la nature,
- cultiver l'esprit d'analyse et de synthèse chez l'apprenant,
- développer chez l'élève l'esprit scientifique, les facultés d'observation, de raisonnement logique et le sens de responsabilité.

L'enseignant joue un rôle important dans la transmission du savoir et du savoir-faire pour que les élèves doivent être capables de (d') :

- utiliser convenablement la faculté d'interprétation d'analyse et de synthèse,
- développer le sens de créativité,
- utiliser ou appliquer les connaissances acquises en classe dans la vie quotidienne

Pour que ces objectifs soient atteints, les enseignants doivent appliquer des méthodes et des techniques appropriées plus actives. Pour transmettre les savoirs et surtout les savoir-faire, l'enseignant utilise à la fois la pédagogie déductive et inductive. La première est une méthode qui part de l'inconnu ou de l'abstrait vers le connu ou du cas général aboutissant à

un cas particulier. La deuxième est l'inverse, une démarche scientifique dont l'étude doit partir du connu, du concept, de l'environnement immédiat de l'apprenant vers le cas général. Et comme il s'agit d'une science d'observation, l'enseignant des « Sciences Naturelles » emprunte, le plus souvent, le deuxième type de pédagogie. Ainsi, le formateur ou éducateur doit appliquer les méthodes et techniques dites « participative » ou « active » ou « interrogative » pour arriver à ses fins. Dans ce cas, le rôle du maître est de diriger ou mener des discussions et susciter les explications sur les savoirs et savoir-faire. Ensuite, il pose des questions aux élèves sur les savoirs qu'il va transmettre.

L'apprenant a un libre choix de donner son opinion sur un fait observé et puis il peut répondre aux questions posées pour résoudre le problème existant. Cette méthode développe chez l'élève sa créativité, sa compétitivité, sa sociabilité et surtout son initiative. Elle suscite également sa curiosité, ainsi que sa motivation et le pousse à s'intéresser à la découverte du savoir ou du savoir-faire.

Ainsi, l'enseignant devrait organiser une sortie pour les élèves si le temps et le budget de fonctionnement de l'établissement lui permettent. Cette sortie est essentielle pour eux car ils peuvent observer directement un fait, l'interpréter et analyser les phénomènes liés à ce fait. Il est alors préférable de visiter un site de fabrication de « Fatana » le plus proche possible de leur établissement.

L'enseignant doit préparer en avance des tas de questions relatives aux matières premières utilisées et aux processus et étapes de confection du « Fatana ». c'est lui, l'animateur, le guide et les élèves observent, examinent et répondent aux questions posées. Elles devront être brèves, claires, précises et bien ordonnées. Elles s'appliquent, alors sur :

- la carrière dont on extrait l'argile,
- des caractéristiques et propriétés physico-chimiques,
- la localisation de l'argile et du sable à Madagascar,
- les outils utilisés pour l'extraction de l'argile,
- les processus de fabrication du « Fatana », à savoir, préparation de la pâte, façonnage, séchage et cuisson, fabrication de la carcasse métallique et séchage,
- les impacts négatifs et positifs provoqués par l'utilisation du « Fatana » sur le plan socio-économique et environnemental.

Afin de faciliter l'application de la méthode choisie, nous proposons une fiche pédagogique pour la classe Terminale C concernant la géologie appliquée.

2 - Fiches pédagogiques

Fiche N°1

Classe : Terminale C pour les élèves d'Antananarivo

Titre : L'ARGILE

Durée : 03 heures (matinée)

Site à visiter : Carrière d'argile sise à Ankadinandriana Ankarabato

Objectif généraux : L'élève doit être capable de :

- De reconnaître l'argile sur terrain
- Déterminer les différents horizons pédologiques d'une carrière d'argile
- Dégager les traits caractéristiques de l'argile
- Déterminer les propriétés physico- chimiques de l'argile

Matériels :

- Produits chimiques : acide chlorhydrique, soude
- Matériels de laboratoire : pipette, burette de Mohr...
- Carte géologique de Madagascar

Prérequis : Les roches sédimentaires et leur origine

Objectifs spécifiques	Étapes	Observations
L'élève doit être capable de (d') : * Rappeler les origines des roches sédimentaires * déterminer les différents horizons pédologiques : - Couleur - structure - leur limite - composition de l'ensemble *Dégager les traits caractéristiques du profil pédologique	* Rappel : origine des roches sédimentaires : - altération des minéraux des roches préexistantes - érosion, transport et sédimentation * diagenèse * Caractéristique : aspects, couleurs, structures, dureté, plasticité et perméabilité	- Observation directe de la carrière d'argile - Poser des questions variées et bien orientées jusqu'à ce que les élèves trouvent la réponse exacte. - Questionnement guidé sur les composantes de ces horizons pédologiques - Poser des questions bien hiérarchisées sur l'aspect, la couleur, la dureté, la plasticité...

