



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

Distr. RESTREINTE

08892

DP/ID/SER.B/1...
22 janvier 1979
Français

EXPERTISE DE L'ETUDE DE FAISABILITE
DE LA SECONDE CIMENTERIE DU MALI^{*/}

SI/MALI/79/803
MALI

Rapport final

Etabli pour le Gouvernement du Mali par
l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel,
l'Organisation chargée de l'exécution pour le compte du
Programme des Nations Unies pour le développement

D'après les travaux de M. Marc Curtens et François C. Grandjean,
spécialistes dans l'industrie du ciment

Organisme des Nations Unies pour le développement industriel

Vienne

^{*/} Le présent document n'a pas fait l'objet d'une révision post-rédactionnelle.

11.79-338

Les cartes ont été préparées dans cette publication et la présentation des
états plus récemment accomplie de la part du Secrétariat de l'Organisation
semble être l'œuvre d'une prise de position quant au statut juridique des pays,
c'est-à-dire, selon qu'ils ont, ou ne les ont pas, ratifié ou adhéré au traité de
Paris de 1947 ou à ses protocoles.

Les dénominations indiquées sur les cartes n'ont pas de caractère officiel
de la part de l'Organisation des Nations Unies.

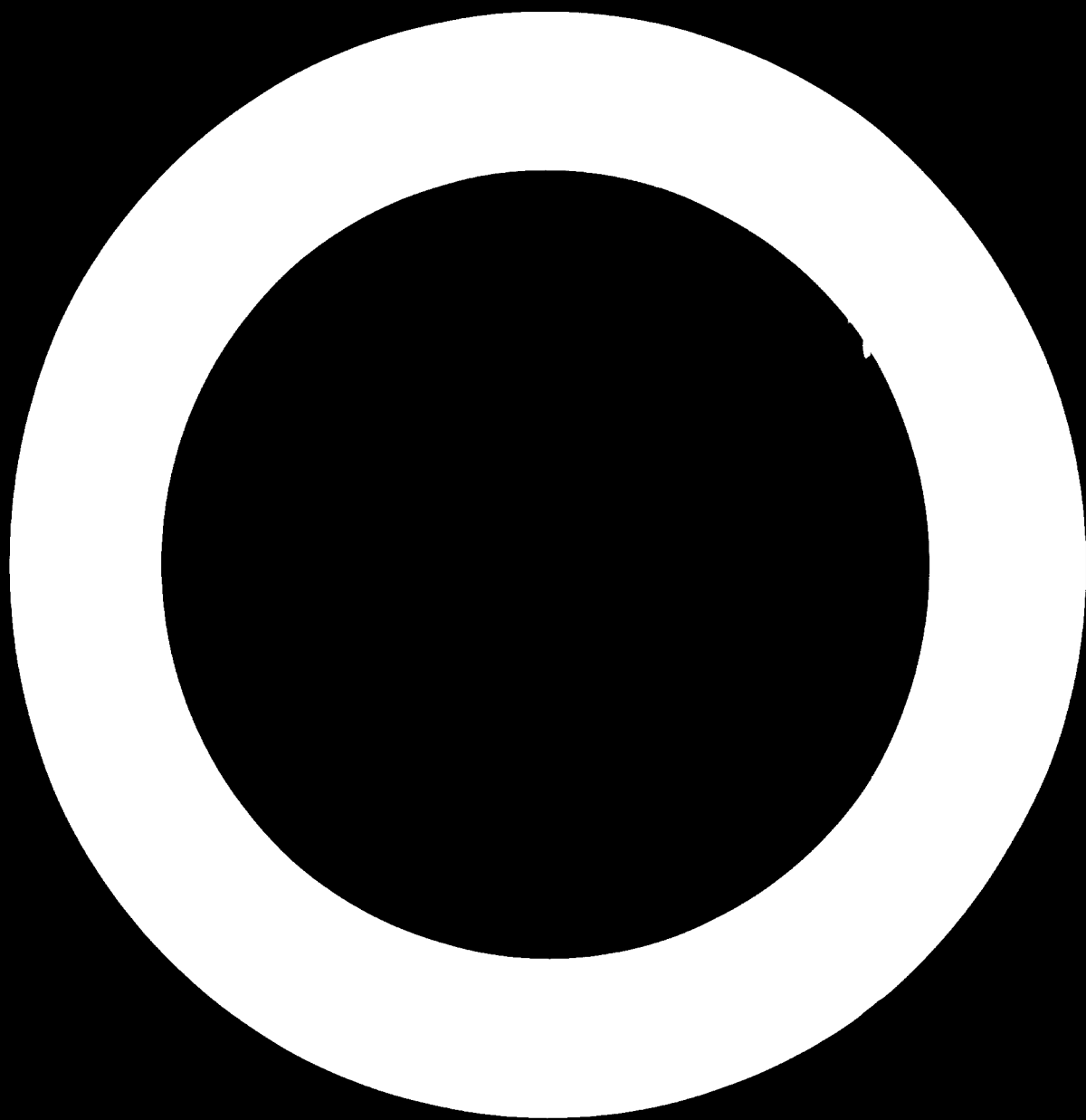
Les cartes dans le texte de la présente publication ont été préparées d'après
les données les plus récentes de la position en leur faveur par la part de
l'Organisation des Nations Unies pour le développement économique (UNDP).

Table des matières

<u>Chapitres</u>	<u>Pages</u>
INTRODUCTION	5
1. ESTIMATION DES BESOINS EN CIMENT	7
2. CHOIX DE LA CAPACITE DE PRODUCTION A INSTALLER	17
3. DISPONIBILITE ET QUALITE DES MATIERES PREMIERES	20
4. CHOIX DE L'IMPLANTATION DE LA NOUVELLE CIMENTERIE	32
5. CHOIX DES PROCEDES ET DES MACHINES	34
6. PROBLEME DES TRANSPORTS	41
7. RENTABILITE DU PROJET	46
8. CONCLUSIONS	48

Annexes

1. Planning prévisionnel de la réalisation	49
2. Influence de la taille et du procédé sur le coût du ciment, départ usine	50
3. Coups de sondage	51
4. Calculs des mélanges	52
5. Description de l'usine de Diamou	63



INTRODUCTION

A la demande du Gouvernement Malien, l'ONUDI a demandé, en juin 1978, à Messieurs Marc COURTENS et François COPPENS d'ECKENBRUGGE de procéder à un examen critique de l'étude de faisabilité de la deuxième cimenterie à construire au Mali, étude réalisée par le Groupement Dyckerhoff-Zementwerke AG/FGU-Kronberg GmbH, en 1976 et en 1977.

Il a été expressément demandé de mettre l'accent principal dans cet examen sur l'étude de marché et les conclusions relatives à la capacité de production à prévoir.

L'ensemble de l'expertise a porté sur les aspects suivants de l'étude de faisabilité :

- L'estimation des besoins actuels et futurs en ciment pour l'ensemble du Mali.
- La capacité des installations de production supplémentaires, compte tenu des besoins et des possibilités techniques et économiques.
- La disponibilité, la qualité et l'aptitude des matières premières à fabriquer le ciment voulu.
- L'implantation des nouvelles installations.
- Le choix des procédés et des machines.
- Le transport des matières premières, du ciment et des équipements.
- La rentabilité du projet, compte tenu des investissements propres à la cimenterie et aux infrastructures.

Pour la réalisation de cette expertise, Messieurs M. COURTENS et F. COPPENS d'ECKENBRUGGE ont effectué au Mali deux missions :

- L'une, de caractère économique, pour approfondir les possibilités d'évolution du marché du ciment et rechercher les différents facteurs susceptibles d'influencer l'économie du projet.
- L'autre, de caractère technique, pour rechercher et vérifier toutes les possibilités de réaliser l'augmentation de capacité de production.

Au cours des missions, le gisement de calcaire, le site d'Astro, la carrière de Gangonteri et l'usine de Diamou ont été examinés, ainsi que les moyens de transport par route, par fer et par eau.

Messieurs M. COURTENS et F. COPPENS d'ECKENBRUGGE remercient toutes les personnes de Bamako et de Diamou qui les ont aidés dans l'accomplissement de leur mission.

1. ESTIMATION DES BESOINS EN CIMENT.

1.1 Selon l'étude de faisabilité, la demande malienne en ciment Portland atteindra, sans tenir compte des grands travaux, les niveaux suivants :

- 170.000 t en 1980
- 240.000 t en 1985
- 350.000 t en 1990.

Si l'on tient compte des grands travaux prévus (essentiellement des barrages), les besoins globaux se situent entre 280.000 t à partir de 1981 et 350.000 t en 1990.

