



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th 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.

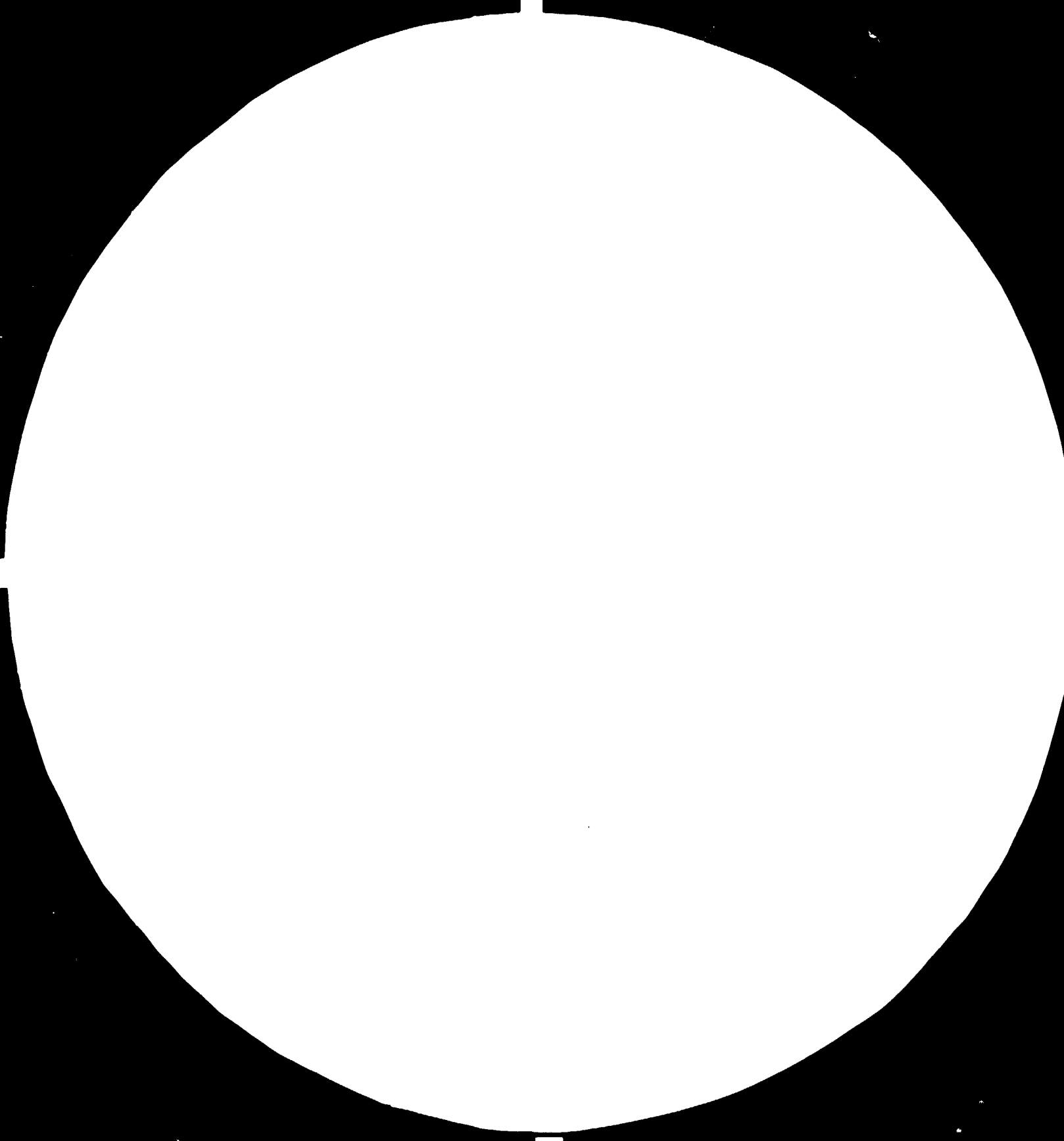
FAIR USE POLICY

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 for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org





MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

NATIONAL BUREAU OF STANDARDS-1963-A

13084

Distr. RESTREINTE

Le 5 Avril 1983

Mali.

POSSIBILITES CONCRETES DE DEVELOPPEMENT DES UNITES
ARTISANALES DE MATERIAUX DE CONSTRUCTION .

Bamako - Republique du Mali
(DP/MLI/76/002/11-53/31,6 A)

RAPPORT FINAL

Exposant les résultats d'une mission limitée à six semaines, au service du Gouvernement du Mali, sur l'assistance d'un plan d'action, concernant le développement des unités artisanales de matériaux de construction.

Par

M. Veljko Namors (Ing. Dipl.) T.A.Expert de l'O.N.U.D.I

1230

Le présent rapport n'a pas été soumis pour examen à l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel qui, par conséquent, ne partage pas nécessairement les vues qui y sont exprimées.

Table des matières :		Page
0.0.0	RESUME	4
0.1	Résumé en général	4
0.2	Propositions pour l'assistance de l'O.N.U.D.I	4
1.0.0	PROBLEMES DE LA PRODUCTION ET DE L'APPROVISIONNEMENT PRESENTS DE LA CHAUX ET LE PROJET POUR UN FOUR ARTISANAL	5
1.0	Fours à chaux industriels existants	5
1	Gisements de calcaire au Mali	5
2	Problèmes de la production (et de la vente) de la chaux	6
3	Manque de la chaux hydratée	7
4	Importance de l'usine de chaux de Diamou	8
5	Four à chaux à Bamako	8
2.0	Exploitation artisanal de coquillage	9
1	Four artisanal à Mooti	9
2	Four expérimental du CTA	10
3	Proposition d'une expérimentation pour la cuisson de coquillage	10
3.0	Projet , plan de la construction, coûts d'investissement et le calcul du rendement d'un four à chaux artisanal	11
1	Four artisanal de 30 t de chaux par charge	11
2	Projet et le plan du four	12
3	Frais d'investissement	12
4	Amortissement , frais d'entretien et cycle de la produc.	12
5	Frais de production et le coût du produit	12
6	Prix de vente et la rentabilité	12
7	Instruction pour la mise en four du calcaire	13
8	Instruction sur la cuisson de la chaux	13
4.0	Proposition pour l'aide de l'O.N.U.D.I	13
5.0	Le même four ici proposé, aussi pour la cuisson des briques en argile	13
2.0.0	PRODUITS EN ARGILE	14
1.0	Mode de la construction de l'habitat au Mali	14
1	" Banco " comme matière première	14

2	Effort du CTA d'introduire le banco dans ses recherches	15
2.0	Perspectives d'usage de briques cuites en argile	15
1	Gisements d'argile	15
2	Possibilités des laboratoires existants	15
3	Localisation de la production potentielle	15
3.0	Production industrielle existante	16
1	Briqueterie de Magnanbougou	16
2	Possibilités d'augmentation de la production	16
4.0	Production existante artisanale de briques cuites en argile	17
5.0	Effort du CTA pour l'introduction des briques cuites dans l'habitat	17
6.0	Réalisation de la production artisanale des briques cuites	17
1	Four artisanal pour la cuisson de 10.000 briques	17
2	Cycle annuel de la production	18
3	Frais de production et le prix de vente	18
7.C	Four pour la cuisson des briques, de prof. Carlotti	18
3.0.0	PLATRE ET LE RAPPORT DE M. THEUNINCK	18

Annexes :	Texte	
Annexe 1	Projet : Four artisanal 40 m ³ (N°1)	1.3.2
Annexe 2	Frais d'investissement; four 40 m ³	1.3.3
Annexe 3	Frais de la production (chaux)	1.3.5
Annexe 4	Mise en four du calcaire - instructions (N°2)	1.3.7
Annexe 5	Cuisson de la chaux- instructions	1.3.8
Annexe 6	Four artisanal 40m ³ . Frais de production de briques cuites en argile	2.6.3
Annexe 7	Mise en four des briques (N°3)	
Annexe 8	Information: four 15t/jour p.1 à 9 °	2.6.1.

0.0.0 RESUME

0.1 Dans le rapport ici présenté, le soussigné expert de l'O.N.U.D.I a fait l'investigation suivant la description de poste DP/MLI/76/002/11-53/31.6.A, des possibilités concrètes de développement d'unités artisanales, pour la production locale de la chaux et des briques cuites en argile, au Mali.

Il a constaté, qu'à cause d'une production considérablement réduite de la chaux, les deux unités industrielles (les problèmes financiers de l'usine de Diamou et le manque de matières premières du four à chaux à Bamako) ne sont pas capable d'approvisionner le marché. D'autre part la briqueterie existante avec une capacité si basse à Bamako, ne peut pas satisfaire la demande.

Le soussigné, après qu'il ait évalué les données existantes sur les gisements de calcaire et d'argile, et après qu'il ait évalué les résultats déjà obtenus de la production de la chaux et des briques cuites en argile, a élaboré en détails un projet (plans, étude du rendement, instructions sur la cuisson etc) d'un four artisanal, prêt aussi bien pour la cuisson de la chaux, et la cuisson des briques en argile.