<p>*Réaliser des expériences sur les propriétés physico-chimiques de l'argile en tirant des conclusions</p>	<p>-Propriétés physico-chimiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Action de la chaleur * Action des acides et des bases 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionnement sur l'action de la chaleur à partir de l'observation d'une brique cuite et d'une brique non cuite (à l'état humide). - Réalisation des expériences par les élèves - Questionnement sur les réactions chimiques observées (s'il y a lieu) - Les élèves vont tirer des conclusions sur l'action des acides et des bases
<p>- Localiser les gisements d'argiles à Madagascar</p>	<p>- Gisements d'argiles à Madagascar</p>	<ul style="list-style-type: none"> - A partir d'une carte géologique, on pose des questions sur les localisations des argiles à Madagascar
<p>- Résumer les grandes étapes sur l'étude de l'argile</p>	<p>- Résumé de la séance</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Guider les élèves à partir des questions bien choisies

Fiche N°2**Classe :** Terminale C**Titre :** Fabrication artisanale du « Fatana mitsitsy »**Durée :** 03 heures (après midi)**Site à visiter :** une site de fabrication de « Fatana mitsitsy »sis à Ankaraoabato**Objectif généraux :** L'élève doit être capable de :

- se rendre compte de l'utilité des applications de leur leçon dans la vie courante : fabrication de « Fatana », des briques ou autres...
- dégager les conséquences positives et négatives sur l'utilisation du « Fatana mitsitsy »

Matériels :

Matériels et matériaux de fabrication du Fatana : angady, pelle, eau, argile grise, sol latéritique, couteau, marteau, riandriana, bouteille en verre...

Objectifs spécifiques	Étapes	Observations
* Énoncer les matières premières utilisées pour la fabrication du « Fatana ».	- Visite d'un lieu de fabrication du « Fatana » - Matières premières composantes du « Fatana »	- Observation directe des matières premières - Questionnement sur ces matières premières entrant dans la confection du « Fatana »
* Reconnaître les matériels utilisés	- Description des matériels et leur utilisation respective : angady, pelle, brouette, riandriana, ciseau, marteau, couteau,...	- Laisser les élèves observer - Poser des questions aux fabricants sur l'appellation et l'utilisation de ces matériels
* Déterminer les étapes de la fabrication du « Fatana »	- Étapes de confection du « Fatana » : * Dosage de la pâte * Malaxage de la pâte	- Laisser les élèves observer les processus de fabrication du « Fatana »

<p>* Dégager les avantages et inconvénients de l'utilisation du « Fatana » à charbon de bois</p> <p>* Proposer des solutions sur les inconvénients de l'utilisation du « Fatana » à charbon de bois</p> <p>* Résumer la séance</p>	<p>* Confection proprement dite :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Confection de la base et du corps du cylindre réfractaire - Séchage : durée - cuisson : durée - scellage - décoration <p>- Avantages :</p> <ul style="list-style-type: none"> * réduction de la consommation du charbon de bois (dépenses énergétique) * réduction de la dépense familiale <p>- Inconvénients :</p> <ul style="list-style-type: none"> * Production de CO₂ * Saleté * Maladies * déboisement <p>- Solutions proposées aux inconvénients à l'utilisation du charbon de bois :</p> <p>REBOISEMENT</p> <p>- Résumé</p>	<ul style="list-style-type: none"> - On laisse les élèves poser des questions aux fabricants sur chaque étape de confection <p>- Questionnement sur les avantages et inconvénients. (des informations complémentaires peuvent être données par l'enseignant)</p> <p>- Questionnement sur les inconvénients de l'utilisation du « Fatana » à charbon de bois</p> <p>Poser de questions aux élèves</p>
--	---	---

CONCLUSION

Vu les prix exorbitants des combustibles fossiles, tant à l'échelle nationale qu'internationale, vu le niveau de vie très bas de la plupart des ménages malgaches : 70% d'entre eux vivent en dessous du seuil de la pauvreté. Ces foyers sont obligés d'utiliser le bois de chauffe ou le charbon de bois comme combustibles. On sait actuellement que ce type de combustibles commence à s'épuiser et devient rare à cause de la déforestation sauvage et irrationnelle.

Ainsi, dans le but de réduire les conséquences néfastes dues aux déboisements, les chercheurs malgaches ont pris l'initiative de fabriquer un type de « Fatana » dit « Foyer amélioré » ou « Fatana mitsitsy ». Ce « Foyer » est fabriqué à partir des matières premières trouvées facilement sur place et bon marché comme les argiles et le sable.

Dans ce mémoire, nous avons essayé de dégager les traits caractéristiques et les propriétés de ces matières premières, ainsi que leur utilisation dans la fabrication de ce « Fatana mitsitsy ».

Ce travail nous a donné des informations relatives aux différentes étapes de fabrication du « Foyer », que ce soit artisanale ou selon les recherches du Centre National de Recherches Industrielle et Technologique, telles que la préparation de la pâte, la confection proprement dite, le séchage, la cuisson, le scellage et la finition.

En sus, ce mémoire a aussi soulevé les difficultés et les problèmes rencontrés par les artisans tels que les problèmes financiers, matériels, l'écoulement des produits finis. Nous essayons, de ce fait de proposer quelques solutions pour aplanir ces difficultés pour que ce type d'artisanat devienne « formel », source des impôts pour l'Etat et par conséquent un moteur pour le développement durable du pays.