L'établissement de ces niveaux de consommation est basé essentiellement sur un recensement détaillé des projets de toutes tailles et émanant de tous les consommateurs potentiels de ciment. Ce recensement aboutit, en résumé, à évaluer à \pm 50.000 t la lacune d'offre existant en 1975, ce qui fixe à \pm 117.000 t le niveau de consommation fictif (c'est-à-dire consommation réelle plus lacune d'offre) de cette année là. En outre, l'étude retient la valeur de 7,5 % comme taux de croissance annuelle de la consommation de ciment, grands travaux exclus, à partir de ce niveau de consommation.

1.2 Au départ du niveau de consommation réel en 1975, les résultats de l'étude de faisabilité conduisent à admettre un taux de croissance de la consommation permanente (c'est-à-dire hors grands travaux) de 15 % entre les années 1975 et 1985.

Une telle valeur du taux de croissance ne se rencontre qu'à très court terme et à la suite de besoins exceptionnels, tels ceux requis pour réaliser certaines catégories de grands travaux (barrages, ...)

Ce résultat provient du fait qu'il n'a pas été tenu compte

suffisamment dans l'étude de faisabilité de ce que les phénomènes économiques se déroulent en fait progressivement. Bien qu'au Mali, il existe certainement une lacune d'offre importante, l'économie du pays ne peut absorber une telle lacune quasi simultanément à la mise à disposition de nouvelles quantités de ciment.

C'est pourquoi, il paraît primordial, pour éviter une telle contradiction, de s'appuyer davantage sur les conditions économiques du pays, que sur le recensement détaillé des besoins.

1.3 La consommation de ciment dans un pays donné est étroitement liée aux facteurs suivants :

- L'activité économique générale ou la capacité d'absorption du ciment par le marché.
- La disponibilité ou pénurie de ciment sur le marché.
- Le coût du ciment sur le marché.

1.4 On constate que, sauf anomalie dans le coût ou dans la disponibilité du ciment, la consommation de ciment d'un pays est étroitement liée à son économie générale, représentée par un indicateur économique approprié, soit le produit intérieur brut (P.I.B.).

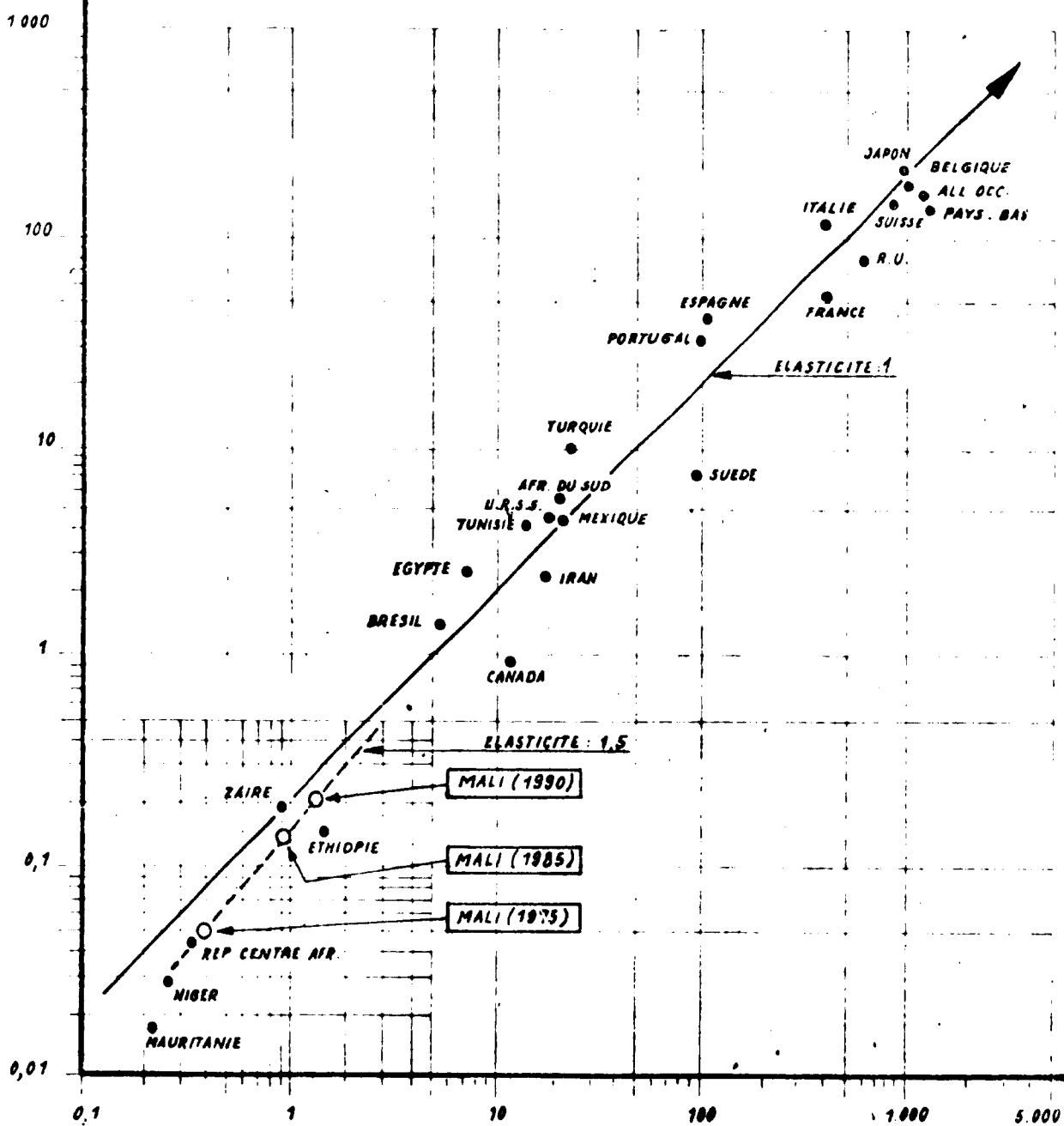
Le graphique n° 1 page 5 donne la relation établie entre la consommation de ciment par km^2 et le produit intérieur brut par km^2 pour les principaux pays du monde.

Cette relation, représentée par une droite en coordonnées logarithmiques, montre que dans les pays développés, le taux d'accrois-

Liaison
Consommation de ciment - Produit intérieur brut
APERÇU INTERNATIONAL.

CIMENTERIE MALI
EXPERTISE
GRAPHIQUE 1

CONSOMMATION DE CIMENT
en tonnes par km²



PRODUIT INTERIEUR BRUT
en milliers de \$ U.S. par km²

sement de la consommation de ciment est égal au taux d'accroissement du P.I.B., autrement dit, l'élasticité ou le rapport de ces taux est égal à 1. On constate, par contre, que pour les pays à faible niveau de consommation et en cours de développement, l'accroissement de la consommation de ciment est plus rapide que celui du P.I.B., c'est-à-dire l'élasticité devient supérieure à 1, et peut atteindre des valeurs comprises entre 1,4 et 1,6.

Si on reporte sur ce graphique le point figuratif de la consommation au Mali en 1975, à partir des données suivantes :

- superficie	:	1.240.000 km ²
- revenu par habitant	:	85 US \$
- nombre d'habitants	:	5,7 x 10 ⁶
- quantité de ciment consommée	:	65.000 t/an

on constate que ce point se situe dans la même zone que celui du Niger ou de la République Centre Africaine et en dessous de la droite de corrélation.

Ceci traduit bien l'existence d'une lacune d'offre théorique d'environ 25.000 t, qui porterait le niveau de consommation fictif en 1975 à 90.000 t.

En considérant,

- d'une part, un taux de croissance annuelle de 6,5 % du P.I.B., taux admis dans des études générales sur le développement des pays africains,
- d'autre part, une valeur de l'élasticité de 1,5, c'est-à-dire un taux de croissance de la consommation de ciment de 10 % environ, au départ de la consommation réelle en 1975,

on obtient les niveaux de consommation suivants (hors grands travaux) :

- 160.000 t en 1985
- 260.000 t en 1990.

Les points figuratifs de ces niveaux sur le graphique, se situant en dessous de la droite de corrélation, montrent que le marché du Mali reste théoriquement demandeur, et que les possibilités d'absorption de la production ne sont pas épuisées. Ces valeurs paraissent être plus réalistes.

- 1.5 Le marché du ciment au Mali est dans une situation de pénurie, vu l'insuffisance de la production nationale et le coût des importations.

A ce propos, l'étude de faisabilité considère que le marché cimentier des pays limitrophes risquera d'être excédentaire à partir de 1980, ce qui pourrait avoir des répercussions non négligeables sur le marché national du Mali, enclavé par ces pays.

Cependant, des études effectuées en 1977 ont montré que le marché cimentier d'Afrique Occidentale, malgré la réalisation des projets connus à ce jour, restera déficitaire au moins pour les 10 années à venir.



Les résultats de ces études sont synthétisés sur la carte n° 1 et le graphique n° 2.

