



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

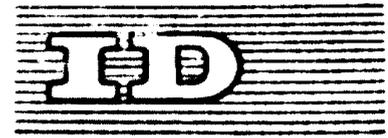
## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



002848



Pistr. LIMITEE

IND/WG.81/18

12 Janvier 1971

Original : FRANCAIS

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

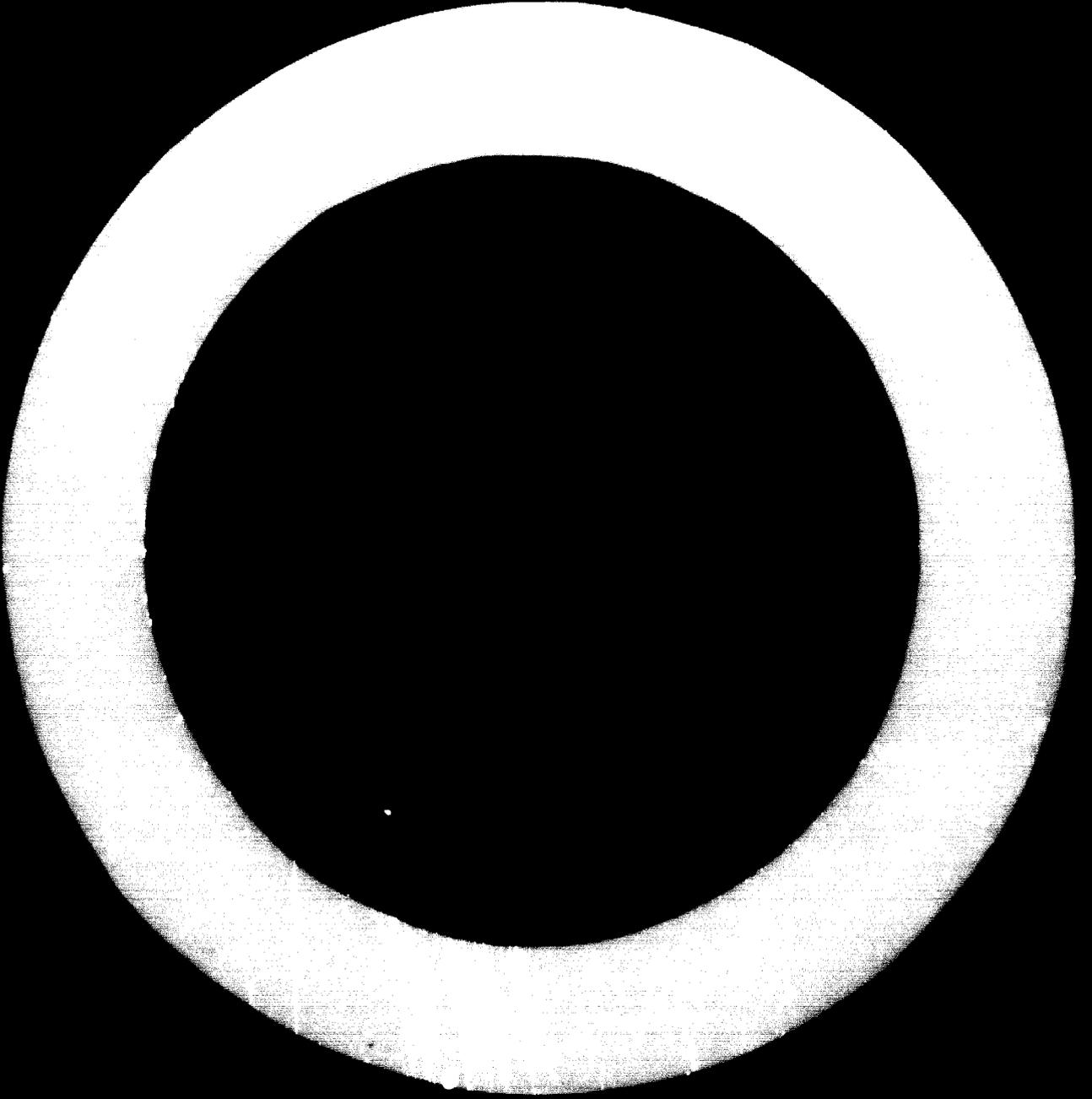
Journées d'études régionales sur le développement  
des industries des matériaux de construction  
à base d'argile en Afrique  
Tunis, 6-12 décembre 1970