L'utilisation du « Fatana mitsitsy » à charbon de bois engendre des impacts positifs sur le plan socio-économique mais aussi négatifs sur le plan environnemental. Ainsi, les utilisateurs devraient bénéficier des avantages financiers non négligeables. Cet artisanat constitue aussi une source de revenu pour les fabricants, d'abord, mais aussi pour l'Etat, car il devrait devenir une petite entreprise « formelle ». Il fait abaisser le taux de chômage au niveau des jeunes paysans. La diminution de la quantité en charbon de bois consommé, par foyer, fait diminuer la dépense familiale, entraîne l'abaissement du taux du gaz carbonique libéré dans l'atmosphère.

Par contre, la combustion du charbon de bois dégage des gaz nocifs et polluants tels que le monoxyde de carbone qui asphyxie les êtres vivants, le dioxyde de carbone qui est responsable de l' « effet de serre » entraînant le réchauffement globale de notre planète.

On peut encore réduire les impacts dus à l'utilisation de charbon de bois par :

- l'utilisation de la « brique ardente », un combustible à base d'argile, d'un mélange de poudre de charbon de bois et de poudre de manioc,
- l'adoption d'une politique générale de reboisement dans tout le Territoire National pour substituer les arbres coupés à la suite de leur abattage. On sollicite, ainsi, la participation effective des « Organisations Non Gouvernementales », (ONG), des Collectivités Décentralisées, des Sociétés civiles, des gens ayant de bonne volonté sur le reboisement pour que notre pays deviendra, un jour, une île verte comme elle l'était autrefois.

Pour substituer les énergies fossiles et le charbon de bois, qui coûtent très chers et polluants, le Gouvernement devrait promouvoir la filière « énergie renouvelable », bon marché, non polluant et peut-être à la portée de tous : l'énergie éolienne, solaire et surtout les biodiesels et bio- énergies extraits à partir des plantes cultivées chez-nous : jatropha, manioc, canne à sucre...

Notre mémoire est loin d'être parfait. Quoi qu'il en soit, nous essayons d'apporter notre humble contribution au développement socio-économique, à l'amélioration de l'environnement de notre pays et à l'illustration des cours de la géologie appliquée de la Terminale C.

Ils pourraient aussi constituer une source de documentation et d'information pour les enseignants et les étudiants.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ANDRIANAVALONA L.N., 2003
Fabrication artisanale et industrielle des briques en argile et en béton
Mémoire de CAPEN, Filière Sciences Naturelles, ENS Antananarivo; 53 p.
- [2] BESAIRIE H., 1966
Gîtes Minéraux de Madagascar
Imprimerie Nationale, Tananarive ; 437 p.
- [3] CAILLERE S. RAUTIREAU M., HENRI S., 1989
Les Argiles
Edition Septim, Paris ; 117 p.
- [4] GUY L., 1971
Précis général des nuisances : nuisances dues aux activités industrielles, GUY LE PRAT, Paris ; 363 p.
- [5] HERVIEU J., 1961
Profile type de sols – Malgache, Imprimerie Nationale, Tananarive ; 183 p.
- [6] JOUENNE C.A., 1960
Céramique générale Notion de physico-chimie –Tome I
Gauthier- Villars, Paris ; 388 p.
- [7] JOUENNE C.A., 1960
Céramique générale Notion de physico-chimie –Tome II
Gauthier – Villars, Paris ; 408 p.
- [8] JOURDAIN A., 1966
Technologie des produits céramiques réfractaires
Gauthier – Villars ; Paris, 590 p.

- [9] LOCATELLI B., 1966
Forêts tropicales et cycle de Carbone
Montpellier : CIRAD ; 91 p.
- [10] MARTIN J., 1988
Santé et pollution de l'air
Lausanne : presse polytechniques ROMANDES ; 250 p.
- [11] MICHEL A., BENARD J., 1989
Métallurgie générale, Masson, Paris ; 651 p.
- [12] MORET L., 1967
Précis de géologie
120, Boulevard Saint Germain, Paris VI ; 253 p.
- [13] PULCHERIE O.R., 2002
Exportation et Importation de produits céramiques à Madagascar de 1990-2000
Rapport de Recherche individuel pour le Diplôme de Technicien supérieur de
Planification, IMaTEP, Antananarivo ; 73 p.
- [14] RABIBISOA D.H.M., 1986
Etude de quelques pâtes céramiques et glaçures préparées à partir des matières
premières de Madagascar.
Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies, Etablissement d'Enseignement
Supérieur Polytechnique, Antananarivo ; 101 p.
- [15] RAKOTONDRATSIMBA H.M., 2004
Exploitation des matériaux de carrière pour la construction de bâtiments
Mémoire de CAPEN Filière Sciences Naturelles, ENS Antananarivo ; 66 p.
- [16] RAMANAMPAMONJY S. Helivahy., 2003
Fabrication artisanale des tuiles en argile et fabrication industrielle des tuiles en
fibrociment
Mémoire de CAPEN, Filière Sciences Naturelles, ENS Antananarivo ; 62 p.

[17] RHODES D., 1976

Terre et glaces, Dessain Tolra, USA ; 229 p.

[18] RUELLAN U. ; DOSSO M., 1993

Regard sur le sol

Les éditions Foucher, Paris ; 192 p.

[19] SAISON A., MALLEUS P., SEYFRIED B., 1979

Sciences Physiques, Fernand Nathan, Paris ; 142 p.