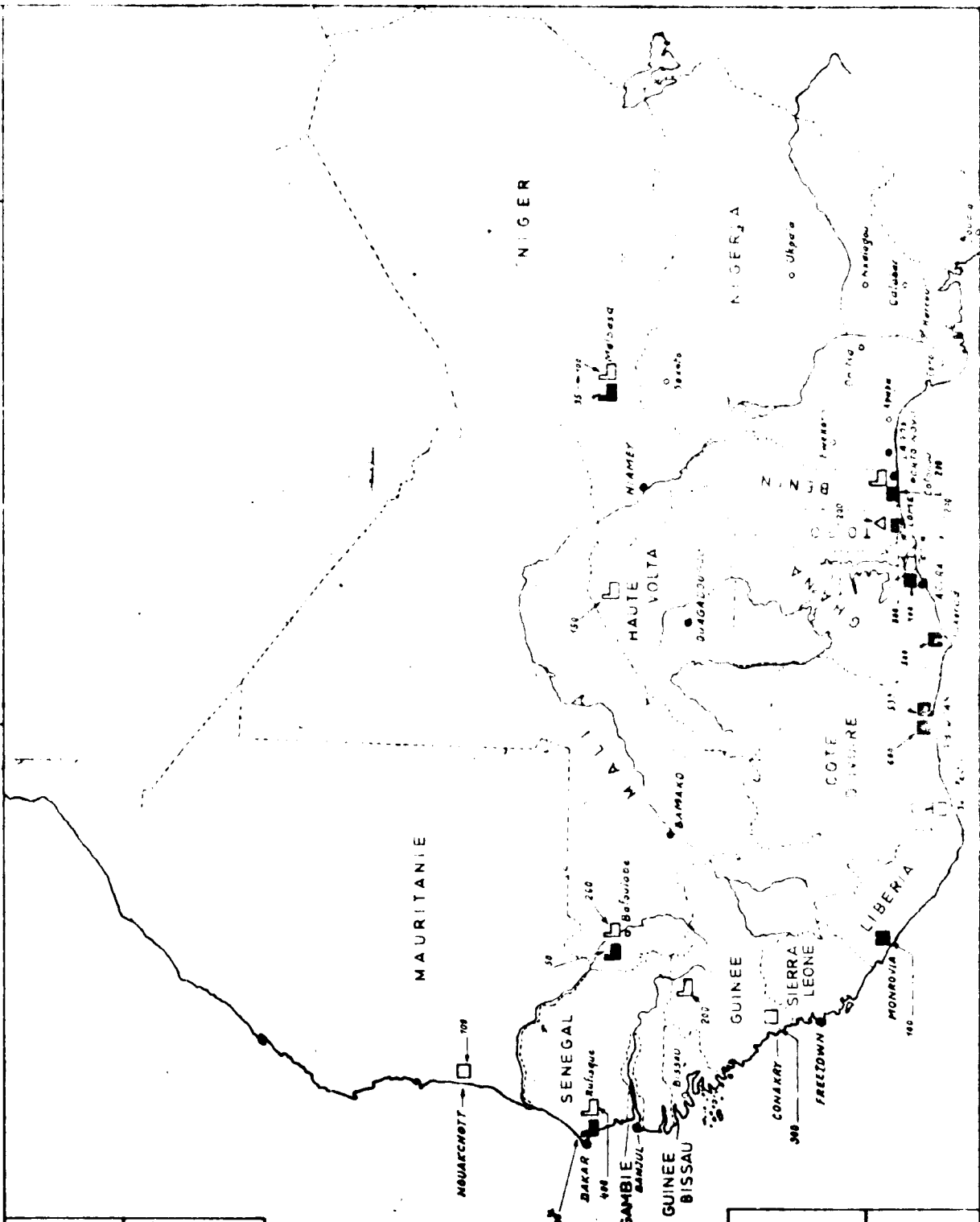
La carte n° 1 donne la localisation et les capacités de production des cimenteries, clinkereries et ateliers de mouture de l'Afrique Occidentale.

Le graphique n° 2 donne l'évolution des besoins et déficits en clinker pour les pays de l'Afrique Occidentale riverains de l'Océan




LOCALISATION DES CENTRES DE PRODUCTION

CENTRES DE PRODUCTION EN ACTIVITE EN 1975
 (Mali, Hautes-Voltes et Niger inclus)

	CIMENTERIE	400
	ATELIER DE MOUTURE	
CAPACITE CLINBER		
-	Libéria	400
-	Côte d'Ivoire	1 100
-	Ghana	300
-	Togo	200
-	Bénin	800
		2 500



PROJETS : CAPACITE TOTALE pour 1980 - 1985
 (Mali, Hautes-Voltes et Niger inclus)

	CIMENTERIE	1 000
	ATELIER DE MOUTURE	
	CLINBERIE	
CAPACITE CLINBER		
-	Senegal	1 000
-	Guinée	500
-	Togo	1 200
-	Bénin	-
		2 700

**BESOINS ET DEFICITS EN CLINKER.
AFRIQUE OCCIDENTALE.
(PAYS ENCLAVES ET NIGERIA EXCLUS)**

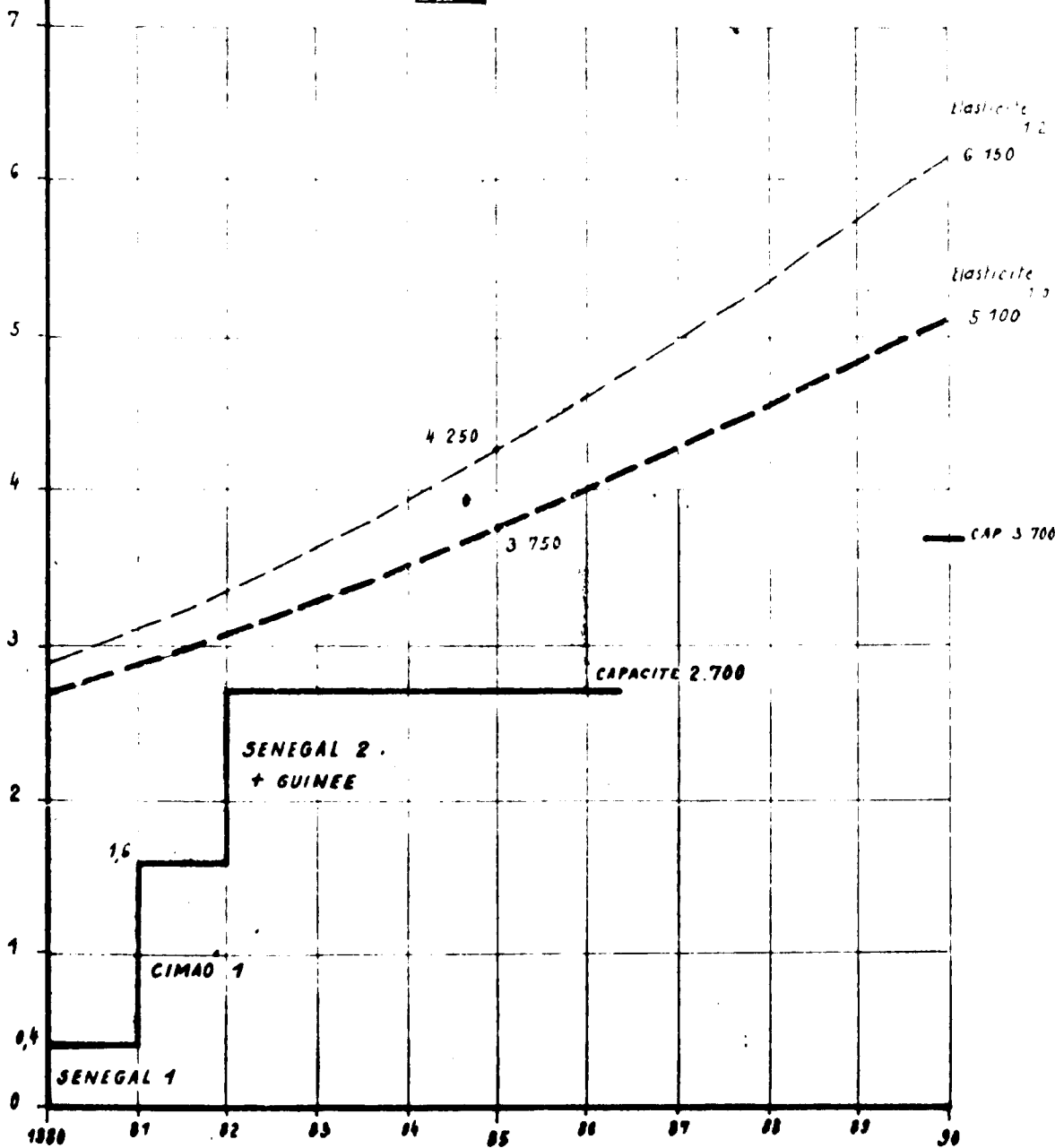
CIMENTERIE MALI
EXPERTISE

GRAPHIQUE 2

HYP. 100% DE CIMENT PORTLAND A 95% DE CLINKER.