L'INDUSTRIE DE LA TERRE CUITE DANS LA REGION DE TANANARIVE  
TECHNIQUE ACTUELLE ET PERSPECTIVE IMMEDIATE

par  
Victor Ramangahlison  
Président Directeur général  
Société malgache de briqueterie  
Tananarive, Madagascar

1/ Les opinions exprimées dans le présent document sont celles de l'auteur et ne reflètent pas nécessairement les vues du Secrétariat de l'ONU. Le présent document a été reproduit tel quel.

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.



PROBLEMES ET AVENIR DE LA TERRE CUITE A  
MADAGASCAR

---

Le marché des matériaux de construction et notamment celui de la brique a connu ces derniers temps une évolution rapide, résultant de l'accroissement de la population urbaine et partant, de la nécessité de la doter de logements rationnels.

Un large programme d'urbanisation des grandes villes répondant au but tracé par le plan quinquenal a été élaboré, comprenant la construction de cités, de bâtiments administratifs et sociaux.

Ce programme a été freiné en partie par le manque de matériaux suffisants en quantité et en qualité. En effet si l'on estime un potentiel de consommation de plus de 80 tonnes par jour, actuellement, la production ne dépasse guère 40 à 50 tonnes.

Cette insuffisance des matériaux se traduit par l'élévation du coût des bâtiments, le ralentissement de la construction et par conséquent, le prix très élevé des loyers en proportion avec le revenu de la population.

Etant donné que le marché des briques dépasse rarement le rayon d'une région bien déterminée, du fait de l'incidence du transport sur le prix de revient de ce matériau relativement pauvre, nous parlerons uniquement de la région de Tananarive qui constitue d'ailleurs la concentration humaine la plus marquée à Madagascar. Tananarive avec ses banlieues compte en 1970 environ 500.000 habitants. La ville proprement dite en compte 350.000 en 1969. Avec un taux de croissance de 2,1% et l'émigration des populations rurales avoisinantes, on prévoit pour Tananarive-ville une population de 500.000 âmes en 1980. L'accroissement annuel qui est de l'ordre de 10.000 habitants ne pourra être assuré d'un logement convenable avec le rythme actuel de la construction qui comme nous l'avons mentionné plus haut est freiné en partie par la pénurie des différents matériaux de construction et tout principalement le ciment et la brique.

En ce qui concerne la brique, on dénombre dans la région de Tananarive trois petites briqueteries dont deux à fours fixes et feu continu et une à cuisson par meules avec les tas de briques à cuire.

Nous parlerons seulement des deux qui disposent de fours fixes à feu continu. La troisième, ayant une production saadiée, pourrait être classée parmi les briqueteries artisanales.

I-) La plus petite, la briqueterie de l'Emyrne serait même une "semi-artisanales".

- Les Matériaux utilisés : L'argile provient d'une rizière de plusieurs hectares située à proximité. Elle est extraite à la main et transportée à pied d'oeuvre par wagonnets sur une distance de 100 à 300 mètres.

- Le sable argileux et fortement micacé est extrait de la rivière avoisinante et transporté par les mêmes wagonnets.

- L'Energie utilisée est fournie par un moteur Diesel entraînant les filières, des groupes électrogènes assurent l'éclairage.

- Le bois sert au chauffage du four.

- Le Mode de fabrication : est assez sommaire.

- Matériaux mélangés à la main.