[20] Site web : www.vintsy.mg

[21] WWF, Avril 1991, VINTSY, Magazine Trimestriel Malgache d'Orientation Ecologique N° 34-35, Le changement climatique, WWF- Newprint, Antananarivo ; 54 p.

[22] WWF, Juillet 2006, VINTSY, Magazine bimestriel Malgache d'Orientation Ecologique N° 51, L'ENERGIE, WWF- Newprint, Antananarivo, 48 p.

OUVRAGES PARTICULIERS

[23] CENAM, MADAGASCAR, 2003

Sokajy tanimanga seramika : haitao tsotsotra

Projet PNUD/BIT/MAG/76/003. Développement de l'artisanat, Antananarivo ; 53 p.

[24] DIRECTION DE LA VALORISATION DES RESSOURCES FORESTIERES, 2005

Données Statistiques de la production de charbon de bois dans les six provinces de Madagascar, 2002-2004, INSTAT, Antananarivo; 04 p.

[25] JIRAMA, Facture d'un particulier, mois d'août 2006

[26] FOIBEN-TAON-TSARITANIN'I MADAGASIKARA (FTM), 1980

Carte touristique et topographique d'Antananarivo e = 1/100 000

- [27] INSTITUT NATIONAL DE LA STATISTIQUE (INSTAT), novembre 2003
Enquête auprès des ménages 2002, Direction des Statistiques des Ménages,
Antananarivo, 187 p.
- [28] JOURNAL « TARATRA », 2006
N° 779 du 11 septembre 2006
- [29] NATIONS-UNIES-COMMISSION ECONOMIQUE POUR L'EUROPE, 1991
Stratégie et politique visant à réduire la pollution atmosphérique, ONU, New York ;
101 p.
- [30] BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES (BRGM), 1984
Plan directeur pour la mise en valeur des ressources du sol et du sous-sol de Madagascar,
Ministère de l'Industrie, de l'Energie et des Mines (MIEM), Antananarivo ; 417 p.

OUVRAGES USUELS

- [31] FOUCAULT A, RAOULT J.F., 1980
Dictionnaire de Géologie
Larousse, 17, Rue de Montparnasse , Paris Cedex 06
- [32] GRAND LAROUSSE UNIVERSEL, 1984
Tome 5-Paris
- [33] LACROIX U., 1961
Dictionnaire des mots et des idées
Fernand Nathan , 18, Rue Monsieur Le - Prince, Paris VI
- [34] PLURI-DICTIONNAIRE Larousse, 1977
Dictionnaire encyclopédique de l'enseignement
17, Rue de Montparnasse, et boulevard Raspail, 114, Paris VI

GLOSSAIRE

Brique ardente	: Combustible à base d'argile, de poudre de charbon de bois et de manioc (fécule de manioc)
Céramique	: Art de fabriquer des poteries
Combustion	: Action de brûler un corps dans l'air ou dans le dioxygène
Déforestation	: Abattage irrationnel des arbres d'une surface boisée
Dosage	: proportion d'un ou de plusieurs substances entrant dans la composition d'un certain mélange
Echelle de Mohs	: Echelle découverte par Mohs pour déterminer la dureté des minéraux
Enfournement	: Action de mettre dans le four
Erosion	: Enlèvement du sol sous l'action de divers facteurs : eau, vent...
Façonnage	: Action de travailler un matériau pour lui donner une forme particulière
Feldspath	: Minéral, de couleur claire, fréquent dans les roches éruptives et métamorphiques, appartenant au système monoclinique ou triclinique
Fossile	: reste ou empreinte d'êtres vivants vécus autrefois et conservés, partiellement ou intégralement dans des roches sédimentaires
Horizon	: couche du sol de nature différente
Malaxage	: action de pétrir une substance pour la rendre plus mole ou pour la mêler à une autre substance
Micas	: Minéral brillant, disposé en feuillets très minces, clivage facile, abondant dans les roches éruptives et métamorphiques
Octaèdre	: polyèdre à huit faces
Phyllite	: minéral appartenant au groupe des phyllosilicates
Phyllosilicate	: silicate dont les tétraèdres sont disposés en feuillets
Plasticité	: propriété d'un corps qui peut recevoir différentes formes
Prototype	: modèle original d'un appareil, d'un matériel, destiné à être reproduit en série
Réfractaire	: propriété d'un corps qui résiste à de très haute température

Retrait	: diminution de volume subie par un corps, qui est due au départ de son eau de constitution.
Revenu	: Somme annuelle perçue par une personne ou par une collectivité par sa rémunération de son activité
Scellage	: Action de fixer une pièce dans une autre pièce, à l'aide d'un liant qui s'y durcit
Serre	: Local clos et vitré destiné à abriter certains corps pour leur fournir de la chaleur
Effet de serre	: Phénomène par lequel une ambiance par une paroi transparente à la lumière solaire s'échauffe par suite de l'opacité de cette paroi au rayon infrarouge. Les radiations de courte longueur d'onde émises par le soleil ne sont pas absorbées par les gaz de l'atmosphère. Elles atteignent le sol dont elles élèvent la température. En somme, l'atmosphère se comporte comme les parois vitrées d'une serre.
Silicate	: Minéral caractérisé par le motif élémentaire tétraédrique $[\text{SiO}_4]^{4-}$ dont un cation Si^{4+} au centre et des anions O^{2-} aux quatre sommets.
Tétraèdre	: polyèdre à quatre faces

ANNEXE I

FANADIHADIANA MOMBA NY FANAMBOARANA « FATANA » (FICHE D'ENQUETE SUR LA FABRICATION ARTISANALE DU « FATANA »)

A- Fanontaniana mikasika ireo mpanamboatra « Fatana » :

(Information sur les fabricants du « Fatana ») :

- Anarana sy Fanampiny ? (Nom et prénoms) ?
- Taona ?(Age) ?