MILLIONS DE TONNES

☐ = DEFICITS A COUVRIR



Atlantique, à l'exclusion du Nigéria. Les pays enclavés, tels le Mali, la Haute Volta et le Niger n'interviennent pas dans le tracé de ce graphique. Le déficit en clinker à couvrir est représenté par la zone ombrée, pour une élasticité de valeur 1.

Pour une évolution plus rapide de la consommation de ciment, c'est-à-dire pour une élasticité supérieure à 1 - qui est la plus probable dans les pays en voie de développement - ce déficit sera évidemment plus important et pourrait atteindre en 1985 1,5 million de tonnes.

Ce déficit exprimé en clinker est peu différent du déficit en ciment, au correctif près des ateliers de mouture prévus en Mauritanie et en République du Cap Vert (représentant ensemble au maximum 220.000 t/an) qui seraient approvisionnés à partir d'Europe.

Ce graphique montre donc bien que les pays limitrophes du Mali resteront déficitaires en ciment et qu'en conséquence, les importations à partir de ces pays ne pourront avoir lieu, à l'avenir, que sporadiquement et à des coûts élevés, comme c'est le cas actuellement.

Dès lors, on peut certainement considérer que le marché cimentier du Mali est un système fermé, excluant toute possibilité d'importation significative de ciment à un prix compétitif.

- 1.6 Il est évident que pour pouvoir satisfaire pratiquement les besoins en ciment définis théoriquement, il faut que son prix de vente soit compatible avec les possibilités économiques du pays.

Or, comparativement aux prix pratiqués dans les pays limitrophes, le prix de vente, départ usine, au Mali est actuellement plus élevé.

En effet, le prix départ usine est de 40.000 FM/t, soit 60.000 FM/t rendu Bamako, alors qu'il varie entre 12.000 et 15.000 FCFA/t (soit 24.000 à 30.000 FM/t) au départ des usines de Côte d'Ivoire et du Sénégal.

Cependant, toutes autres choses restant égales, le coût de la production de ciment au départ d'une usine dont la capacité sera 4 à 5 fois supérieure à l'usine existante, sera certainement inférieur au coût actuel. Il sera donc possible, par la création d'une nouvelle unité de production de capacité suffisante, d'abaisser le coût départ usine, et par là, favoriser l'expansion de la consommation de ciment par absorption progressive des besoins existants non satisfaits.

Ceci justifie les hypothèses sur l'évolution plus rapide de la consommation de ciment par rapport à l'évolution du P.I.B.

- 1.7 Les considérations précédentes montrent qu'il paraît plus réaliste de prendre comme point de départ de l'estimation des besoins futurs en ciment, le niveau moyen de la consommation actuelle et d'y affecter un taux de croissance de l'ordre de 10 %, traduisant ainsi le rattrapage progressif de la lacune d'offre existante. Par ailleurs, l'incidence des grands travaux sera vraisemblablement moins importante annuellement que celle prévue dans l'étude de faisabilité, mais plus étalée dans le temps.

Le graphique n° 3 illustre ces conclusions en se référant aux conclusions de l'étude de faisabilité figurées en trait fin.

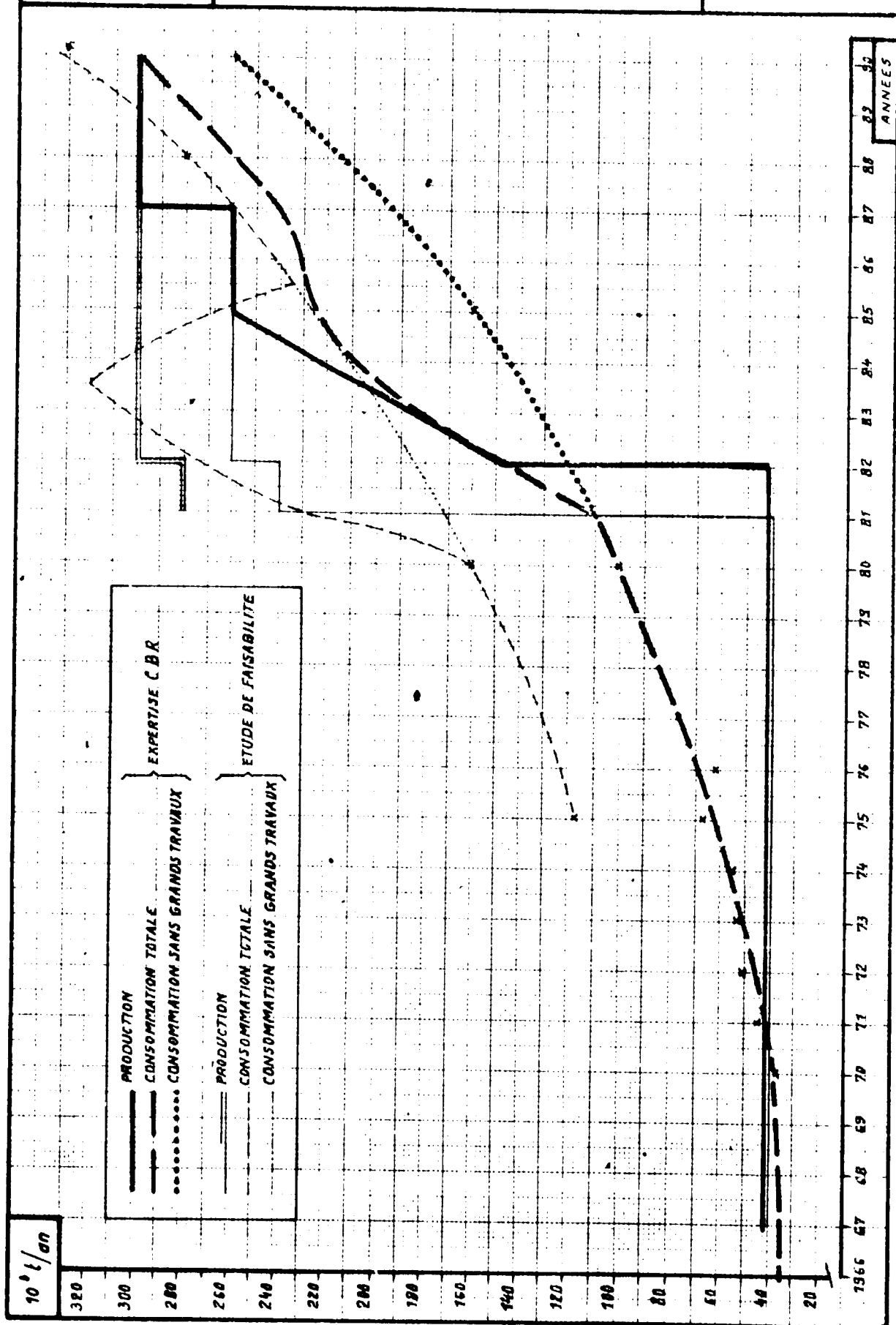
Hors grands travaux, les niveaux de consommation se situeraient donc à :

- 100.000 t en 1980
- 160.000 t en 1985
- 260.000 t en 1990.

Compte tenu des grands travaux prévus, les besoins globaux évolueraient entre : 150.000 t en 1982 et 300.000 t en 1990, en retenant la consommation minimale prévue pour le barrage de Manantali.

EVOLUTION DE LA CONSOMMATION
ET DE LA PRODUCTION DE CIMENT.

CIMENTERIE MALI
EXPERTISE
GRAPHIQUE 3



2. CHOIX DE LA CAPACITE DE PRODUCTION A INSTALLER.

2.1 Pour définir la capacité de production supplémentaire à installer, l'étude de faisabilité tient compte des facteurs suivants :

- La demande globale (grands travaux compris) du marché intérieur estimée entre 280.000 t en 1981 et 350.000 t en 1990.
- La production de l'usine existante à Diamou évaluée à 40.000 t/an.
- La date de mise en service de la cimenterie, soit 1981.

Sur ces bases, l'étude propose l'installation d'une nouvelle cimenterie d'une capacité de 260.000 t/an de ciment Portland du type 350, conforme aux normes DIN 1164 ou ASTM I.

2.2 Les remarques formulées précédemment montrent que la demande globale évoluera vraisemblablement plus lentement qu'estimé dans l'étude de faisabilité. Cette demande se situera plutôt entre 200.000 t en 1985 et 300.000 t en 1990, grands travaux compris.

Il convient par ailleurs de considérer que :

- La mise en service de la nouvelle cimenterie n'aura pas lieu avant 1982 (voir planning général de réalisation en annexe 1).
- Les mises au point et la mise à pleine capacité demanderont un délai de l'ordre de 2 ans.
- La nouvelle unité de production doit satisfaire les besoins du marché malien, sans modification importante, pendant une période minimum de 10 ans.