- Premier traitement dans un petit malaxeur qui sort l'argile par mottes,

Transport des mottes malaxées à la main jusqu'à l'étireuse de 290 m/m de diamètre,

- Découpage manuel,

- Transport manuel jusqu'au lieu de séchage situé sur le site du four (séchage 6 jours),

- Transport manuel pour l'encournement dans un four type Normann à feu continu.

- Production : 4.000 tonnes par an

Les briques sont lourdes, peu homogènes, de formes irrégulières provenant surtout du manque de contrôle, de la texture en eau lors de l'étirage.

Les résistances sont très variables d'une brique à une autre. La couleur rougeâtre ne permet pas d'utiliser ces matériaux en briques de parement.

### Conclusion

La fabrication, à part la cuisson qui n'est même pas encore parfaite du fait de l'utilisation du bois difficilement contrôlable est encore au stade artisanale.

Les briques ont comme avantage d'être d'un prix de vente relativement moindre et d'une résistance à la compression à sec assez satisfaisante.

La production est irrégulière car il n'existe pas de surface couverte pour le stockage des matières premières d'où interruptions fréquentes de la fabrication.

II-) La briqueterie SOMABRI située à l'entrée sud de la ville de Tananarive apparaît déjà comme l'embryon d'une briqueterie industrielle

#### - Les matériaux utilisés sont :

- Les argiles sélectionnées des rizières exploitées dans un rayon de 3 à 7 kilomètres et transportées par camions,
- Le sable de la rivière passant juste devant l'usine,
- Le Latérite ferrugineuse des collines avoisnantes,
- L'énergie électrique provient de la ligne haute tension de la ville.
- Le bois d'eucalyptus est utilisé pour la cuisson et séchage.
- Dépenses d'équipements de l'ordre de 50.000.000 de Francs malgaches pour une production annuelle de 1.000 tonnes soit 25 tonnes par jour.

Nous parlerons plus en détails de cette briqueterie où le rédacteur de la présente exerce ses activités.

Il faudra pour commencer souligner la vétusté relative des matériels qui accusent actuellement 16 ans d'âge. En effet, cette usine a été montée en 1953 par un particulier qui l'a vendue par la suite pour le transformer en société anonyme.

La SOMABRI dispose d'un four Hoffmann de 60 mètres de longueur développée divisé en 16 chambres de 3,60 mètres de longueur et 2 mètres de hauteur. L'espace entre les trous de chauffe est de 90cm, ce qui fait apparaître une perte de 10 cm chaque fois qu'il y a des briques de 40 cm de longueur à cuire. (Malheureusement, les habitudes des utilisateurs sont axées sur cette dimension).

Le séchoir continu d'une longueur utilisable de 25 mètres fonctionne par récupération de l'air chaud du four, provenant de la partie en refroidissement.

Sa capacité de l'ordre de 10 à 13 tonnes par jour constitue un goulot d'étranglement car le four pourrait sortir 20 à 25 tonnes de produits cuits. La différence est comblée par le séchage à l'air libre, assez long et pas toujours possible surtout pendant la saison de pluie où l'humidité atmosphérique est très intense.

#### Le mode de fabrication.

Les argiles utilisées sont extraites de différents points pour permettre d'effectuer des mélanges selon le type de matériaux à produire : hourdis - briques - tuiles ou plaquettes de parement.

Elles sont débitées à la bêche et chargées sur deux camions de 5 tonnes. Ce mode d'extraction nous occupe 19 personnes : 16 manoeuvres, 2 chauffeurs et 1 surveillant.

Les terres sont stockées sous couvert à l'usine car l'extraction ne s'effectue que du mois d'Avril au mois de Novembre. Le restant de l'année, les carrières étant sous d'immense nappes d'eau.

De ce lieu de stockage, les argiles sont reprises selon les besoins au moyen de petites charrettes à bras pour l'alimentation d'un doseur linéaire de 3,30 divisé en 2 compartiments qui nous permet d'effectuer les deux principaux mélanges : argiles grasses + argiles maigres.

Nous utilisons pour cette opération 9 manoeuvres (3 par charrettes).