Lahy ? (Masculin) ? Vavy ? (Féminin) ?

- Fari-pahalalana (Niveau d'instruction) : * Lehibe ? (adultes) ?
* Ankizy ? (enfants) ?
- Isan'ny taona nanaovana io asa io ? (Nombre d'année d'exercice de ce genre de métier) ?
- Toerana nianarana na niofanana talohan'ny nanaovana io asa io ? (Lieu d'apprentissage ou de formation suivi(e) par ces fabricants avant la fabrication du « Fatana ») ?. Faharetany ? (Durée)?:
- Karazan'orinasa ? (types d'entreprises) :
 - Orinasa manara-penitra (Entreprise formelle) : * Kaoperativa (Coopérative) ?
* (Orinasa madinika ?, salantsalany ?(Petites et moyennes entreprises) (PME) ?
* Indostria madinika sa salantsalany ? (Petites et moyennes industries) (PMI) ?
 - Orinasa tsy manara-penitra(Entreprise informelle) : * Orinasam-pianankaviana ? (Association familiale) ?
* Orinasan'olontokana ? (Individuelle) ?

B – Akora ampiasaina (Matières premières) :

- * Karazany (Types) ?
- * Toerana itrandrahana ireo akora ireo ? (Carrières et extraction) ?
- * Karazam-pitanterana ampiasaina ? (Moyens de transports) ?

- Fangaro ? (Dosage) :
 - *Fangaro ilaina amin'ny « Fatana » tanimanga ? (Pâte pour cylindre réfractaire) ?
 - * Fangaro ilaina amin'ny « fanesehana » ?Pâte pour scellage ?
- Dingana arahana amin'ny fanamboarana ny « Fatana » ? (Processus de fabrication) ? :
 - * Vatan'ny « Fatana » ? (Cylindre réfractaire) ?
 - * Vifotsy fonony ? (Carcasse métallique) ?

C – Fitaovana (Outils)

Fitaovana ampiasaina : (Matériels utilisés pour la confection du « Fatana ») :

- Eo amin'ny fitrandrahana ny akora ? (pour l'extraction des matières premières) ?
- Eo amin'ny fikarakarana ny rihitra ? (pour la préparation de la pâte) ?
- Eo amin'ny fanamborana ny vatan'ny « Fatana » ? (pour la confection du cylindre réfractaire) ?
- Eo amin'ny fanesehana sy fanamboarana ny vifotsy fonon'ny « Fatana » ? (pour le scellage et confection de la carcasse métallique) ?

D – Fandroana (Cuisson)

- Fikarakarana ny lafaoro ? (Préparation du four) :
 - * Habeny ? (Dimension) ?
 - * Isan'ny « Fatana » isaky ny lafaoro ? (Nombre du « Fatana » par four) ?
- Karazan'angovo ampiasaina ? (Combustibles utilisés) ?
- Faharetana ? (Durée) ?

E – Fanamboarana ny vifotsy fonony (Confection de la carcasse métallique)

- Haben'ny vifotsy ? (Dimension de la tôle) ?
- Dingan'ny fanamboarana vifotsy fonony ? (Divers processus de fabrication) ?

F – Mpiasa (Main d'œuvre)

- Isan'ny mpiasa ? (Nombre d'ouvriers) ? :
 - * Eo amin'ny fitrandrahana ny akora ? (pour l'extraction des matières premières) ?

- * Eo amin'ny fitaterana ? (pour le transport) ? (Tanimanga (argile), Simenitra (ciment), Tany mena sy vifotsy (sol latéritique et tôle)
- * Eo amin'ny fikarakarana ny rihitra ? (pour la préparation de la pâte) ?
- * Eo amin'ny fandroana ? (pour la cuisson) ?
- Faharetan'ny asa isan'andro ? (Nombre d'heures de travail par jour) ?
- Faharetan'ny asa isankerinandro (andro)? (Nombre de jours de travail par semaine) ?

G – Mpamantsy akora amin'ny : (Fournisseurs des matières premières en) :

- Vifotsy ? (Tôle) ?
- Tany mena ? (Sol latéritique) ?
- Tany manga ? (Argile) ?
- Simenitra ? (Ciment) ?

H – Famokarana sy fivarotana ny vokatra (Production et vente de produits finis – clients)

- Misy fotoanany sa mandavan- taona ? (Production toute l'année ou saisonnière) ?
- Isan'ny « Fatana » vokatana isam-bolana ? (Nombre d'unités de « Fatana » produit par mois) ?
- Vidin'ny « Fatana » iray ? (Prix d'une unité de « Fatana ») ?
- Ireo karazana mpanjifa ny « Fatana » ? (Types de clients) ?
- Isan'ny « Fatana » vidian'ny mpanjifa ? (Volume de commandes) ?