Compte tenu de ces remarques, il est logique de proposer dès maintenant, l'installation d'une capacité de production supplémentaire de l'ordre de 260.000 t/an de ciment, malgré un surcroît théorique momentané de capacité. Cette capacité de production inclut celle du ciment spécial pour barrages, c'est-à-dire du ciment à basse chaleur d'hydratation, conforme à la norme ASTM V, à concurrence de 40.000 t/an environ.

2.3 La solution qui consiste à créer une nouvelle cimenterie complète de 260.000 t/an, à Astro, que justifie l'étude de faisabilité, pourrait cependant être sensiblement améliorée. En effet, l'intégration partielle ou totale de la carrière et de l'usine existante, ainsi que de leur infrastructure dans le complexe de la cimenterie à créer, ne semble pas avoir été suffisamment prise en considération.

Or,

- La carrière existante dispose de réserves relativement importantes et partiellement investiguées.
- La production de l'usine de Diamou est essentiellement limitée au niveau de la production de clinker et non de ciment; l'équipement de mouture existant dispose en effet d'une réserve de capacité d'au moins 25 % par rapport à la production actuelle.
- La taille de l'usine de Diamou et le procédé utilisé (procédé humide) rendent le ciment produit (en fait, le clinker) relativement très onéreux, de l'ordre de 1,8 fois le coût départ d'une cimenterie de 260.000 t/an de capacité installée au même endroit (voir "Influence de la taille et du procédé" en Annexe 2).
- Par ailleurs, l'étude de faisabilité recommande en plus de la cimenterie, l'installation d'une station de stockage et d'ensachage à Bamako.

Enfin, en ce qui concerne la capacité à installer, il y a lieu également de tenir compte de :

- L'existence au Mali de matières d'ajout à la mouture de ciment, telles que : gypse, pouzzolanes, diatomites, ...
- La possibilité réelle de faire marcher 300 à 310 jours par an, un four de capacité nominale inférieure à 1.000 t/j, une fois les mises au point terminées, au lieu de 280 jours par an, comme retenu dans l'étude de faisabilité.
- La nécessité d'une capacité minimum de 750 t/j, pour le four à clinker, étant donné les risques de colmatage du préchauffeur dus à la teneur en alcalis du cru.

2.4 En conclusion, l'augmentation de capacité de production de 260.000 t/an de ciment se justifie malgré l'évolution probable de la consommation plus lente que celle prévue dans l'étude de faisabilité.

Toutefois, dans le cadre des études détaillées de cette augmentation de capacité, la prise en considération des éléments énoncés ci-avant (voir 2.3) permettrait d'améliorer la rentabilité du projet.

3. DISPONIBILITE ET QUALITE DES MATIERES PREMIERES

3.1. Etude des gisements

Besoins = 340.000 tonnes/an

Réserves détectées : 19 millions de tonnes de calcaire

Réserves supposées : 35 à 40 millions de tonnes de calcaire
plus de 3,5 millions de tonnes de schistes argileux
latérite en suffisance.

3.1.1. Calcaires

Le gisement calcaire a été prospecté, outre par le levé cartographique et les prélèvements de surface, par 12 sondages carottés dont 4 ont dû être interrompus à cause de fissures et de cavités karstiques.

73 échantillons de surface et 58 échantillons extraits des carottes de sondage ont fait l'objet d'analyses chimiques complètes.

3.1.1.1. Structure

La structure des séries calcaréo-dolomitiques du gisement Astro est très simple. Les couches sont presque horizontales avec une faible inclinaison d'environ 2 à 5° vers le Nord-Ouest. Des failles, de faible rejet (de l'ordre de 5 m) peuvent affecter la série.

De nombreux indices de karstification, fissures et dolines sont visibles aussi bien en affleurement qu'en sondages, notamment dans les calcaires noirs supérieurs (sondages B 6 A, B 6 B, B 7).

3.1.1.2. Lithostratigraphie

La succession des roches rencontrées dans le gisement ASTRO peut être résumée comme suit de bas en haut :

- a) schistes argileux noirs qui forment la plaine autour du gisement (épaisseur supérieure à 50 mètres);
- b) "marnes inférieures" : marnes argileuses d'épaisseur égale à 4 m;
- c) calcaires blancs d'épaisseur variant entre 24 et 25 m; ils présentent par endroits des teneurs en MgO importantes dépassant 10 % . Les horizons à forte teneur en dolomite ne correspondent pas stratigraphiquement d'un sondage à l'autre. Il s'agit probablement de phénomènes de dolomitisation secondaire qui se propagent dans les fissures et cavités karstiques par circulation d'eaux magnésiennes qui ont lessivé l'horizon dolomitique supérieur (dolomitisation per descensum).
- d) "marne supérieure" : calcaréo-argileuse et par endroits dolomitique dont la puissance varie entre 4 et 5 mètres.
- e) calcaires noirs d'épaisseur maximale atteignant 22,4 m.
Les 4 mètres supérieurs constituent en raison de leur teneur élevée en MgO la transition avec la dolomie sus-jacente.
On peut cependant noter, au sein des calcaires noirs des passées plus riches en magnésie (4 à 6 %).
La karstification semble être plus intense dans les calcaires noirs, si l'on se réfère aux coupes de sondage de l'Annexe 3.

f) dolomies : épaisseur = 25 m

g) dolérites qui couronnent localement l'ensemble avec une puissance d'environ 50 m.

Ce sont les 2 bancs calcaires c et e qui doivent faire l'objet de l'exploitation.

3.1.1.3. Caractéristiques chimiques

Le principal composant chimique abondant dans les calcaires est le MgO qui ne doit pas dépasser 5 % dans la composition du clinker.

Le tableau 1 du rapport Dyckerhoff renseigne une moyenne de 2,29 % de MgO dans les calcaires noirs et de 2,87 % dans les calcaires blancs inférieurs.

Le détail des analyses chimiques n'est cependant pas donné dans le rapport. Par ailleurs, l'annexe 3 montre que :

- les calcaires noirs présentent des teneurs en MgO relativement élevées, mais qui ne dépassent que rarement 4,5 % si l'on excepte les 4 m supérieurs et une petite passée dans le forage B 6 a (8 %),
- les calcaires blancs sont beaucoup plus riches en magnésium avec de nombreuses passées présentant des teneurs en MgO supérieures à 8 %, voire à 10 % .

Les horizons dolomités ne sont pas continus et doivent être distribués sporadiquement au sein du banc calcaire. Il n'est pas exclu de rencontrer des masses dolomitées de volume important; le nombre de sondages réalisés dans l'emprise du gisement est insuffisant pour définir une répartition.

3.1.1.4. Estimation des réserves

L'estimation des réserves a été basée sur les conditions suivantes :

- dolomie supérieure déblayée sur une épaisseur de 10 mètres,
- élimination du fait de la karstification de 20 % du calcaire noir,
- idem pour 10 % de calcaire blanc,
- réserves calculées pour une épaisseur de calcaire blanc égale à 15 m au lieu de 24 m pour tenir compte de l'élimination des passées à teneur exagérée en dolomie.

Les réserves ainsi calculées sont les suivantes

- calcaire noir : 5 millions de tonnes,
- calcaire blanc : 14 millions de tonnes.

Il est fait mention dans le rapport Dyckerhoff de réserves présumées supplémentaires de l'ordre de 20 millions de tonnes sans justification ni localisation.

3.1.2. Schistes argileux

Des échantillons de schistes argileux ont été prélevés dans la plaine autour des plateaux calcaro-dolomitiques et doléritiques. Il s'agit des schistes argileux formant le substratum des séries calcaires et décrits dans le paragraphe 3.1.1.2.

Un tableau fournit les résultats moyens des analyses chimiques réalisées sur des échantillons de surface. D'après les résultats, les schistes argileux semblent convenir pour entrer dans la composition du clinker; par ailleurs, à l'état frais, le schiste argileux ne renferme aucun minéral susceptible de gonfler et ne présente en outre qu'une faible porosité.

Le rapport ne donne cependant aucune précision sur les lieux de prélèvement ni sur la position des échantillons dans la série. Il n'est pas démontré que, dans l'hypothèse prévue d'une exploitation sur une dizaine de mètres d'épaisseur, l'échantillonnage soit représentatif de la série.

Du point de vue exploitation, Dyckerhoff conseille de procéder à de grands essais par fouilles pour savoir si le schiste argileux est ripable ou si l'on doit obligatoirement recourir à l'explosif. A notre avis, il serait préférable, dès à présent, d'effectuer une prospection géophysique par sismique-réfraction qui permettrait d'estimer de façon précise l'aptitude à la ripabilité et l'épaisseur de terrains ripables. Elle permettrait peut-être d'envisager une exploitation sur une plus grande surface et sur une épaisseur moindre sans avoir recours à l'explosif, ce qui serait économiquement plus rentable.