0.2 Dans le cadre de cette élaboration, le soussigné a identifié des besoins pour la réalisation du projet de la production artisanale, en expliquant dans le texte les raisons détaillées pour l'assistance de l'O.N.U.D.I

En ce qui concerne cette assistance même, les propositions ici résumées sont suivantes :

- une expertise d'une courte durée, d'un expert chimiste, (ayant l'expérience de laboratoire), dans le but de proposer au gouvernement du Mali les mesures nécessaires pour habiliter le labo existant (l'explication sous 2.2.2.) Il s'agit d'une habilitation de laboratoire, dans le sens d'exécuter les analyses chimiques les plus simples et les plus importantes, d'identification du calcaire et de l'argile.
- une mission de deux mois, d'un expert avec l'expérience de la cuisson de la chaux, de façon traditionnelle artisanale. Il faut planifier précisément l'entrée en fonction de cet expert, au moment proposé en 1.4.0

- une recherche d'une courte durée (quatre semaines ou moins) au site à Diamou, en ce qui concerne les problèmes de l'usine à chaux de la SOCIMA, cités sous 1.1.2 à 1.1.4 . Il s'agit d'un expert avec une formation et une expérience sur les problèmes techniques, technologiques et économiques de la production de la chaux dans une petite usine moderne.

1.0.0 PROBLEMES DE LA PRODUCTION ET DE L'APPROVISIONNEMENT PRESENTS DE LA CHAUX ET LE PROJET POUR UN FOUR ARTISANAL

1.0 Fours à chaux industriels existants.

A présent le Mali dispose de deux unités industrielles pour la production de la chaux. La fabrique de la chaux de l'entreprise SOCIMA à Diamou (région Kayes) construite en 1980, a une capacité nominale de 15 t/jours (= 4.000 à 5.000 t/an dans le cas d'une exploitation normale et ininterrompue de 3.00 jours/an). L'autre four, appartenant à l'usine céramique UCEMA à Bamako, dont la capacité nominale est de 5 à 7 t/jours (cca 2.000 t/an), est un four extrêmement petit, déjà en dessous de toutes limites économiquement raisonnables dans le domaine de la production industrielle de la chaux. Aucune de ces deux unités, depuis leurs installation, n'a fonctionné à plein rendement.

Déjà à partir de 1969, la SOCIMA produit à Diamou le ciment aussi, dans la cimenterie d'une capacité nominale de 50.000 t/an. A partir de 1975 la production de ciment est réduite considérablement (source: " Proposition pour une politique de developpement industriel" par le CEPI, juillet 1980, page 25).

1.1 Gisements de calcaire au Mali

La décision de l'implantation d'un four à chaux (et aussi précédemment de la cimenterie) à Diamou , fut fondée évidemment sur la présence des gisements significatifs, relativement nombreux, des calcaires francs, pauvres en magnésium, aux alentours de Diamou.

.../...

Cette classe de calcaire franc est utilisée surtout pour la production de la chaux et pour la production du ciment portland.

On a découvert et plus ou moins prospecté les gisements à Bafoulabé (Selinkégni, Gangonteri) dans la région de Kayes, que l'usine de Diamou utilise.

On a trouvé en plus de ces gisements à Bafoulabé jusqu'à nos jours, des calcaires francs, seulement dans les régions tertiaires à Gao et dans la région de Tombouctou (Bab-El-Eri, Mékoré). Toutes ces régions à l'exception de la région de Kayes, sont très éloignées du centre du pays. C'est seulement la région de Kayes et les gisements de l'ouest^{cités} ci-dessus, qui sont liés par le chemin de fer avec la région centrale de Bamako.

En considérant les données géologiques, on peut conclure que la région centrale du pays est Bamako, étant en fait la région la plus importante du point de vue de la consommation et de l'usage des matériaux de construction, ne dispose pas de gisements classiques de calcaire, à l'exception d'une quantité indéfinie des coquilles calcaires (coquillage), dans les zones arrosées par le Niger. (Les données sur les gisements ; "Inventaire des matériaux de construction du Mali par Dir. Nat. Géo. et Mines, Octobre 1982")

La décision d'implanter le centre de la production industrielle de la chaux (et auparavant aussi du ciment) dans la région au sud de Kayes, à Diamou, semble logique, en considérant la disposition et la localisation des gisements calcaires au Mali.

En plus le transport de la chaux (et du ciment) ici produit, ne doit pas présenter un obstacle essentiel du point de vue économique, par l'existence du chemin de fer.

1.2 Problèmes de la production (et de la vente) de la chaux

En 1980, la SOCIMA a mis en marche le four à chaux à Diamou. En dépit d'une capacité, du point de vue économique de la production industrielle très petite de 15 t/jour, le four de Diamou, à ce qu'il paraît, est d'une exécution moderne. Le four est implanté en coopération avec la firme Autrichienne SOBEK. Une production normale, ininterrompue de 3.00 jours/an devrait rendre 4.000 à 5.000 tonnes de chaux.

.../...

Malheureusement, l'usine n'a pas produit jusqu'en 1982 plus d'un dixième de la quantité de la production prévue (source: " Conférence interrégionale pour la promotion de l'industrie de la chaux " par Mr DIARRA-C.T.A) Ce problème, rencontré aussi dans la production et la vente du ciment, est porté à l'extrême, dans le cas de la chaux.

Evidemment ce n'est pas la question de l'équipement, de la technologie et de la matière première, mais les frais très élevés d'une exploitation non rentable. En effet, une production, considérablement plus basse de celle prévue, grèverait terriblement les frais d'une tonne de chaux réellement produite. Une quantité très basse de chaux produite, supporte les dépenses totales du fonds de roulement et des annuités d'une usine presque nouvelle.

On vend cette chaux à 190 FM par kilo.

Ceci est presque deux fois plus cher que le prix du ciment. Normalement la valeur utile et le prix de la chaux est de 70 à 80 % de la valeur et du prix du ciment. Le but essentiel d'une économie raisonnable, de substituer là où il est possible, un produit cher et précieux comme le ciment, par un produit qu'on va produire par une technologie plus simple et moins chère, a totalement failli à Diamou.

A cause des prix extrêmement exagérés la chaux ne pénètre pas le marché Malien. D'autre part, à cause de la vente d'une quantité insignifiante, l'usine de Diamou n'a pas elle-même, l'occasion ^{de produire} la chaux de façon économique, dans une marche ininterrompue. Les prix trop exagérés bloquent la vente et le cercle vicieux, qui est formé par des frais de la production élevés d'un côté et des prix de vente hauts de l'autre, se ferme.

1.3 Manque de la chaux hydratée

A ce qu'il paraît, il n'y a pas d'obstacle technique significatif, empêchant la production normale du ^{four de} Diamou. Mais il est indispensable quand même, de résoudre plus tôt que possible la question de l'hydratation de la chaux vive, ainsi que l'ensachement de la chaux hydratée, par une unité industrielle, simple. Cette classe de chaux ensachée simplifie énormément l'usage et le transport de la chaux. La vente en sacs a un avantage significatif.

La solution proposée, ne peut pas, elle-même résoudre le problème essentiel de la rentabilité et des prix trop élevés. Mais pourtant elle peut influencer dans le sens d'une augmentation de la consommation.

1.4 Importance de l'usine de chaux de Diamou

Il est assez évident, que l'usine de Diamou est pour une longue période la source unique, techniquement capable (en ce moment elle n'est qu'une source potentielle !) d'approvisionner le Mali, et surtout Bamako et les autres villes, avec une quantité significative de chaux, d'une qualité satisfaisante (sauf l'importation).

Sans vouloir diminuer l'importance de la production locale artisanale (qui en ce moment n'est pratiquement pas encore développée, sauf la cuisson du coquillage) traitée dans ce rapport par la suite, il est raisonnable souligner, que pour la production d'une quantité égale au potentiel de Diamou, il faut faire fonctionner à peu près 15 à 20 fours artisanaux, d'un type de 30 tonnes par charge, proposé ultérieurement. L'approvisionnement de Bamako et des autres centres dépendra presque exclusivement de la production de Diamou (sauf l'importation).

Le soussigné expert de l'ONUDI n'a pas eu dans sa mission, programmée par la description de poste, la tâche (ainsi que la possibilité) d'inspecter le four industriel de Diamou. Pourtant, après avoir rencontré le problème, il l'a trouvé exceptionnellement important, et pour cette raison il a donné cette courte analyse superficielle, en considérant lui-même, le problème du four de Diamou, comme le problème essentiel, primaire et décisif pour l'approvisionnement du pays en chaux.

Une recherche d'une courte durée (quatre semaines) au site même de Diamou, pourrait fournir une image plus authentique des problèmes ici touchés.

1.5 Four à chaux à Bamako (UCEMA)

On a mis en marche le nouveau four de l'entreprise "usine céramique" - UCEMA à Bamako à la fin de 1982. Dès ce moment l'UCEMA a cessé de produire la modeste quantité de la chaux dans ses vieux fours, prévues à l'origine pour les produits en céramique. Dans ces fours vieux on a produit de temps à temps, à partir de 1960 jusque 1982, une quantité de 500 à 800 t/an de chaux, de façon intermittente.