I – Habetsahan'ny akora sy ny masonkarenany isam-bolana ? (Quantité et prix de revient de matières premières par mois) ?

- Haben'ny vifotsy ilaina isam-bolana ? (quantité (m²) de tôle par mois) ? – Vidiny isaky ny m² ? (Prix par m²) ?
- Haben'ny tanimanga lany isam-bolana ? (quantité d'argile (sac) par mois) ? – Vidiny isaky ny kitapo ? (Prix par sac) ?
- Habetsahan'ny simenitra sy fasika ilaina isam-bolana ? (quantité de ciment et sable par mois) ? – Vidiny isaky ny kitapo ? (Prix par sac) ?
- Saran'ny fitanterana ireo akora ireo ? (frais de transport de ces matériaux) ?

ANNEXE II

**FANADIHADIANA NATAO TAMIN'IREO TOKANTRANO ETO
ANDRENIVOHIRA SY NY MANODIDINA AZY
(FICHE D'ENQUETE DISTRIBUEE AUPRES DES FOYERS URBAINS ET
SUBURBAINS D'ANTANANARIVO)**

A – Fanontaniana mikasika ny fiainan'ny tokantrano ? (Information sur la situation sociale des foyers)

- Anarana sy fanampiny ? (Nom et prénoms) ?

Lahy ? (Masculin) ? Vavy ? (Féminin) ?

- Asa ? (Fonction) ?
- Fonenana ?(Adresse) ?
- Isan'ny olona ao amin'ny ankohonana ? (Nombre des membres de la famille) ?

**B – Fanontaniana mikasika ny sakafo andrahoina isan-tokantrano isan'andro ?
(Informations sur les repas à cuire par jour et par foyer) ?**

- Mahandro vary ve ianareo ? (vous faites cuire du riz) ? Impiry isan'andro ? (combien de fois par jour) ?
- Mahandro zavatra hafa koa ve ? (vous faites cuire autres choses) ? :
 - * Amin'ny sakafo maraina ? (au petit déjeuner) ? Karazany (lesquelles) ?
 - * Amin'ny sakafo atoandro ? (au déjeuner) ? Karazany (lesquelles) ?
 - * Amin'ny sakafo hariva ? (au dîner) ? Karazany (lesquelles) ?

C – Fanontaniana mikasika ny karazam-patana ampiasain'ny tokatrano (Informations sur les types d'ustensile de cuisine utilisée par le foyer)

- Fatam-pera ? (« Fatana » métallique) ? - Fatana mandeha amin'ny etona ? (Réchaud à gaz) ?
- « Fatana mitsitsy » ? « Foyer amélioré » ? - Ankoatr'ireo ? (Autres) ?
- Fatana mandeha amin'ny herin'aratra ? (Réchaud électrique) ?

D – Fanontaniana momba ny karazan’angovo ampiasaina (Informations sur les types de combustibles utilisés)

- Kitay tsiponina ? (Bois de chauffes ramassées) ?
- Kitay vidiana ? (Bois de chauffes achetées) ?
- Arina ? (Charbon de bois) ?
- Herin’aratra ? (Energies électriques) ?
- Raha kitay vidiana no ampiasaina : (Si vous utilisez le bois de chauffe acheté) :
 - *Vidiana atsinjarany sa ambongadiny ? (Vous l’achetez : en détail ou en gros) ?
 - * Ohatrinona ny fandanianareo ? : (Quelle est votre dépense) :
 - Isan’andro ? (Par jour)?
 - Isankerinandro ? (Par semaine) ?
 - Isam-bolana ? (Par mois) ?
- Raha arina no ampiasaina : (Si vous utilisez le charbon de bois) :
 - * Vidiana antsinjarany sa amin’ny kitapo ? (vous l’achetez : en détail ou en sac) ?

1- Raha fata-pera no ampiasaina : (Avec le « Fatana » métallique) :

* manao ahoana ny haben’ny arina laninao : (quelle quantité de charbon de bois avez-vous consommé)? :

- Isan’andro ? (Par jour)?
 - Isankerinandro ? (Par semaine) ?
 - Isam-bolana ? (Par mois) ?
- * Ohatrinona ny fandanianareo ? : (Quelle est votre dépense) :
- Isan’andro ? (Par jour)?
 - Isankerinandro ? (Par semaine) ?
 - Isam-bolana ? (Par mois) ?
- * Faharetan’ny nahandro ? (Durée de cuisson) ? :
- Vary ? (riz) ?
 - Hena ? (viande) ?
 - Trondro ? (poisson) ?- Atody ? (œuf) ?
 - Saosisy ? (saucisse) ?- Ankoatr’ireo ? (autres ...)?

* Faharetan'ny « Fata-pera » (taona) ? (Longévitité du « Fatana métallique ») (année) ?

2- Raha « Fatana mitsitsy » : (Avec le « Fatana mitsitsy ») :

* Haben'ny arina laninao ? : (Quelle quantité de charbon de bois avez-vous consommé) ? :

- Isan'andro ? (Par jour)?
- Isankerinandro ? (Par semaine) ?
- Isam-bolana ? (Par mois) ?

* Ohatrinona ny fandanianareo ? : (Quelle est votre dépense) :

- Isan'andro ? (Par jour)?
- Isankerinandro ? (Par semaine) ?
- Isam-bolana ? (Par mois) ?