- Sur le tapis transporteur alimenté par le doseur, s'effectue l'adjonction de sable ou de latérite, ou les deux à la fois.
- Le mélange obtenu passe ensuite dans un concasseur à disques et après dans une série de 2 rouleaux lamineurs qui l'envoie directement dans un malaxeur de 2 m de longueur où s'effectue le mouillage.
- Un autre malaxeur de même dimension prend en charge les terres mouillées et alimente l'extruseuse à vide de 350 mm de diamètre.
- Le découpage se fait à la main.
- Les briques sont ensuite chargées manuellement sur des wagonnets à claires voies et envoyées dans un lieu de stockage couvert, à l'abri des courants d'air où elles restent 24 heures avant d'être envoyées dans le séchoir. La durée du séchage est de 24 heures.

Vu le nombre restreint des wagonnets et la capacité relativement limitée du séchoir, 50% des produits étirés sont transportés à la main sur des aires de séchage où l'opération, assurée par le bon vouloir des intempéries peut durer de 10 à 15 jours.

Le travail de façonnage, de chargement sur wagonnets et de transport manuel sous les hangars de séchage occupent 14 manoeuvres y compris le machiniste.

- Le fonctionnement du séchoir est assuré par 4 ouvriers travaillant au quart.
- Au four nous employons :
  - 6 manoeuvres pour l'enfournement
  - 4 manoeuvres pour le défournement
  - 4 ouvriers pour la cuisson (quart)
  - 2 manoeuvres pour casser les bois
  - 2 manoeuvres pour transporter les bois sur le four
  - 1 manoeuvre pour le bouchage des portes
  - 1 surveillant.

Nous disposons d'un petit atelier d'ajustages, de soudures, de bois (lattes des wagons) et de réparations et entretien des voitures qui occupe 5 ouvriers. Avec le personnel de bureau (3), l'effectif total est de 71 personnes - pour une production journalière de 25 tonnes. Ce qui donne environ un rendement de 0,350 tonne par employés.

### Qualité des produits

Les briques sont dans l'ensemble légères, bien moulées, aux arêtes vives. Leur couleur rouge unie témoigne de leur homogénéité et d'un degré de cuisson relativement satisfaisante. Elles sonnent "claires" et supportent sans trop de dégât les différentes manipulations entre l'usine et les chantiers.

Les essais en laboratoires ont donné sur une période de six mois des résultats assez stables.

Type	Résistance en kilogramme/cm <sup>2</sup>		% absorption après étuvage
	moyenne sec	moyenne humide	
9 x 11 x 22 perforées	120	90	22%
20 x 20 x 40 creuses	18	15	20%
10 x 20 x 30 creuses	22	20	20%

Les hourdis accusent selon les types des charges de rupture variant de 3.000 à 4.500 Kg. P.

Nous avons remarqué que la teneur en eau est constante quelque soit le temps d'immersion, ce qui signifie qu'une seule fois les porosités des parois remplies d'eau, les briques restent insensibles à l'action de l'eau.

Néanmoins la résistance à la compression assez variable dénote une déficience dans les moyens de contrôle du mélange. D'une fabrication à l'autre, la résistance varie jusqu'à 30%. D'autre part, l'immersion provoque un affaiblissement dans des proportions incompatibles avec l'effort que doit supporter un mur de briques. Là encore, les écarts entre modules semblent indiquer une cuisson difficilement menée due à l'utilisation du bois.

En conclusion, les briques de la SOMABRI permettent quand même de réaliser qualitativement des murs porteurs en briques perforées sur plusieurs étages tout en satisfaisant les normes officielles locales ( $P_1 = 100 \text{ Kg/cm}^2$ ), d'autre part, elles permettent le montage des murs en briques apparentes (netteté des arêtes et homogénéité des couleurs).

Le prix de vente est en moyenne de 5 000 Fmg la tonne, ce qui est élevé par rapport au coût des briques artisanales qui sont fabriquées à partir des moyens de fortune par les paysans des environs de Tananarive.