Le nouveau four installé en 1982, en four extrêmement petit, a une capacité de 5 à 7 tonnes de chaux par jour.

C'est un four miniature, pourtant construit selon les règles industrielles classiques (mode de cuisson continue à longue flamme, avec un foyer).

Depuis le temps qu'on a mis le four en marche, on ne peut pas l'exploiter normalement. La marche est trop fréquemment interrompue, par de longues périodes, dues au manque permanent de calcaire,

Le calcaire utilisé vient de Bafoulabé (région de Kayes). C'est un bon calcaire à haute teneur en CaCO_3 (90 à 96 %) avec très peu de magnésium (Mg CO_3 - 3,11 %)

Le prix très élevé du calcaire (32.000 FM), transporté à 570 km et surtout une exploitation du four, de temps à temps interrompu, dues au manque de calcaire grèvent terriblement les frais de la production.

Si on laisse de côté la capacité particulièrement basse du four, qui est toujours économiquement défavorable, il est évident que le problème essentiel de la production de l'UCEMA, en ce qui concerne la chaux, est le problème de manque de matières premières

L'UCEMA dans les circonstances présentes, n'a aucune perspective de produire les quantités qui correspondent au potentiel du four et vendre la chaux à bon marché.

2.0 Exploitation artisanale de coquillage

1. Four artisanal à Mopti

La matière calcaire est présente sous une forme spécifique, des coquilles calcaires (coquillage) dispersées ici et là dans les zones arrosées par le Niger. Les entrepreneurs privés ont depuis longtemps exploité cette matière d'une manière artisanale, en produisant des quantités limitées de chaux, utilisée localement.

Voici les données principales d'une exploitation de coquillage par chaulerie à Mopti : La cuisson s'effectue dans un four simple, d'une superficie carrée, de 6 par 6 m, entourée par des murs verticaux de 2,30 m du haut. On charge le coquillage et le bois en couches successives, pour une cuisson intermittente, en charges de 18 tonnes de coquillage, ce que fournit 16,5 tonnes de la chaux par charge.

Les frais de production d'une tonne de chaux est de 25.500 FM. La saison permet de faire trois fournées, c'est à dire 50 tonnes de chaux. (Ces données sont présentées suivant le rapport de la mission de Mopti de Mr ...

THEUNINCK) La chaux produite est vendue de 100 à 125 FM par Kg.

Le long du fleuve Niger il y a encore des fours artisanaux à coquillage. On peut estimer cette production en total 100 tonnes par an pour Bamako et 50 tonnes par an pour Mopti.

En évaluant la proportion, c'est à dire, poids de calcaire (18 t), par rapport au poids de la chaux produite à Mopti (16,5 t), on peut dire, que la qualité de la chaux est douteuse. Le poids de la chaux (16,5 t), extraite de 18 t de matière calcaire (coquillage), surpasse le poids théorique (10t) de 50 % , ce qu'on peut imputer en partie à la chaux insuffisamment cuite, ou aussi aux cendres du combustible. Il paraît, que la chaux de cette qualité, ne peut pas satisfaire les exigences des matériaux de construction, mais on peut l'utiliser dans l'agriculture. En tout cas, la chaux produite se vend bien, les producteurs s'occupent de l'idée, d'installer à Mopti deux unités supplémentaires, pour produire en total 150 t de chaux par an.

2. Four expérimental du CTA (Centre Technologie Adaptée) à Tienfalà

Suivant son programme d'extension de la production artisanale de la chaux dans le bassin du Niger, le CTA a construit au début de 1983 à Tienfala (30 km de Bamako), un four expérimental, pour la cuisson de coquillage.

Ce ^{petit} four est en principe un four à cuisson continue. Le four est extrêmement d'un volume de 2m³. L'alimentation s'effectue par des couches successives de coquillage et de bois. On a fait déjà le premier essai et on a envoyé des échantillons de la chaux obtenue aux analyses.

En ce qui concerne la CTA, cette expérimentation est très importante, car elle permet une extension de l'expérience et aussi une évaluation de l'avantage d'une implantation vaste des fours petits dans le bassin du Niger.

3. Proposition d'une expérimentation pour la cuisson de coquillage

En supplément de ce qu'on a dit de Tienfalà, l'expert soussigné propose l'exécution d'une expérimentation ultérieure, pour évaluer les résultats, qu'on peut obtenir en cuisant le coquillage par un processus continu à ²longue ³flamme ⁴authentique (la cuisson à Tienfala étant effectuée par des couches!). En plus, cette expérimentation concerne aussi le manque permanent de matière première à l'UCEMA.

.../...

Voici la proposition : le CTA peut proposer à la direction de l'UCEMA l'exécution d'une cuisson de courte durée (de trois à quatre jours), d'une quantité de vingt à trente tonnes de coquillage, en présence de ses experts. Ayant le résultat de cette expérimentation, on pourrait conclure, si la matière si fine (coquillage), permet l'extraction de gaz, pendant le processus de la cuisson. Selon l'opinion du soussigné, l'exhausteur du four de l'UCEMA a une capacité assez forte, pour surmonter la résistance à l'extraction de gaz, causée par la finesse de coquillage.

C'est après cette expérimentation qu'on peut opter pour le type de four artisanal pour la cuisson des coquillages par une comparaison des résultats obtenus à Tienfala et des résultats de l'expérimentation ici proposée. Ce n'est qu'après cette expérimentation, qu'on peut décider du mode de cuisson des coquillages : où un four en couches successives bois-coquillage, où un four avec un foyer séparé.

Même l'UCEMA, pressée d'un manque permanent de la matière première, peut tirer l'avantage essentiel, en cas qu'une telle expérimentation était couronnée de succès. (le coquillage comme le supplément au calcaire).

3.0 Projet, plan de la construction, coûts d'investissement et le calcul du rendement d'un four à chaux artisanal.

On propose ici un projet de four à chaux pour une production artisanale localement limitée. La proposition concerne les implantations des fours dans les zones des gisements de calcaire francs. (les régions de Tombouctou, de Gao et les régions de Kayes-Bafoulabé)

1. Four artisanal de trente tonnes de chaux par charge (300 t par an) Courte description.

La solution proposée se base sur une manière classique, artisanale de l'extraction de la chaux. Ils'agit, de former le foyer de la combustion, par les mêmes pierres calcaires utilisées pour la cuisson. C'est la construction à sec (sans mortier) de la voûte du foyer, qui exige l'expérience et la patience. En principe c'est un four pour la cuisson intermittente à longue flamme. Le four peut fournir 30 T de chaux par charge, si construit à deux chambres (le cas présent).

On peut, avec le temps, prolonger ce four si nécessaire, d'une manière très simple, en ajoutant des nouvelles chambres. Dans le cas, où la production de 30 t par charge serait trop grande pour les besoins locaux, on peut construire au début, les même four ici proposé, avec une seule chambre, pour la production de 15 t par charge.

2. Projet et le plan du four à 30 t par charge

Le projet du four est annexé (Annexe 1)

3. Frais d'investissement

Les frais d'investissement sont dans l'ordre de 1.350.000 FM. Le compte détaillé est présenté en Annexe 2

4. Amortissement, frais d'entretien et cycle de la production

On peut prévoir un cycle moyen de production annuelle de 10 charges à 30 t de chaux produite par an, soit 300 t de chaux par an. En fixant le temps d'amortissement à 5 ans, la partie annuelle des frais d'investissement est de l'ordre de 270.000 FM par an.

On estime les frais d'entretien à 15 pour-cent des frais d'investissement (pour chaque année), ce qui se monte à 200.000 FM par an. L'amortissement et l'entretien en ensemble, grèvent le produit annuel par 470.000 FM par an.

A cette manière, l'unité de produit d'une tonne de chaux, d'une production de 300 t/an est grévée ($470.000 : 300$) environ 1600 FM, par l'amortissement et les frais d'entretien.

5. Frais de production et le coût du produit sortie usine

Les frais de production d'une tonne de chaux sont présentés dans le compte détaillé et annexé (Annexe 3). En ajoutant l'amortissement et l'entretien le coût d'une tonne de chaux produite sortie usine, est 49.000 FM. En ajoutant 15 % de taxes c'est 56.000 FM.

6. Prix de vente et la rentabilité

Un prix minimal de la vente de 65.000 à 70.000 FM par tonne, fournirait déjà un profit modeste de 15 à 25 %. Le prix de la vente ne devrait pas dépasser 80.000 FM par tonne, pour tenir une relation raisonnable par rapport au prix du ciment. (100.000 FM/t)

7. Instruction pour la mise en four du calcaire avant la cuisson

Les instructions sont annexées en plan n° 2 (Annexe 4)

8. Instruction sur la cuisson de la chaux

Les instructions détaillées sur la conduite du four pendant la cuisson de la chaux sont annexées (Annexe 5)

9. Localisation d'implantation

La localisation définitive du four, en ce moment ci n'est pas connue. Mais il est évident, que ce sont seulement 3 ou 4 gisements déjà cités du calcaire francs, qui sont convenable.