* Faharetan'ny nahandro ? (Durée de cuisson) ? :

- Vary ? (riz) ?
- Hena ? (viande) ?
- Trondro ? (poisson) ?- Atody ? (œuf) ?
- Saosisy ? (saucisse) ?- Ankoatr'ireo ? (autres ...)?

* Faharetan'ny « Fatana mitsitsy »(taona) ?(Longévitité du « Fatana mitsitsy »)(année) ?

- Raha « Fatana » mandeha herin'aratra no ampiasaina : (Si vous utilisez le réchaud électrique) :

* Faharetan'ny nahandro ? (Durée de cuisson) ? :

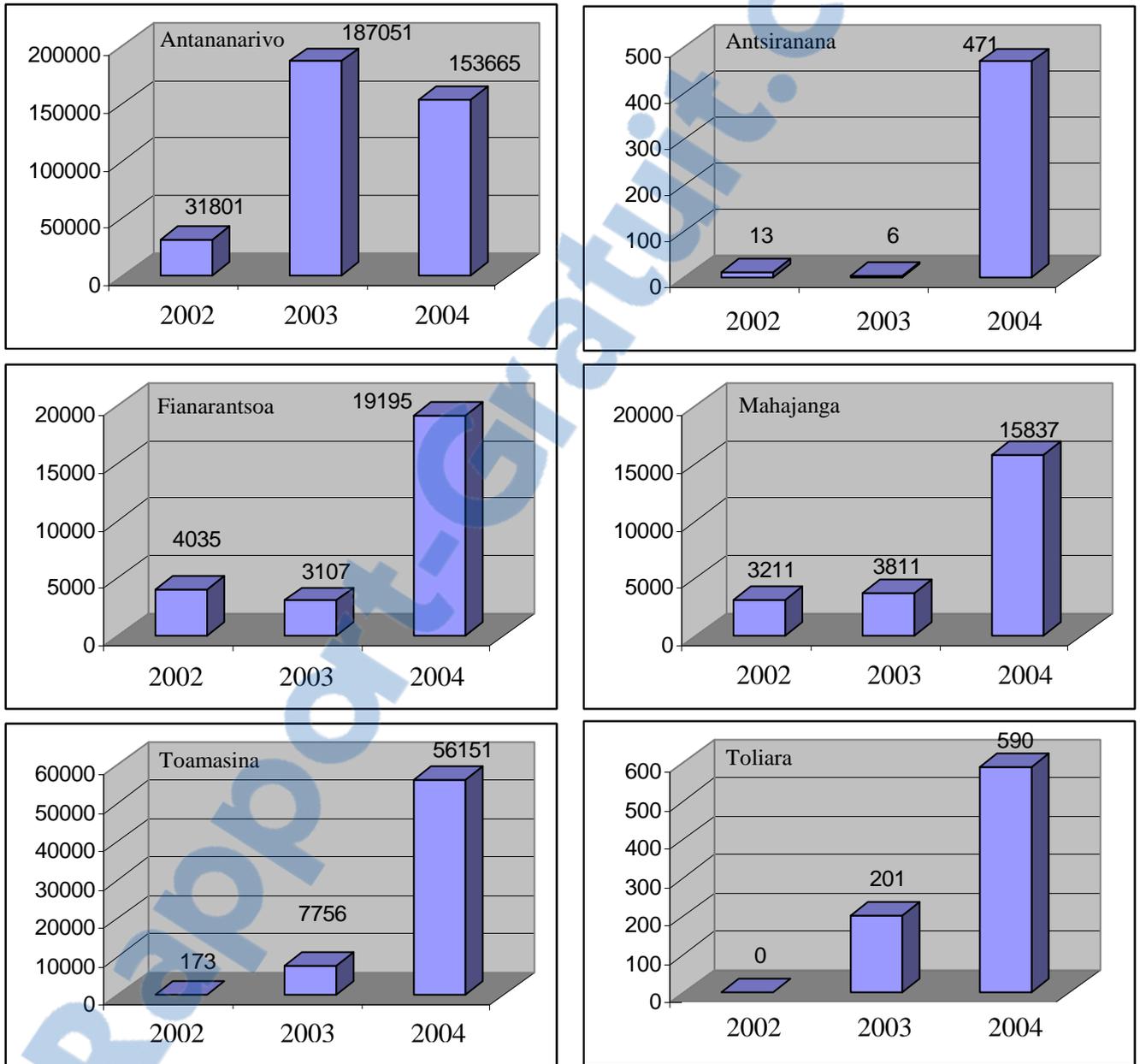
- Vary ? (riz) ?
- Hena ? (viande) ?
- Trondro ? (poisson) ?- Atody ? (œuf) ?
- Saosisy ? (saucisse) ?- Ankoatr'ireo ? (autres ...)?