3.1.3. Autres matières premières

Les calculs des mélanges crus montrent que le meilleur mélange est le suivant :

- calcaire noir	: 41,95 %
- calcaire blanc	: 41,95 %
- schiste argileux	: 14,1 %
- latérite	: 0,9 %
- gypse	: 1,1 %

La latérite sera extraite dans les croûtes qui se trouvent à l'Est de Selinukegni et qui sont découvertes sur une superficie d'environ 50 m².

Une autre solution serait d'exploiter le minerai de fer de la cimenterie de Diamou. En effet, les camions qui transportent le calcaire de la carrière de Gangonteri située à proximité d'Astro à la cimenterie de Diamou pourraient ramener le minerai de fer.

3.1.4. Conclusions sur l'étude des gisements

L'étude de faisabilité appelle les remarques suivantes :

3.1.4.1. La structure et la lithostratigraphie du gisement calcaire, relativement simples, sont suffisamment définies. Cependant, la carte géologique ne renseigne pas les phénomènes dus à la karstification visibles sur le terrain, ce qui rend difficile l'appréciation du mode de karstification du massif.

L'implantation des 4 sondages qui ont dû être arrêtés ne figure pas sur le plan d'implantation. Pour cette raison, il est impossible d'apprécier les risques de rencontrer des cavités et leurs remplissages stériles dans l'emprise d'exploitation proposée.

3.1.4.2. Les calcaires noirs supérieurs, bien que chargés de magnésie, pourront certainement être exploités de façon à obtenir un pourcentage de MgO répondant aux normes.

Par contre, les calcaires blancs inférieurs présentent le risque de fournir des zones à pourcentage trop élevé en magnésie. Le nombre de sondages réalisés dans l'emprise du gisement étant insuffisant pour définir une répartition des masses dolomitisées, il est à craindre que ces zones soient réparties de façon anarchique dans le gisement, ce qui rendra difficile l'exploitation sélective.

Par ailleurs, la teneur élevée en MgO des calcaires noirs rendra malaisée une dilution, dans le cas de teneurs surabondantes dans le calcaire blanc.

D'une manière plus générale, puisque les deux entités de calcaire dont on envisage le mélange sont elles-mêmes très hétérogènes, il risque de se poser des problèmes d'exploitation pour assurer les mélanges requis. De toute manière, il est conseillé d'adopter une préhomogénéisation de grande capacité.

3.1.4.3. Dans les réserves calculées, il y a trois fois plus de calcaire blanc que de calcaire noir.

Par ailleurs, les réserves supplémentaires supposées de l'ordre de 20 millions de tonnes ne sont ni justifiées, ni localisées.

3.1.4.4. Les calcaires d'Astro et de Gangonteri (carrière actuelle de la cimenterie de Diamou, située à 10 km à l'Ouest d'Astro) font partie de la même formation géologique.

Il est à remarquer que la réserve calculée de Gangonteri est de 1,9 million de tonnes et que sa réserve présumée est de 8,6 millions de tonnes.

D'autres affleurements de cette formation géologique doivent également exister. Dès lors, lors de l'étude détaillée, il serait utile de réexaminer l'ensemble des gisements de la région Astro - Gangonteri afin de trouver l'exploitation la plus économique.

3.1.4.5. Les profondeurs des prélèvements des schistes argileux ne sont pas spécifiées. Ces renseignements devraient être fournis avec les résultats détaillés des analyses chimiques et les coupes stratigraphiques. Il n'est en effet pas possible de se faire une opinion sur l'homogénéité des gisements de schistes argileux.

Lors de l'étude détaillée, un complément d'étude devra être réalisé à ce sujet.

De même, une étude géophysique par sismique-réfraction devrait être réalisée sur les gisements de schistes argileux, afin de définir la méthode d'exploitation la plus économique.

3.1.4.6. Pour la cimenterie de Diamou, le gypse est actuellement importé de Mauritanie.

En vue de réduire le prix de revient du ciment, il y aura lieu de veiller à minimiser l'addition de gypse et essayer d'utiliser dans toute la mesure du possible le gypse existant au Mali, au Nord-Est de Bamako.

Dans la même optique, et en plus, en vue de fabriquer le ciment pour barrage, il y aura lieu d'investiguer, au cours des études détaillées du projet, les possibilités d'utiliser les matières pouzzolaniques que l'on trouve au Mali.

3.2 Etude des mélanges des matières premières et des clinkers.

3.2.1 A partir des analyses données dans l'étude de faisabilité, les différents mélanges possibles des matières premières ont été examinés.

Pour pouvoir utiliser les programmes ordinateur préétablis, ces analyses ont été ramenées à des matières calcinées pures, c'est-à-dire ramenées à leurs oxydes majeurs. Les différents calculs des mélanges sont repris en annexe 4.

Sous cette forme, la composition de ces matières, auxquelles on a ajouté un sable siliceux fictif, est la suivante :

Tableau 1

Matières premières calcinées et pures

	Calcaire blanc	Calcaire noir	Mélange 50/50	"Sable"	Schiste	Latérite
S	6,94	14,77	10,85	99,99	69,54	21,17
A	0,58	1,76	1,17	-	19,39	19,55
F	0,09	0,45	0,27	-	10,47	59,19
C	92,39	83,02	87,71	0,01	0,60	0,09
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

On a vérifié qu'il était possible de faire, avec les deux calcaires, le schiste et la latérite, un clinker de composition normale défini par les trois conditions :

- Saturation Léa : 95 %
- Phase liquide : 22 %
- Teneur en C3A : 8 %

L'obtention d'un clinker ainsi défini demande les proportions suivantes de matières premières :

- Calcaire blanc : 30,73 %
- Calcaire noir : 48,48 %
- Schiste : 19,17 %
- Latérite : 1,61 %

Il est donc bien possible de faire exactement le clinker voulu, mais il faudrait deux systèmes de deux tas de préhomogénéisation, soit un système par calcaire.

3.2.2 Des vérifications par calcul ont montré que :

- Du calcaire blanc seul permettrait également de fabriquer le même clinker moyennant un apport de sable siliceux généralement facile à trouver.
- Par contre, avec le calcaire noir, on ne pourrait fabriquer le clinker de référence avec le schiste dont on dispose parce qu'il est assez pauvre en alumine.
- Le mélange par moitié des deux calcaires, comme proposé dans l'étude de faisabilité, permet de fabriquer le clinker de référence moyennant une addition négligeable de sable, ce qui revient à un mélange de trois matières premières :

- Les calcaires prémélangés.
- Le schiste.
- La latérite.

Un bon contrôle du titre de la préhomogénéisation des calcaires prémélangés par action sur les proportions de blanc et de noir permettra en principe d'obtenir le clinker voulu. Ce système est évidemment un peu moins précis, mais est sensiblement moins coûteux puisqu'il n'exige qu'une installation de préhomogénéisation contre deux pour le système théorique défini en premier lieu.

- Enfin, pour fabriquer un clinker à faible chaleur d'hydratation, caractérisé par une faible saturation et un C3A réduit, l'utilisation d'importantes quantités de sable siliceux serait indispensable. Il serait cependant préférable d'utiliser un clinker normal et une pouzzolane.

3.2.3 Par ailleurs, la sensibilité des mélanges des matières premières a également été examinée, en faisant varier les caractéristiques imposées au clinker de plus ou moins deux unités.

Il se confirme qu'il est impossible de faire des ciments riches en C3A à cause de la pauvreté du schiste en alumine, voire de sa richesse en fer. Toutefois, en pays chaud, une teneur élevée en C3A n'est pas nécessaire. De même, on est limité en phase liquide, mais moins limité en saturation.

On peut évidemment reculer ces limites en accroissant la proportion de calcaire blanc dans la préhomogénéisation, ce qui est évidemment très possible étant donné que les réserves de calcaire blanc sont trois fois plus importantes que les réserves de calcaire noir.

A long terme, la proposition de l'étude de faisabilité, c'est-à-dire exploiter à parties égales les calcaires noir et blanc, n'est pas valable. Dans ce cas, on serait amené à employer de façon systématique et en quantité relativement importante une source de silice : sable, grès,

- 3.2.4 En conclusion, les matières premières conviennent pour la fabrication d'un clinker valable et permettant la fabrication du ciment envisagé - selon norme A.S.T.M. I - avec possibilité de fabriquer du ciment pour barrage - selon norme A.S.T.M. V.

Cependant, lors de l'étude détaillée, il faudra tenir compte des teneurs élevées en MgO et en alcalis pour le choix du mode d'exploitation des carrières, des procédés aux niveaux de la préparation du cru et de la cuisson, et du matériel.