C'est le CTA que doit trouver la région et l'endroit précis, en trouvant l'entrepreneur prêt à investir.

Le soussigné recommande, qu'au moins deux échantillons (à la distance de 50 m) du calcaire, de la carrière sélectionnée pour l'exploitation, soit envoyés, pour effectuer les analyses.

4.0 Proposition pour l'aide de l'O.N.U.D.I

Une fois que le four est construit et les matériaux (calcaire, combustible, argile pour réparer le four) stockés en quantité abondante pour trois charges pour la cuisson et pour l'entretien du four (mais pas avant!), il est souhaitable, que l'expert de l'O.N.U.D.I puisse entrer en fonction, pour une mission de courte durée de deux mois. La formation d'expert qui est requise : l'expérience de la cuisson de la chaux de façon traditionnelle, artisanale.

5.0 Le même four ici proposé, aussi pour la cuisson de briques en argile

On peut utiliser le même type de four de 40 m³, ici proposé pour la cuisson de la chaux, aussi bien pour la cuisson des briques en argile (voir 2.6.1)

2.0.0 PRODUITS EN ARGILE

1.0 Modes de la construction de l'habitat au Mali

L'usage des briques cuites en argile au Mali est strictement limité à l'habitat de standing le plus élevé. En considérant la quantité de briques en argile produite, on peut estimer, que la construction en briques cuites ne dépasse pas quelques dizaine de maisons par an.

Dans la construction d'habitat de standing moyenne, " les blocs " (40 x 20 x 15) creuses en béton poreux prédomine. Les entrepreneurs nombreux privés produisent ces blocs partout et surtout en alentours des villes, par un procédé manuel ou semi-manuel.

D'autre part à ce jour, au faubourg et à la campagne, prédomine presque ad-absolutum (on estime entre 90 jusqu'à 95 %), la construction traditionnelle, d'une qualité expressivement inférieure aussi bien en ce qui concerne l'esthétique, qu'en ce qui concerne la qualité de la matière utilisée, en " banco "

1.1 " Banco " comme matière première

En effet, la matière " banco " est la même terre, qu'on trouve partout. Cette matière n'est pas uniforme et varie d'une place à l'autre.

Le " banco " est un mélange naturel d'argile, de sable (silice), de " limon ", de latérite, des restes organiques, etc. La granulation varie aussi : maximale à 3 mm. Cette terre n'a pas de propriété pézozoloniques. En formant des briques ou des formes quelconques (les murs) en banco, il n'est que l'argile humide, qui est le lien.

Il est évident et compréhensible, que sous l'influence des intempéries les briques en banco (30 x 15 x 10) subissent une désagrégation forte.

D'autre part, le banco a l'état sec, étant une matière poreuse, composée d'agrégats surtout légère, est un bon isolant thermique. C'est, comme il paraît, la raison principale d'usage populaire du banco.

1.2 Effort du CTA d'introduire le banco dans ses recherches

C'est le CTA (Centre de la Technologie Adapté) auprès du Ministère des Transports et des travaux Publics, que en cadre du projet HABITAT, agit intensivement sur le plan de l'introduction du même banco et des méthodes traditionnelles de la construction au Mali, dans la sphère de la recherche et de l'investigation. On essaye d'améliorer les méthodes anciennes de la construction et en même temps de trouver la composition optimale de banco et recommander les méthodes pour stabiliser et consolider les briques en banco.

2.0 Perspectives d'usage des briques cuites en argile

1. Gisements d'argile

Le Mali dispose d'un nombre considérable de gisements d'argile d'une bonne qualité. On a détecté les gisements dans toutes les régions (Bamako , Kayes, Koulikoro, Sikasso, Ségou, Gao). Il paraît qu'il y a des gisements modestes et peu profonds mais surtout nombreux , partout dans les zones arrosées du Niger.

2. Possibilités des laboratoires existants

Les compositions chimiques de ces argiles ne sont pas définies, ceci étant dû au potentiel très faible du laboratoire du Centre de recherches.

Il est indispensable, que le laboratoire du Centre soit capable, le plus tôt possible, d'exécuter les analyses chimiques, dans le domaine des matériaux de construction (les analyses de routine). Le sous-signé propose une expertise d'une courte durée, d'un expert chimiste de l'ONUDI, ayant l'expérience du laboratoire, dans le but de proposer au Gouvernement du Mali, les mesures nécessaires pour habiliter le labo présent, aussi bien sur le plan des équipements que de l'organisation.

3. Localisation de la production potentielle

Il est possible, que la plupart des gisements possède de l'argile d'une composition qui est convenable pour la production des briques.

(Le cadre de la composition est : SiO_2 50 à 80 % , Al_2O_3 10 à 25 % , Fe_2O_3 2 à 10 % , CaO 0,5 à 20 % , MgO 0,5 à 5 %). Quand même il n'est pas possible de localiser définitivement en ce moment-ci la production future. Même la localisation d'une production artisanale n'est pas possible sans avoir un minimum d'indication chimique.

3.0 Production industrielle existante

1 Briqueterie de Magnanbougou (ex SEBRIMA)

Il n'ya en ce moment-ci, qu'une petite unité industrielle, pour la production des briques cuites en argile. C'est la briqueterie de Magnanbougou, d'une capacité de 1.500.000 de briques FN 25 x 12 x 6 (En vieux temps, quatre briqueterie ont produit les briques cuites au Mali).

La briqueterie de Magnanbougou, aux alentours de Bamako, exploite le gisement d'argile à côté du Niger. L'équipement mécanique, pour la préparation d'argile et pour la formation de briques, est complété par un alimentateur à caisse, un concasseur à deux cylindres, une presse à vide (agregat vacuum avec la pompe) d'une capacité de 6.000 briques par jour, une coupeuse et des transporteurs. Le four a quatre chambres, liées par la conduite de gaz et du valves (c'est un four "Migeon"). La capacité du four est de 30.000 briques FN chaque 5 ou 6 jours.

2. Possibilités d'augmentation de la production

Il est évident que la production de l'usine en tout cas est trop basse pour les seuls besoins de Bamako. On a déjà dit ici, que la production entière, même forcée, ne peut pas couvrir les besoins pour la construction d'une centaine de maisons faites en briques, par an.

Il y a déjà deux ans, que le propriétaire de l'usine (l'usine est propriété privée) a acheté l'équipement pour la deuxième ligne de préparation de l'argile et de la formation des briques. Les machines ont été payées très chère (8.500.000 F Belge. - par facture). Cet équipement ne fut jamais installé ici et il est déposé sous emballage. Le soussigné n'a pas eu la possibilité de l'examiner.

.../...

En tout cas, le four existant, si bon soit-il, ne peut pas consommer en totalité la capacité de la préparation existante d'argile.

Un nouveau four Hofmann d'une capacité de 4 à 5 millions d'unités de FN (25 x 12 x 6) coûte en ce moment là a peut près 250.000 dollars US. Mais on ne peut pas dire, qu'un tel achat peut résoudre le problème d'une production augmentée, parceque l'expert soussigné n'a pas eu l'occasion de voir et d'étudier l'équipement cité, déposé sous emballage à Magnanbouyou.

4.0 Production existante artisanale des briques cuites en argile

Comme on a déjà dit, l'usage des briques "crues" en banco est prédominante au Mali. Pour cette raison et pour la raison d'une technologie artisanale plus sophistiquée, une production étendue artisanale des briques cuites en argile n'a jamais existée au Mali. La production artisanale des briques cuites en argile n'a pas réussi à s'imposer quoique l'argile est bonne et en abondance (les colonisateurs en ces temps là on construit exclusivement en briques en argile.)

5.0 Effort du CTA pour l'introduction des briques cuites dans l'habitat

La différence de l'habitat en briques banco et celui là en briques cuites en argile est énorme, du point de vue de la qualité physique (la solidité et la stabilité) et aussi du point de vue hygiénique. Puisque l'argile est présent çà et là, il apparaît que l'effort du CTA pour l'introduction de la production artisanale des briques cuites en argile a une perspective réalisable.

6.0 Réalisation de la production artisanale des briques cuites

1. Four artisanal pour la cuisson de 10.000 briques

On propose ici la solution déjà mentionnée (1.6.0). C'est le même four pour cuire la chaux, ici adapté pour cuire des briques en argile. On peut utiliser le projet de four N°1 (Annexe 1), en indiquant le plan N° 3 (Annexe 7) pour la mise en four de briques, avant la cuisson.

.../...

En ce qui concerne la formation des briques crues en argile, on utilise le même procédé manuel (moules) déjà connu au CTA . Le procédé de la préparation d'argile, le séchage inclu, est décrit de manière exhaustive dans la brochure: " La fabrication à une faible échelle des briques cuites pour la construction " par D.W Thomas , édition VITA : Volontaires pour l'assistance Technique (Bibliothèque de CTA Bamako)

2. Cycle annuel de la production

On peut prévoir un cycle réalisable de 20 charges à 10.000 briques par an. (Une charge de 40 m³ et 260 FN 25 x 12 x 6 briques/m³ = cca 10.000 FN) C'est déjà une production artisanale ^{considérable} de 200.000 briques par an.