Sans vouloir aborder ce domaine, il faut reconnaître que ces briques artisanales de très mauvaises qualités, sans normes dimensionnelles d'une résistance de l'ordre de 10 - 20  $\text{Kg/cm}^2$  aident les constructeurs à surmonter l'insuffisance des productions des "briques industrielles".

Ceci n'est d'ailleurs qu'un pis aller car l'utilisation de ces matériaux très instables oblige en tous les cas la mise en place d'une ossature en béton armé, par conséquent, élévation du coût de la construction, vu le prix du ciment (18 Fmg le Kg) et des fers importés (100 Fmg Le Kg).

Conscients de ce problème, ayant étudié la dimension actuelle et future de la population de la région, nous avons effectué dans le cadre d'une politique des matériaux de construction en terre cuite que la SOMABRI s'estime devoir s'approprier comme vocation avec les appuis des divers organismes intéressés, financiers, techniques et sociaux, des études de possibilités d'extension ou de création d'unité plus rationnel que ce existant, pour pouvoir mettre à la disposition des consommateurs toujours croissants des matériaux suffisants en quantité et répondants à des normes strictement économiques.

Afin de réduire de primerabord le coût des constructions nous avons établi une proposition de normes de briques de grosses dimensions qui vont permettre sans le recours des ossatures en béton, le montage des bâtiments de plusieurs étages.

Ces normes proposées sont les suivantes:

CAT

CATEGORIE	RESISTANCE COMPRESSION A SEC EN KG/CM2		ABSORPTION D'EAU
	MOYENNE SUR 7 BRIQUES	MINIMA	
<u>Briques pleines</u>			
Porteuses P1	250	200	} 20% poids
Porteuses P2	209	160	
Porteuses P3	100	80	
Remplissage	40	60	
<u>Briques portantes perforées</u>			
Porteuses P1	200	100	} 20% poids
Porteuses P2	160	120	
Porteuses P3	100	30	
Remplissage	40	30	
<u>Briques creuses</u>			
Porteuses P1	35	25	} 20% poids
Porteuses P2	35	20	
Remplissage A	15	12	
Remplissage B	12	8	

Mentionnons que ces normes ont été proposées après accord des divers intéressés préalablement consultés.

L'expert céramiste de l'ONUDI, en mission à Madagascar depuis 1968, par ses expériences et ses connaissances étendues du problème, nous a considérablement aidé à résoudre les problèmes que pose un tel travail ainsi que ceux qui pourraient émaner des études d'extension ou de création de nouvelle fabrique.

./.

## NOUVELLE USINE

Il est de surcroit de dire que si on veut monter une briquetterie, il faut commencer par étudier les terres qui permettront à cette briquetterie de fonctionner.

Les diverses carrières d'argile que nous avons inventoriées aux environs de Tananarive, dans un rayon économiquement valable pour l'entreprise sont constituées de couches pauvres quantitativement de l'ordre de 0,75 m à 3,50 m structurées très souvent en argile marron de 1m d'épaisseur et d'argile grise très grasse de 1,50 m à 2,50 m sur une épaisseur de couche de sable fortement micacé pouvant aller jusqu'à 10m/

Ces carrières peuvent être classées en 2 catégories :

- 1°- Les carrières de rizières : contenant : argile marron clair, argile grise et gris-bleue, argile jaune, argile bleue fortement sablonneuse.
- 2°- Les carrières de fleuves : argile jaune très maigre, argile grise très grasse, tourbes.

Les analyses effectuées en laboratoire sur six prélèvements provenant de six emplacements nous ont donné les résultats suivants.  
(Voir tableau annexé)

Les localisations assez dispersées et irrégulières de ces carrières ne permettront pas à notre entreprise une mécanisation systématique de l'extraction.

L'excavation se fera donc à la main, du moins pour la majorité des carrières. La méthode consiste à débiter les argiles en mottes de 20 x 20 x 30 cm qui seront chargées sur les camions.