4. CHOIX DE L'IMPLANTATION DE LA NOUVELLE CIMENTERIE.

4.1 Compte tenu de la présence de gisements de calcaire importants et connus dans la région de Kayes, l'implantation d'une cimenterie dans cette région se justifie.

Toutefois, l'implantation à Astro même, que recommande l'étude de faisabilité, devrait être revue compte tenu des éléments ci-après :

- La carrière de Gangonteri, dont les réserves connues sont suffisantes pour démarrer et assurer les premières années de fonctionnement d'une nouvelle unité de la capacité prévue.
- La possibilité d'utiliser la route actuelle reliant la carrière de Gangonteri à Diamou avec des camions de charge utile supérieure à 15 t.
- Les infrastructures existantes à Diamou, telle la centrale électrique, les ateliers et l'infrastructure sociale.
- La disponibilité en eau.
- La présence du gypse et de diatomite au Nord-Est de Bamako.
- L'utilisation de l'énergie hydroélectrique du barrage de Sélingué.
- Les investissements de transport ferroviaire à usage exclusif de la cimenterie et qui pèsent sur la rentabilité du projet.
- Les régions inondables par les barrages de la deuxième génération.

- 4.2. La rareté de l'eau à Astro est un élément important qui doit intervenir dans la décision d'y implanter une cimenterie.

Une consommation de seulement 50 litres d'eau par tonne de clinker, telle que prévue dans l'étude, est une performance qui se paie nécessairement dans le montant de l'investissement et dans le coût d'exploitation.

Encore faudrait-il s'assurer que les puits de la région d'Astro, susceptibles de couvrir ces besoins minimaux, contiennent des réserves renouvelables.

Les remarques formulées au chapitre suivant sur le choix des procédés et des machines indiqueront les incidences de disponibilités en eau peu importantes.

- 4.3. La description de l'usine de Diamou est reprise en annexe 5.

Ce document est celui qui nous a été remis lors de notre visite de l'usine de DIAMOU.

5. CHOIX DES PROCÉDES ET DES MACHINES.

Les principales remarques concernant le choix des procédés et des équipements sont résumées ci-après.

5.1 Préhomogénéisation.

En tenant compte des conséquences de la présence de quantités non négligeables et variables de magnésie, une installation de préhomogénéisation de bonne qualité s'impose évidemment. Toutefois, pour atteindre le résultat escompté, il serait prudent de prévoir des tas de préhomogénéisation d'une capacité de 7 jours au moins et non de 3.

En outre, en ce qui concerne le matériel utilisé, un système par dépôt de chevrons longitudinaux et à reprise frontale serait préférable dans ce cas-ci.

5.2 Broyage - séchage.

Le choix d'un broyeur à boulets en circuit fermé sur un groupe classificateur est acceptable. Cependant, l'installation de deux séparateurs à air, pour une capacité de production de seulement 75 t/h, n'a apparemment pas de justification. Un seul appareil devrait suffire à ce niveau de production, ce qui simplifierait l'installation.

5.3 Posthomogénéisation et stockage de la farine.

Le système de posthomogénéisation à 7 petits silos surmontant le silo de stockage ne se révèle pas toujours suffisant. C'est pourquoi il serait souhaitable d'équiper en outre le silo de stockage d'un système d'extraction à effet homogénéisant.

5.4 Cuisson.

5.4.1 Un four de voie sèche à préchauffeur à suspension de matière dans les gaz s'impose évidemment à l'heure actuelle avec le type de matières premières dont on dispose. En ce qui concerne le choix du modèle à adopter, il faudra cependant tenir compte du fait que la farine préparée contiendra, rapporté au clinker :

K ₂ O	:	1,25 %
Na ₂ O	:	0,60 %
Cl	:	négligeable
SO ₃	:	très peu

Sans être prohibitive, la teneur en alcalins, spécialement en K₂O, le plus volatil des deux, est relativement importante. En l'absence de chlore, elle est cependant admissible pourvu que l'on prenne quelques précautions.

La première est de fixer au moins une partie de la potasse sous forme de K₂SO₄ par apport de SO₃. Le combustible liquide, généralement à 3 % de soufre, permettra de fixer 0,7 % K₂O sur un total (K₂O + Na₂O) équivalent à 2 % K₂O. Il n'est pas certain qu'on puisse ajouter beaucoup de SO₃ sous forme de gypse car, en ce domaine, le remède peut être pire que le mal. Seule l'expérience permettra de déterminer le rapport stoechiométrique optimal entre les alcalins et les sulfates.

Compte tenu de la teneur en alcalins et de l'effet limité et mitigé des sulfates, il apparaît que le choix du modèle de préchauffeur et de ses compléments devra résulter d'une étude approfondie du problème.

5.4.2 La précalcination proposée, bien qu'apportant une meilleure régularité de marche du four et atténuant quelque peu la tendance au bouchage de la base de l'échangeur, est d'exploitation difficile. Le système envisagé, qui limite à 30 % le transfert de combustible de la zone de cuisson à la base de l'échangeur, n'atténuerait que peu les risques de bouchage.

Il conviendrait plutôt d'envisager un système de ponction continue des gaz de four rotatif chargés de sulfates et d'alcalins (quelquefois appelé by-pass).

5.4.3 En ce qui concerne la réutilisation des poussières de four, leur réintroduction immédiate, en plus du débit de farine fourni par le dosomètre de l'alimentation du four, paraît un peu simpliste. Il serait prudent de réserver d'autres possibilités, notamment de la réintroduction progressive dans le mélange du cre.

5.5 Dépoussiérage des fumées de four.

Il est en principe possible de dépoussiérer les gaz de four sans y pulvériser de l'eau, en tenant compte de ce que le rendement d'un électrofiltre traitant des gaz secs s'améliorera d'autant plus que ces gaz sont chauds.

Cette technique n'est cependant pas courante en cimenterie :

- parce que des gaz entre 400 et 440° C entraînent une surconsommation calorifique de l'ordre de 75 kcal/kg cl., quelle que soit la manière dont on réalise cette température ;
- parce que la tenue de l'électrofiltre et surtout du ventilateur de tirage commence à devenir délicate à ces températures, surtout en pays chauds.

Une localisation de l'usine à proximité d'une réserve importante d'eau permettrait de faire passer dans une tour de conditionnement les gaz non nécessaires au séchage du cru et permettrait l'adoption de solutions plus classiques, plus efficaces et plus fiables pour le dépoussiérage des fumées du four.

5.6 Refroidissement du clinker.

Un refroidisseur à ballonnets est en effet sûrement à conseiller dans le cas présent. Toutefois, il est illusoire de croire qu'il sera ainsi possible de ramener le clinker à 60° C au-dessus de l'ambiance, c'est-à-dire à environ 100° C. Sans emploi d'eau, cette température tendra plutôt vers 200° C. Le problème du refroidissement final du clinker sera donc reporté au stockage et surtout à la mouture.

Le refroidissement du clinker pose donc aussi le problème de la disponibilité d'eau.

5.7 Stockage du clinker.

Le stockage du clinker à l'abri des intempéries s'impose actuellement pour plusieurs raisons :

- Reprise plus facile du clinker exempt de blocs ayant fait prise.
- Facilité de mouture et de dépoussiérage de la mouture par filtre à manches.
- Qualité du ciment.
- Protection de l'environnement.

La solution "silos" est une des plus commodes mais aussi des plus coûteuses. Elle n'est malgré tout pas exempte d'inconvénients :

- Risques de tensions locales de la structure en cas de clinker très chaud.
- Refroidissement nul du clinker en cours de stockage.

Un hall circulaire pourrait être un bon compromis.

5.8 Mouture du ciment.

- 5.8.1 En principe, pour moudre du ciment à 3.200 Blaines au maximum, aucun séparateur à air n'est nécessaire, ce qui simplifierait considérablement l'installation. La mouture en circuit fermé ne se justifierait que si l'additif au ciment était sensiblement plus dur que le clinker.
- 5.8.2 A 35 kWh/t cim. un broyeur de 1.500 kW produirait environ 43 t/h (et non 60). Il devrait donc travailler environ 6.050 h/an, ce qui est un chiffre raisonnable pour moudre 260.000 t/an. Un broyeur trop puissant (60 t/h comme proposé dans l'étude) serait évidemment plus coûteux d'investissement. Il entraînerait aussi un investissement plus important pour la centrale électrique.
- 5.8.3 Même si on adopte un système en circuit fermé, il n'est pas nécessaire de peser les rejets de séparateur. Il est classique d'utiliser plutôt la puissance de l'élévateur pour réguler la charge circulante.
- 5.8.4 Pour le transport du ciment (et, en général, des autres pulvé-
rulents), s'il faut en effet exclure les pompes pneumatiques

à vis dont le compresseur consomme beaucoup d'eau de refroidissement, on peut cependant utiliser les élévateurs pneumatiques dont les compresseurs sont refroidis à l'air, au lieu d'un circuit composé de vis et d'élévateurs, ce qui réduit les frais d'entretien.