3. Frais de production et les prix de vente

Le calcul des frais de production et le coût d'une brique produite (43 FM), ici est annexé (Annexe 6)

7.0 Four pour la cuisson des briques de prof. Carlotti

Au bord du Niger, à 10 km au sud-ouest de Bamako, on a construit récemment des très petits fours d'une capacité de 1.000 à 2.000 briques, sous le guide de prof. Carlotti de l'Ecole Nationale d'Ingénieurs. Avec une production maximum d'un cycle de 20 à 30 charges par an, on peut produire là jusque 20.000 à 30.000 FN par an. Pour une capacité si petite, l'exécution du four est d'un niveau technique considérablement élevé. Mais on peut constater l'économie d'une production si petite seulement directement, sur une période à long terme.

Le soussigné est d'opinion, que le CTA peut tirer d'un côté le profit des expériences de Mr Carlotti et d'autre côté examiner les résultats obtenus dans le futur par cette petite briqueterie et planifier l'implantation d'autres fours de ce type, par l'assistance de Mr Carlotti.

3.0.0 PLATRE ET LE RAPPORT DE M. THEUNINCK

Ce matériau est presque inexistant dans l'habitat traditionnel. Son utilisation est en progression dans l'habitat amélioré et récent.

Il y a des gisements de gypse dans les régions de Taoudénit et Tessalit au nord du Mali. L'exploitation des gisements de gypse et la production de plâtre est en cours par la coopération Belge.

La capacité de l'usine est de 100 t/mois. On planifie une augmentation de la production à 10.000 tonnes par an.

Après son arrivée à Bamako, le soussigné a trouvé le rapport de consultation de M. Theuninck, fait dans le cadre du Projet PNUD/MLI/80/001/HABITAT de février 1983. Le rapport cité s'occupe très intensivement, d'une manière étendue, et très profondément, sur quarantaine de pages sous le chapitre 4.1. et sur une dizaine de pages annexées, de tous les problèmes d'exploitation et d'usage de gypse et de plâtre au Mali.

M. Theuninck a traité dans le cadre de son rapport de mission à Tessalit ces problèmes de façon si exhaustive et professionnelle, qu'ici, on n'a rien à ajouter en plus.

T. a . expert de l'O.N.U.D.I


Veljko Namors (Ing. Dipl.)

Annexe 2

Texte: 1.3.3.

Four artisanal 40 m³/charge

cuisson de la chaux 30t/charge

cuisson des briques en argile 10 000 FM/charge

Frais d'investissement

- blocs en pierre, traités pour bâtir les murs 70 m ³	
pierre de la carrière 7 m ³ à 10 000 FM x 70/7	100 000 FM
traitement: 7 m ³ à 3 000 FM x 70/7	30 000 FM
- briques cuites en argile (pavim., plafon, entré du foyer) 3 000 p. à 50 FM	150 000 FM
- briques deux fois cuites pour le fond d'entré du foyer, 200 p. à 60 FM	12 000 FM
- sable pour mortier, 20 m ³ à 2 000 FM	40 000 FM
- chaux pour mortier 3t à 180 000 FM	540 000 FM
- argile 15 m ³ à 5 000 FM	75 000 FM
- 2 p. fermeture en tôle 1,2 m x 0,8 m x 3 mm = 2 x 23 kg = 46 kg à 2 000 FM	92 000 FM

matériaux en total 1 039 000 FM

- transport local 10%	100 000 FM
- main d'oeuvre	
massons qual. 3 x 15 jours à 3 000 FM	135 000 FM
main d'oeuvre simple 5 x 15 jours à 1 000 FM	75 000 FM

frais d'investissement en total 1 349 000 FM

Four artisanal 40 m³

Frais de production de la chaux

Charge: 30 t de chaux; une charge par mois -
- 300 t de chaux/an

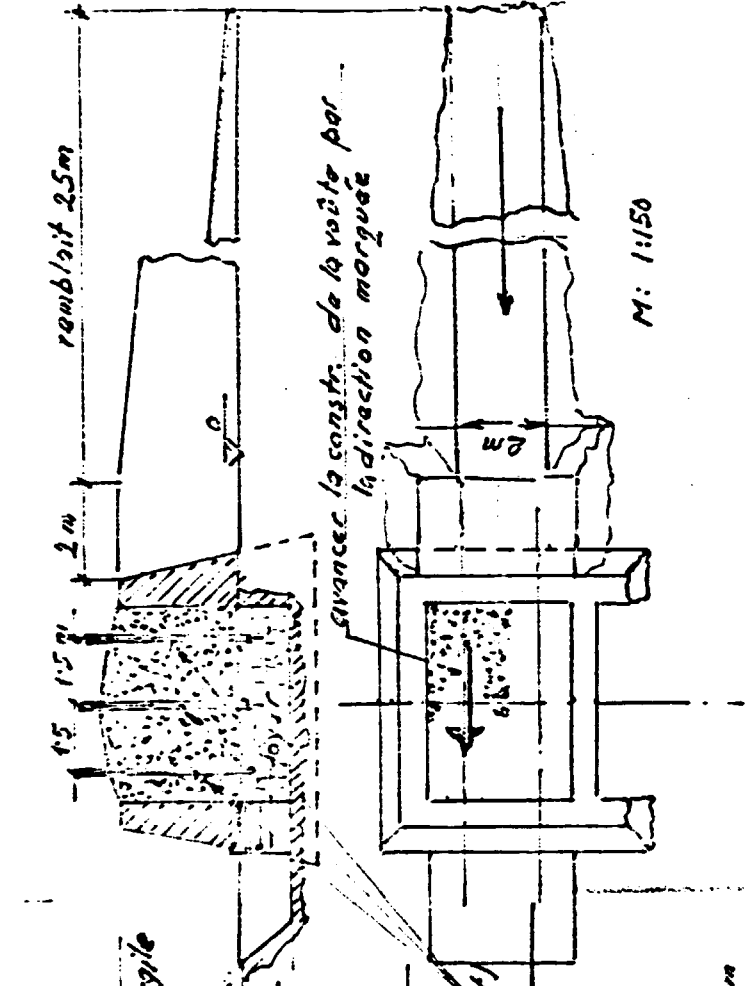
- calcaire 40 m ³ à 2 000 FM	80 000 FM
- bois (3 000 kcal/kg); 1 500 000 kcal/1 t de chaux = 500 kg/1 t de chaux; 15 000 kg de b./ch. = 700 fagot gros à 21 kg à 1 000 FM	700 000 FM
- main d'oeuvre: 2 personnes qualifiées; 100 000 FM à mois et ch.	200 000 FM
10 personnes à 30 000 FM à mois et ch.	300 000 FM
- frais imprévue	150 000 FM