Seul la carrière dite du "Fleuve" permet éventuellement l'utilisation d'une pelle mécanique.

### Stockage

Les argiles seront stockées à l'usine séparément selon leur type. Elles seront à l'abri des pluies.

### Préparation

Les différentes qualités d'argiles sont mélangées à partir de deux alimenteurs doseurs linéaires à débit réglable, de dimensions respectives de 5 et 3,50 m. Le doseur de 5m sert l'argile de base et celui de 3,50 m l'argile d'apport ou d'amaigrissement.

A l'aide d'un transporteur, les matières sont chargées dans le broyeur - mélangeur - humidificateur à meules.

Le mélange ainsi obtenu tombe dans un plateau collecteur et est envoyé dans un broyeur à cylindre qui réduit la granulométrie de 0,8 m/m à 1 m/m. L'opération de préparation est complétée par le pourrissage dans une cuve en béton de 1200 m<sup>3</sup>.

### Façonnage

La pâte reprise de la fosse de pourrissage est envoyée dans les alimenteurs doseurs qui régleront les débits des étireuses, (l'ancienne usine sera alimentée à partir de cette chaîne de préparation nouvelle).

La machine principale est la mouleuse de 450 m/m de diamètre avec à la sortie de la filière, une coupeuse automatique.

Le débit de l'étireuse est de 16 tonnes/heure, ce qui fait par journée de 8 h de travail 127 tonnes environ pour un tonnage hebdomadaire de 637 tonnes.

### Transport et séchage

Après le coupeur, un système de transport automatique se composant d'une table de chargement de lattes, d'une bande de transport des lattes chargées et d'un système d'ascenseur portique, présente les briques vertes devant les étagères de l'étagère collectrice qui une fois remplie, est soulagée en une seule fois par un wagonnet de déposeur.

Ce wagonnet déposeur amène les lattes chargées directement dans le séchoir et dépose les briques avec leur lattes, sur les encoches prévues dans les murs du séchoir.

Le séchoir est du type à chambre, composé de 9 double chambres de 17,50 m de longueur, et de 1,40 m de largeur avec une capacité variant de 50 à 65 tonnes par jour selon les types de produits. Toutefois, la gamme de fabrication à passer dans le séchoir à chambre a été étudiée de telle manière que le rendement du séchoir ne descende au dessous de 60 tonnes par jour.

Après 48 à 60 heures de séchage, les briques sur leurs lattes sont reprises par les mêmes wagonnets d'poseurs que lors de l'entrée. Il est évident qu'on ne rencontre dans une chambre double qu'un seul type de brique dont la courbe de séchage aurait été préalablement établie.

La chaleur nécessaire au fonctionnement de ce séchoir provient pour un tiers environ du four, et le reste d'un générateur fonctionnant au fuel lourd.

### Cuisson

Après la phase de transport où les lattes sont séparées des briques sèches, 5 ouvriers doivent prendre ces dernières à la main et en faire des tas selon un gabarit qu'un chariot élévateur prend en charge pour les poser dans le four. Le même chariot effectue le défournement après la cuisson. Le four en question serait un four type hofmann de 120 m de longueur développée, avec deux portes à chaque bout.

Les dimensions des chambres (24) sont de 4,50m de longueur sur 3,20 de largeur et 2,70 de hauteur. Les distances entre trous de chauffe ont été calculées en fonction des dimensions les plus couramment fournies.

Ce four est prévu pour fonctionner au fuel lourd provenant de la raffinerie de Tamatave mais il pourrait marcher sans aucune transformation au bois.

Pour une production moyenne prévue de 65 tonnes par four, cette nouvelle usine occupera 27 ouvriers - ce qui donne un rendement de 2 tonnes 800 par ouvriers. A titre de comparaison rappelons que notre usine actuelle accuse un rendement de 0,300 tonne par personne, et qu'une usine européenne de même tonnage fait apparaître la moyenne de 4 tonnes par ouvrier.