E – Fanontaniana fanampiny ? (Informations supplémentaires)

- Vidin'ny kitapon'arina eo amin'ny tananareo ? (2006) (Prix de sac de charbon dans votre quartier) ? (2006)
- Afaka manome ny vidin'ny kitapon'arina iray ve ianareo tato anatin'ny folo taona (1996-2006) ? (Pouvez vous donner le prix de sac du charbon durant les dix dernières années) (1996-2006) ?
- Vidin'ny herin'aratra 1 kwh (2006) ? (Prix de un Kwh de l'énergie électrique ? 2006)
- Vidin'ny kitay lany isan'andro ? (Prix du bois de chauffe pour une journée) ?
- Nahoana no io karazan'angovo io no ampiasainao fa tsy hafa ? (Pourquoi vous utilisez ce type de combustible au lieu d'un autre) ?
- Azonareo lazaina etoana ve ny lafy tsara sy lafy ratsin'ny fampiasana “Fatana mitsitsy” raha oharina amin'ny « Fatana » hafa ?(Pouvez vous dégager : les avantages obtenus et les inconvénients sur l'utilisation du « Fatana mitsitsy » par rapport aux autres « Fatana ») ?

ANNEXE III

PRODUCTION 2002-2004 CHARBON DE BOIS EN TONNES



Histogramme montrant la production de charbon de bois : 2002-2004

Source : Direction de la Valorisation des Ressources Forestières

(Ministère des Eaux et Forêts)

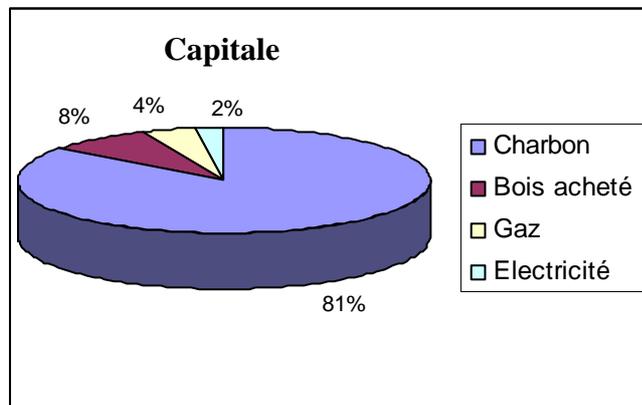
ANNEXE IV

Les types de combustible

En milieu rural, le bois ramassé constitué le principal combustible, alors que c'est le charbon en milieu urbain.

Dans la capitale, 81% des ménages utilisent le charbon. Et très loin derrière l'on trouve 8% qui achète ou ramasse le bois. Les autres énergies sont en proportion d'utilisation très minime (4% des ménages utilisent le gaz et 2% utilisent l'électricité).

Graphique : Type de combustible utilisé dans la Capitale



Source : INSTAT/ DSM/ EPM 2002

ANNEXE V

PROGRAMME DE GEOLOGIE POUR LA CLASSE DE TERMINALE C

GEOLOGIE APPLIQUEE :

- Le sable :
 - Granulométrie
 - Verrerie
- L'argile et la marne :
 - Propriétés physiques et chimiques
 - Fabrication des briques
 - Poterie
 - Céramique
- Le calcaire :
 - Propriétés physiques et chimiques
 - Fabrication du ciment
- Le pétrole :
 - Gisement de pétrole
 - Mode de formation
- La houille :
 - Mode de formation
 - Gisement de houille
 - Composition

CARTOGRAPHIE

- Carte topographique
 - Généralités
 - Réalisation de profil topographique
- Carte géologique
 - Généralités
 - Réalisation des coupes géologiques dans les structures monoclinales et dans les structures plissées simples

Nom : RAZAFINDRAMANANA

Prénom : Norbert

Adresse de l'auteur : Lot III O 25 Mananjara (Fort-Voyron), Antananarivo 101

Titre : Le « Fatana mitsitsy » et ses impacts socio-économiques et environnementaux

Nombre de pages : 66

Nombre de tableaux : 17

Nombre de figures : 27

RESUME

La plupart de foyers malgaches, surtout les familles modestes du milieu rural ou suburbain, utilisent le bois de chauffe ou le charbon de bois comme combustible.

L'utilisation du « Foyer amélioré » ou « Fatana mitsitsy » présente un double avantage :

- réduire la consommation en charbon de bois par foyer
- atténuer les impacts négatifs engendrés par la déforestation due à l'utilisation abusive de ce genre de combustible.

La technique de fabrication de ce matériel de cuisine suit différentes étapes : la préparation de la pâte, le façonnage, le séchage et la cuisson, le scellage et la finition.

Les fabricants artisanaux rencontrent des problèmes surtout d'ordre financier qui empêche l'écoulement direct et rapide de leurs produits, l'achat des tôles en quantité suffisante, qui entraîne la rupture de stock.

Les impacts négatifs engendrés par le dégagement du dioxyde de carbone (CO₂), par l'érosion accentuée par la coupe de bois sont réduits par l'utilisation du « Fatana mitsitsy ».

Sa fabrication et son utilisation apportent des avantages d'ordre socio-économiques :

- source de revenu non négligeable pour les artisans,
- réduction de la dépense familiale en matière de combustible,
- accroissement de leur niveau de vie,
- diminution de taux de chômage au niveau de jeunes paysans.

Enfin, pour les enseignants, ce mémoire pourrait constituer une source de document de travail pour illustrer le programme de géologie appliquée de la classe de Terminale C.

Mots clés : argile, « Foyer amélioré », combustible, charbon de bois, déforestation, érosion, environnement.

Directeur : Monsieur RAJERARISON Noëlson