TOTAL pour 30 t de
chaux/charge et mois 1 430 000 FM

Pour une tonne de chaux
1 430 000 : 30 47 500 FM

- amortissement et frais d'entretien (voir 1.3.4.) 1 600 FM

TOTAL: frais d'une tonne,
sortie usine 49 100 FM



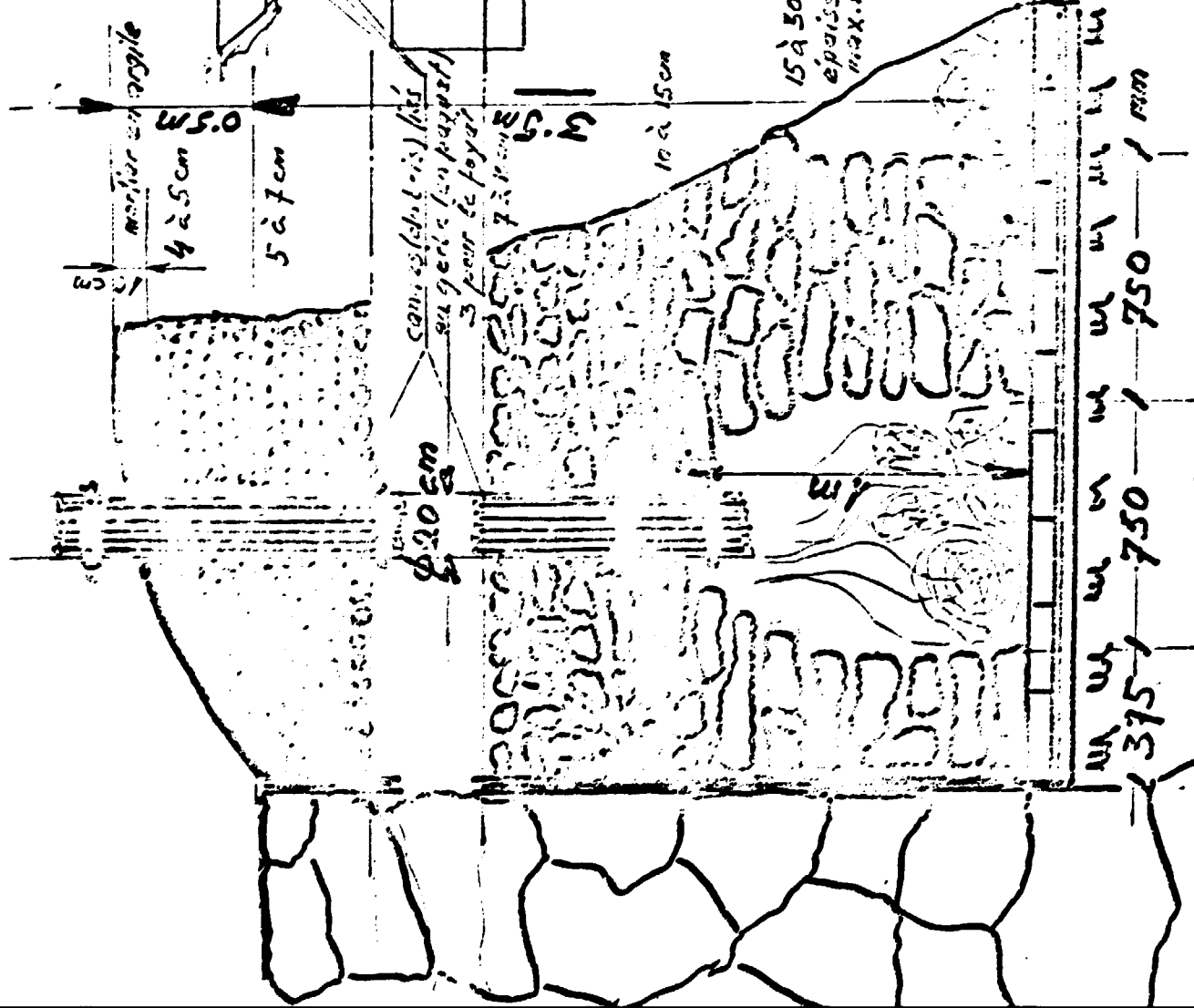
Four artisanal (No.2)
Disposition: calcaire (26t)

Bomako le 11 Mars 1993

[Handwritten signature]

Annexe 4

(on texte: 1.3.7)



Instructions sur la cuisson de la chaux

- 1) Il est indispensable que le combustible soit tout à fait sec.
- 2) Pour un four construit nouvellement, le préchauffage commence par une combustion pas trop forte, pendant cinq jours successifs. Pour un four déjà introduit précédemment, le préchauffage dure deux à trois jours.
- 3) Le préchauffage est accompli le jour, où la fumée blanche - grisâtre au début, devient plus sombre.
- 4) Le jour après, on commence à forcer la combustion. Le chauffage forcé dure cinq jours. C'est la période de la cuisson. Pendant cette période la combustion est très forte, jour et nuit uniforme, et sans interruption .
- 5) De temps en temps le chauffeur pousse, à l'aide d'un bâton en fer, la cendre de part et d'autre du foyer, en chargeant de nouveau la quantité suffisante du bois sur toute la longueur du foyer. C'est l'entretien ininterrompu et fort de la combustion, qui est décisif pour la cuisson uniforme de la chaux.
- 6) La fermeture en tôle de l'entrée du foyer reste inclinée, et l'inclinaison réglée (sauf en temps d'intervention au foyer), ce que permet le passage d'une quantité suffisante de l'air.
- 7) Le réglage de la cuisson suit la couleur de la chaux, visible dans les trous par le haut. La couleur et l'éclat de la chaux étant fortement rouge dans un trou, et en même temps expressivement faible dans l'autre, il faut qu'on couvre le premier trou par des pierres et par du mortier en argile. De cette manière, on ouvre ou on couvre successivement les trous, si nécessaire.
- 8) Au cours de la cuisson il faut observer le four entier, sa surface et ses murailles, et réparer les fêlures du crepi en argile.
- 9) Au début de la période de cuisson, la fumée sortant par les trous verticaux au sommet des fours, est d'une couleur sombre - grisâtre. Avec le temps la couleur devient de plus en plus bleu-claire. Après cinq jours de chauffage forcé, des courtes flammes d'une couleur bleu-vert apparaissent. La coupole du four s'enfonce et s'aplanit.

Annexe 5 (2)

- 10) La cuisson est accomplie, quand on peut s'apercevoir, que la couleur de la chaux visible par les trous, est d'un éclat jaunâtre aux couches inférieures et d'un éclat jaune-rougeâtre aux couches supérieures.
- 11) La cuisson finie, on découvre tous les trous au dessus du four et on ouvre complètement la fermeture en tôle du foyer.
- 12) Après deux ou trois jours de refroidissement, on enlève la paroi provisoire et commence de vider le four.
- 13) Le four une fois vide, on répare le crépi en argile et remet de nouveau la paroi provisoire.

Four artisanal 40 m³Frais de production des briques en argile

Charge: 10 000 de briques (FM 24 x 11 x 5,5) - 30 t de briques crues
deux charges par mois - 200 000 briques par an

Par charge:

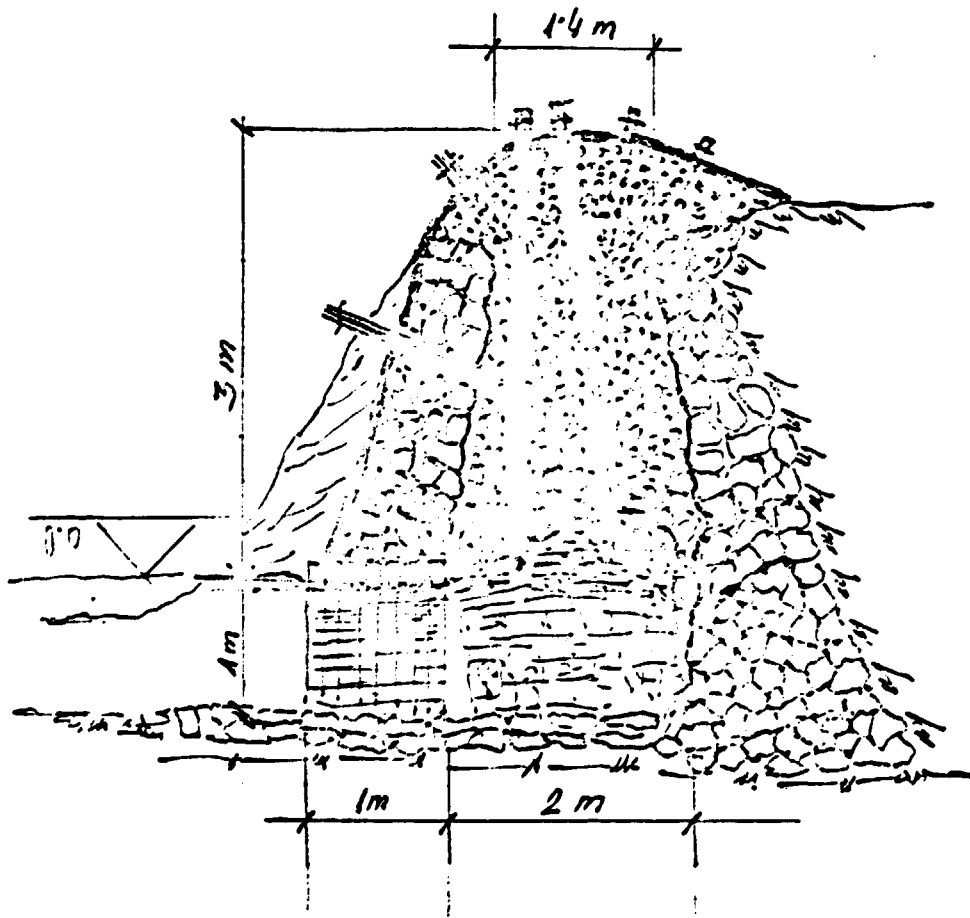
- argile 20 m ³ à 1 000 FM	20 000 FM
- main d'oeuvre pour préparation de l'argile, formation des briques, mise en four, cuisson	
1 personne qualifiée 100 000 FM à mois; par charge	50 000 FM
5 personnes 30 000 FM à mois; par charge	75 000 FM
- bois (3 000 kcal/kg); 500 000 kcal/t briques crues	
: 3 000 = 170 kg/t; x 30 = 5 000 kg =	
= 240 fagot gros à 21 kg à 1 000 FM	240 000 FM
- frais imprévue, environ 5%	20 000 FM

EN TOTAL POUR 10 000 BRIQUES 405 000 FM

Pour un brique	40,5 FM
- amortissement et frais d'entretien annuel 470 000 (voir 1.3.4)	
pour 1 brique 470 000 : 200 000	2,5 FM

TOTAL: FRAIS D'UN BRIQUE,
SORTIE USINE 43,00 FM

Annexe 6a



— Petit four à chaux, amos'