### Conclusion

Nous nous attendons à ce que cet exemple concret d'un projet de briqueterie puisse être l'objet de commentaires assidus en ce qui concerne le paragraphe "technique de fabrication" prévue dans le programme de ces journées d'études.

La description sommaire de la petite briqueterie de l'Emyrne au début de cette note, la description plus détaillée de l'usine de la SOMABRI., et enfin l'exposé des détails d'une future briqueterie proposée en dernier lieu, illustrent en quelque sorte une marche vers la mécanisation dans le domaine de l'industrie briquetière à Tananarive.

En effet, si on peut dire que la main-d'oeuvre relativement abondante permet une industrialisation non fortement mécanisée ou automatisée, il n'en demeure pas moins, que cette main-d'oeuvre, à défaut d'une formation toujours difficile à acquérir du fait des pénuries de centre de formation spécialisée pourrait aussi être un facteur très important du prix de revient du produit : salaire relativement élevée dans la zone urbaine, pourcentage de perte accrue lors des manipulations successives, nécessité d'avoir un plus fort nombre d'encadrement, moyen à déficience de rendement provenant surtout d'un travail qui ne leur ouvre aucune promotion sensible vers une spécialisation.

D'autre part, certains postes de travail comme : la préparation des mélanges ne peut être assurée d'une efficacité totale par le travail manuel. Toujours est-il que la main-d'oeuvre serait sollicitée en ce qui concerne la fabrication des tuiles et des produits de petite série ne peuvent justifier une installation mécanique.

Ceci peut être d'ailleurs considéré comme un des aspects caractéristiques de l'industrie briquetière dans certaine région : du fait du nombre très restreint de producteurs, il ou ils sont souvent appelés voire forcés d'étendre leur gamme de fabrication au détriment de la normalisation de la production et par conséquent du rendement industriel et économique de l'entreprise.

Tananarive, le 10 Novembre 1970

M. RAMANANALISON Victor

**C** CARACTÉRISTIQUES DES DIFFÉRENTS ÉCHANTILLONS CUIVRENT

\*\*\*\*\*

**ARGILE TYPE MARRON (LIERRE) ANALYSE CHIMIQUE ET MINÉRALOGIQUE**

**A) ANALYSE CHIMIQUE**

	I	II	III	IV	V	VI
SiO <sub>2</sub>	57,4	38,5	57,5	62,6	48,4	45,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,3	35,6	21,2	16,9	23,8	29,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,1	6,6	4,0	5,6	10,0	5,0
CaO <sub>2</sub> AgO	1,3	0,9	1,0	3,0	1,9	tr
alcalis	0,6	0,4	0,5	1,1	0,0	1,1
PAP	14,8	15,6	12,6	9,4	12,5	17,0

**C** COMPOSITION MINÉRALOGIQUE

Silice libre	27,9	0,0	31,2	37,4	28,5	9,4
Caolinite	43,8	76,2	48,1	29,3	53,8	67,2
Mica	5,2	3,8	11,4	-	13,5	1,1
Feldspath	6,6	4,3	-	22,5	-	-
Matière Organ.	7,0	4,3	4,6	4,7	2,8	6,7
Tamis	sable	quartz	quartz	quartz	sica	sable
Dia 60	rouge				sable	mica
Eau de cachage	37,5	39,0	34,0	30,0	43,0	40,0
Retrait sec	9,5	10,3	10,3	7,2	4,2	5,7
Retrait 900° C	10,3	11,1	11,9	7,9	4,2	6,4
Absorption - eau cuit	27,2	22,9	19,7	16,5	33,9	33,0
Densité apparente	1,45	1,53	1,66	1,70	1,25	1,32
Couleur cuit	rouge	marron	marron clair	marron clair	marron clair	beige
Fissures	néant	néant	néant	néant	néant	néant

N.B. - Analyses chimiques fournies par le Laboratoire du Bureau des mines



**74.10.2**