— Vol. $5m^3$

— Calcaire 8 t

— Chaux 4 t

Bamako le 25 mai 1963

[Signature]

Annexe 7

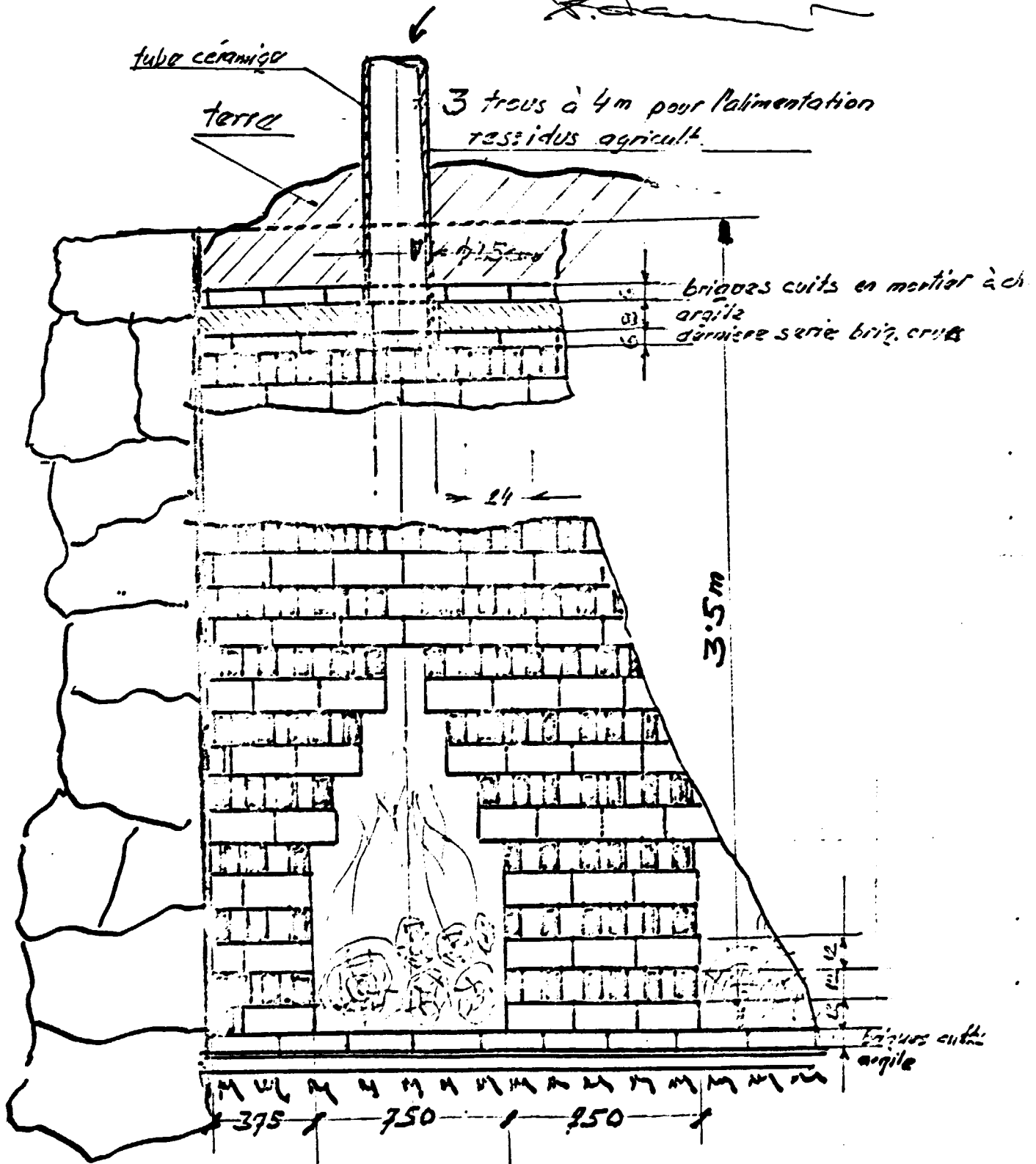
(en texte 2.6.1.)

Four artisanal / N°3/

Disposition : briques crues (260 / m³)

Bamako le 17 mars 1973

R. Sam



Information: four à chaux classique adapté au chauffage au mazout

La mission avait presque touché à sa fin, quand le soussigné fut confronté à la demande d'analyser la possibilité d'installation d'un type de four à chaux classique, mais adapté au chauffage au mazout.

En principe, une telle adaptation d'un four classique, déjà existant, avec le tirage artificiel de gaz, est possible (tandis que le type "semi-industriel" avec le tirage naturel, sans exhausteur, n'est pas adaptable au mazout du tout).

On a adapté en Europe, de 1945 à 1965, de cette manière, un certain nombre des déjà existants, ayant des capacités de 15 à 30 t/jour (fréquemment aussi avec le chauffage mixte). Mais on n'a pas bâti de cette manière des fours nouveaux (sauf des exceptions).

Il s'est avéré que la construction du four classique, ayant la charge spécifique de volume très basse (250 à 400 kg d.ch/m³) et la chemise interne (réfractaire et non-abrasive) et externe (statique), très volumineuse, ne répond pas au combustible liquide, d'une haute valeur calorifique. En même temps, le passage très rapide du matériel chauffé et les pertes considérables de chaleur d'un tel four, exigent une construction tout autre.

C'est pourquoi l'évolution technique des fours à chaux modernes s'est mis en nouvelle route: la chemise interne d'un volume petit du matériel réfractaire et non-abrasif d'une haute qualité; la chemise externe en tôle; charge spécifique du volume très haut.

L'exécution robuste et lourde des fours classiques n'a pas supporté les frais d'une quantité énorme de matériel réfractaire et non-abrasif, qu'un chauffage au combustible liquide en exige.

Pourtant, le nouveau type de four moderne n'est rentable qu'à partir d'une capacité minimum de 40 à 50t de chaux par jour. C'est pourquoi il paraît à première vue que la demande posée auparavant est justifiée.

En suite, le soussigné a essayé de mettre la chose au point, par une courte analyse approximative et comparative.

1.0 Four à chaux classique de 15 t/j., adapté
au chauffage au mazout

1.1 Données principales technologiques:

- Quantité du calcaire (t) $15 \times 100/56 =$	27 t
- Quantité du calcaire (m^3) $27/1,5 =$	$18 m^3$
- Volume du four $18 m^3 \times 3 =$	$54 m^3$
- Diamètre du four (part inf. du puits)=	2,2 m
- Section (part inf.): $2,2^2 \pi/4 =$	$3,8 m^2$
- Hauteur supérieur du puits $54/3,8 =$	14 m
- Hauteur total =	20 m
- Volume est chargé de $15\ 000/54$	$280 kg/m^3$
- Exhauteur (quantité du gaz)	$15\ 000 m^3$ ef/h
- " - (force motr.)	13,5 kw
- " - (temper. du gaz)	$450^\circ C$
- " - (exh.)	400 mm
- Consommation de la chaleur 20% - $20 \times 7\ 000 =$	140 000 kcal/100 kg
- (Compar.: consommation d'un four moderne 13% - $13 \times 7\ 000 =$	90 000 kcal/100 kg
- Quantité de combust. liquide: $20 \times 7\ 000/9\ 500 =$	15 kg/100 kg
- (Compar.: quantité pour un four moderne : $13 \times 7\ 000/9\ 500 =$	9,5 kg/100 kg
- Cycle annuel et la product. annuelle $230 j \times 15 =$	3 500 t/an
- (Compar.: cycle et prod. d'un four moderne $280 j \times 15 =$	4 200 t/an

1.2 Matériel principal pour le four

- Briques façonnées resist. therm. et abr. -	$35 m^3 =$	70 t
- Briques façonnées refract. (couche d'isol)	$36 m^3 =$	65 t
- Briques façonnées haute résist. stat.	$110 m^3 =$	200 t
- Matériel infus.	$40 m^3 =$	50 t
- Briques façonnées en mortier chaux	$140 m^3 =$	260 t
- Béton ($450 kg/cm^2$)	$150 m^3 =$	330 t
Ciment portl., ciment lafarge, chaux, sable, argile compris		

TOTAL

975 t

Estimé par les prix européens 70 000 \$ EU

1.3 Equipement principal pour le four:

- Exhausteur 15 000 m³ ef/h, 13,5 Kw
400 mm H²O, 400°C
- Ventilateurs haute pression 2x
- Tubes en tôle (liaisons) et la cheminée
- Fermeture en haut
- Fermeture en bas
- Elévateur
- Brûleurs 4x
- Constructions (corridors, passages etc.)

Estimé (prix européen) 35 000 \$ EU

1.4 Travaux pour bâtir le four:	100 000 \$ EU
1.5 Conduite électrique (20% d'équip.)	7 500 \$ EU
1.6 Montage (20% d'équip.)	7 500 \$ EU

Equipement pour carrière

1.6 Damper, concasseur, outillage	40 000 \$ EU
1.7 Citerne mazout; préchauffage mazout, etc.	50 000 \$ EU
1.8 Imprévue	10 000 \$ EU
1.9 Transport.	10 000 \$ EU
TOTAL 1,2 à 1,9	330 000 \$ EU
	x 670 = 220 000 000 FM

Ici n'est pas incluse: makro-infrastructure (la route, la cond. d'électricité, transformateur, citerne pour l'eau).

2.0 Four à chaux, exécution moderne, 15 t/j.

Pour un four à chaux moderne on peut estimer un prix pareil à ce d'un four classique (la carrière et micro-infrastructure inclus).

330 000 \$ EU
x 670 = 220 000 000 FM

Pourtant ce prix peut varier considérablement d'un fournisseur à l'autre.

3.0 Frais d'exploitation

(Une analyse comparative four classique adapté - four moderne)

Solution classique	Solution moderne
15 t x 230 j	15 t x 280 j
= 3 500 t/an	= 4 200 t/an
FM	FM

3.1 Mazout

Classique	150 kg/t = 150 x 3 500 = 510 000 kg/an x 190 FM = 97 000 000 FM/an + transport 15% = 97 mi.FM x 1,15/3500	31 600
Moderne	95 kg/t = 95 x 4 200 = 400 000 kg/an x 190 FM = 76 000 000 FM/an + trans- port 15% = 97 mi.FM x x 1,15/4 200	20 700

3.2 Electricité

Classique	25 Kw. 24 h = 600 Kwh/j x x 230 j = 140 000 Kwh/an x x 130 FM = 18 000 000 FM/3 500	5 100
Moderne	25 Kw. 24 h = 600 Kwh/j x x 280 j = 170 000 Kwh/an x x 130 FM = 22 000 000 FM/4 200	5 200

3.3 Main d'oeuvre (four et carrière)

	60 ouvriers x 30 000 FM/mois x x 12 = 21 500 000 FM/an 6 qualifiés x 100 000 FM/mois x x 12 = 7 200 000 FM/an	
Classique	28 700 000 FM/3 500	8 200
Moderne	28 700 000 FM/4 200	6 800

3.4 Amortissement (structure petite échelle)

	10% d'investissement x 220 mi. FM/10 =	
Classique	22 000 000 FM/3 500	6 300
Moderne	22 000 000 FM/4 200	5 200

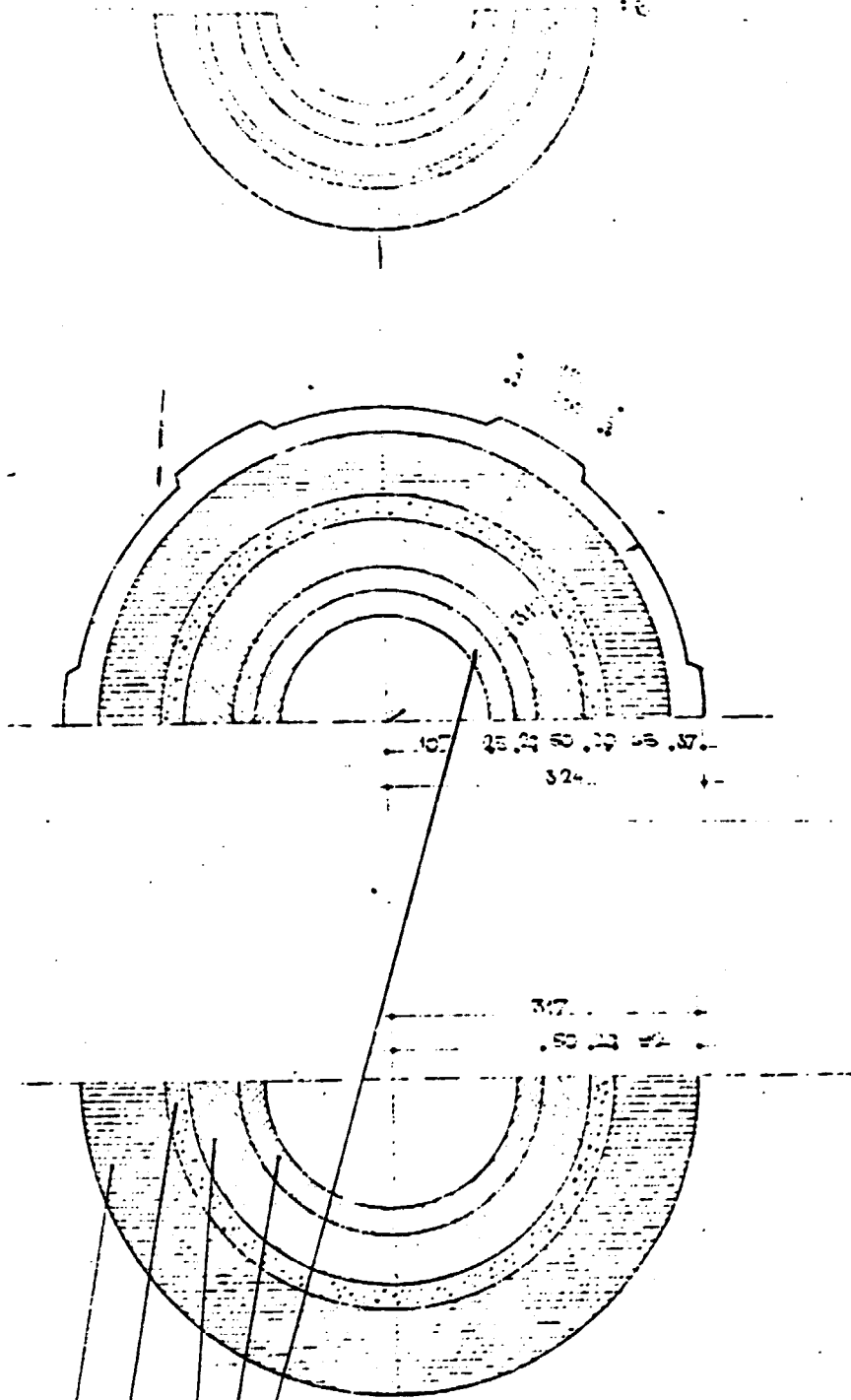
3.5 <u>Amortissement (structure grande échelle)</u> (route, cond. élec. etc.) estimé à environ 10 000 000 FM/an		
Classique	10 000 000 FM/3 500	2 900
Moderne	10 000 000 FM/4 200	2 400
3.6 <u>Intérêts du capital prêt (200 M. FM)</u> 20 M. FM sans intérêt		
	10% du 200 M. FM pour 5 années en moyen environ 10 000 000 FM/mois + 10% des fonds de roulement (mazout pour 2 mois) environ 2 M. FM/an	
Classique	12 000 000 FM/3 500	3 600
Moderne	12 000 000 FM/4 200	3 000
3.7 <u>Entretien</u> (normalement 4% des frais total)		
Classique	Elevé à 10% (la chemise thermo-abrasive très chargée)	7 000
Moderne	Elevé à 12% (lachat de p. à rech.)	6 000
3.8 <u>Huile, autres</u>% de frais total:		
Classique	5% de frais total	3 500
Moderne	6% de frais total	3 000
	TOTAL frais d'expl. pour 1 tonne	68 200
		52 300
3.9 Taxes, assurances, traitement directeurs, fonds de réserve etc. etc. 15%		
		10 000
		8 000
3.10 PRIX de REVIENT (FM/tonne)		
		78 200
		60 300
4.0 Frais d'exploitation total/an (3.10 x 3 500; 3.10 x 4 200)		
	275 000 000	250 000 000
5.0 Remboursement des prêts 200 000 000 FM : 5 ans		
	40 000 000	40 000 000
6.0 Chiffre d'affaire (4.0 + 5.0)		
	315 000 000	290 000 000
7.0 Bénéfice net = 0 pendant premières 5 années (remboursement = bénéfices bruts)		
	0	0
8.0 Bénéfice brut		
	40 000 000	40 000 000

9.0 Prix sortie usine (6.0/3 500; 6.0/4 200) FM/t	FM/t 90 000	FM/t 69 000
10.0 Transport, commerce, marges, taxes + 30 à 40% FM/t	+30 000	+20 000
11.0 Prix de la vente au détail FM/t	120 000	90 000
Prix de la vente au détail MAXIMUM (encore) raisonnable FM/t	75 000	75 000

Le prix de la vente au détail, d'une production hypothétique, dans une usine classique, adaptée au mazout, surpasse le prix maximum raisonnable de 60%, et dans une usine moderne, d'une capacité de seulement 15 t/jour de 20% !!

Ni la première, ni la deuxième solution n'est rentable

Cette analyse superficielle n'a qu'une valeur
d'information générale



LEGENDE:

- BRIQUES FAÇONNÉES RÉSISTENTS A ABRAS.
- BRIQUES FAÇONNÉES EN MORTIER → (50% ciment)
(25% ciment)
(10% ciment)
- ~~BRIQUES FAÇONNÉES~~ MORTIER EN ARGILE
- MATÉRIEL INFUSOR.
- BRIQUES FAÇONNÉES REFRACT.