5.9 Commande et conduite de l'installation.

Elles pourraient effectivement être centralisées pour placer un certain nombre d'appareillages délicats dans une ambiance adéquate.

L'analyse du cru pourrait être réalisée par un analyseur à fluorescence de rayons X. Cet appareil, flanqué d'un petit calculateur, serait le cerveau d'un système semi-automatique de conduite du mélange du cru.

La stabilité de la cuisson et des moutures serait à assurer par des boucles analogiques éprouvées.

5.10 Performances prévues.

5.10.1 Avec un four relativement petit et, si on doit maintenir des températures de fumées relativement élevées pour le bon fonctionnement de l'électrofiltre, une consommation calorifique spécifique globale de 850 kcal/kg cl. semble un minimum. Elle serait plutôt de l'ordre de 900 kcal/kg cl.

5.10.2 Par contre, une consommation spécifique d'énergie électrique de 140 kWh/t cim. paraît comporter une marge de sécurité de l'ordre de 20 % si on ne produit que du ciment à environ 3.000 Blaines, surtout si l'installation ne comporte ni homogénéisation pneumatique, ni transport par pompe à vis pneumatique.

5.11 Conclusions.

Pris dans leur ensemble, les procédés et machines recommandés dans l'étude de faisabilité sont acceptables.

Comme souligné dans les remarques ci-avant, certains d'entre eux pourront faire l'objet d'améliorations sensibles au cours des études de détail, surtout si les disponibilités en eau sont accrues.

Ces améliorations pourront dans leur ensemble avoir des répercussions positives sur le montant des investissements et sur le prix de revient du ciment produit.

6. PROBLEME DES TRANSPORTS.

6.1. Transports des matières premières et du ciment.

La part que l'étude de faisabilité consacre aux transports souligne suffisamment l'importance de ce problème dans l'étude et la réalisation du projet.

Cependant, compte tenu également de son influence importante sur la rentabilité du projet (voir à ce sujet le chapitre 7), ce problème n'a pas été suffisamment examiné d'un point de vue général, tenant compte de l'économie globale des transports au Mali et des possibilités d'amélioration de la rentabilité, grâce à l'étude de variantes de capacité et de localisation autres que celles examinées dans l'étude de faisabilité.

En d'autres termes, si le problème du transport au départ d'une cimenterie complète à Astro a été bien étudié, il apparaît que ce problème n'a pas été approfondi dans une vue générale d'ensemble de l'économie du projet, compte tenu de toutes les variantes possibles.

En effet, l'épine dorsale des transports au Mali étant constituée par la voie ferrée, à voie unique, Kayes-Bamako-Koulikouro, toute solution au problème de l'augmentation de capacité de production de ciment doit veiller à minimiser l'accroissement de trafic inévitable sur cette voie, faute d'accroître outre mesure les investissements d'infrastructure pour y améliorer le trafic, ou d'entraver la réalisation des programmes de production et de distribution de ciment.

Une variante possible consiste à transporter du clinker vers un atelier de mouture installé dans la région de Bamako.

A partir des données de base retenues par Dyckerhoff

pour la comparaison des coûts à la tonne de transport du ciment, soit en sacs, soit en vrac, nous pouvons établir le coût à la tonne du transport de clinker.

Rappel des données de base :

- a) Production annuelle de clinker : 1^{ère} cimenterie : 50.000 t
2^{ème} cimenterie : 260.000 t
310.000 t

- b) Distribution de cette production par région.

Région de Kayes : 90.000 t de clinker suffisent pour alimenter cette région et les travaux de barrage de MANANTALI en ciment.

Régions de BAMAKO, SIKASSO et SEGOU-MOPTI-GAO : ces trois régions seront approvisionnées par la ligne de chemin de fer Kayes - Bamako.

Par cette ville doit transiter 220.000 t de clinker.

- c) Caractéristiques du transport ferroviaire.

250 jours de travail par an.

Quantité journalière moyenne de clinker à transporter : 880 t.

Investissements pour transport du clinker.

Nombre	Désignation	Prix unit. 10 ⁶ FM.	Investissements 10 ⁶ FM
2	Chargeurs	65,5	131,-
3	Locos cc 1600	350,-	1.050,-
1	Loco de manoeuvre	250,-	250,-
80	Wagons	17,-	1.360,-
0,920 Km	Voie	150,-	138,-
			2.929,-

Amortissements pour transport du clinker.

	Taux d'amortissement/an %	Valeur de l'investissement 10 ⁶ FM.	Amortissements annuels 10 ⁶ FM.
Chargeurs	20,-	131,-	26,200
Locomotives	6,67	1.050,-	70,035
Loco manoeuvre	6,67	250,-	16,675
Wagons	2,86	1.360,-	38,896
Voie	2,-	138,-	2,760
Amortissements globaux			154,566

Frais de réparation pour transport clinker.

	Grandeur de référence	Taux de frais/an %	Frais de réparation en 10 ⁶ FM.
Chargeurs	131,-	17,0	22,925
Locomotives	1.050,-	10,-	105,-
Loco manoeuvre	250,-	10,-	25,-
Wagons	80,-	600.000 FM W	52,800
Voie	0,92 km	900.000 FM/km	0,828
Total			206,553

Frais d'exploitation pour le transport du clinker.

	Quantité par an	Frais/unité FM	Frais en 10 ⁶ FM.
Carburants (chargeurs et loco manoeuvre)	187.000 l	85,- FM/l	15,895
Frais opérationnels locos	330.000 km	1.000,- FM/km	330,-
Lubrifiants	5% carbure		0,795
Frais de personnel	9	300.000 FM/h	2,7
Total			349,39

<u>Frais globaux.</u>	<u>10⁶ FM.</u>
Amortissements	154,566
Intérêts calculés (15% de 0,5 investissement)	219,675
Frais de réparation	206,553
Frais d'exploitation	<u>349,39</u>
Total	926,184

Pour 220.000 t de clinker, soit 4.209,- FM/t transportée.

Comparaison des frais de transport.

Ciment sacs	7.045,- FM/t
Ciment vrac	4.905,- FM/t
Clinker	4.209,- FM/t.

Dans la recherche de la solution optimale, il y a lieu de tenir compte :

- des remarques formulées aux chapitres 2 et 4, traitant respectivement de la capacité et de l'implantation des nouvelles installations,
- du fait que le transport de clinker au lieu de ciment, permettrait d'alléger de 15 à 20% le trafic sur une voie donnée, et qu'en outre, ce transport s'accomode de wagons banalisés convenant au transport en vrac d'une grande variété de produits, tandis que le ciment exige des wagons spécialement conçus à cet usage.

La prise en considération de ces éléments montre qu'il existe des possibilités, non seulement d'améliorer la rentabilité des installations de production proprement dites, mais de diminuer, voire de réduire à moins de 10% de l'investissement total des installations de production, les investissements d'infrastructure de transport,

à usage exclusif, lesquels représentent, dans l'étude de faisabilité, 44% de cet investissement total.

6.2. Transport des équipements des installations.

Comme dit dans l'étude de faisabilité, le transport par chemin de fer de Dakar à Diamou d'une cimenterie d'une capacité jusqu'à 1.000 t/j, ne doit pas poser de problème.

Dans le cas d'une implantation du côté Astro du fleuve Sénégal, l'état et la portance actuelle du pont sur le Sénégal entre Diamou et Astro, doivent être réexaminés, en vue de déterminer avec exactitude la charge limite par essieu.

7. RENTABILITE DU PROJET.

7.1 L'étude de faisabilité établit que pour un investissement de 30 milliards de FM, répartis sur 3 ans et correspondant au coût des installations d'une cimenterie complète de 260.000 t/an et à son fond de roulement, le taux interne de rentabilité atteint 15 %, si l'on fixe le prix de vente du ciment, départ usine, au niveau de prix actuel, soit 40.000 FM/t. Ce résultat suppose, en outre, que la pleine production de la cimenterie est atteinte et écoulee dès la deuxième année.

7.2 Les remarques à formuler se résument comme suit :

- L'examen du devis estimatif établi dans l'étude confirme, dans leur ensemble, les montants estimés pour les installations de production, ceux-ci étant toutefois exprimés en DM. Il convient en effet de tenir compte que depuis l'établissement de l'étude, le DM s'est réévalué de 4 % par rapport au FM.
- Le calcul de rentabilité ne prend pas en compte les investissements d'infrastructure concernant le transport et à usage exclusif de la cimenterie, tels ceux de la nouvelle voie ferrée reliant Astro à la ligne Kayes-Bamako, ni ceux des wagons spéciaux pour le transport en vrac du ciment. Un calcul approximatif montre que la prise en charge de ces investissements ramène de 15 à 9 % environ la rentabilité du projet, toutes autres choses restant égales.
- Le taux de rentabilité de 15 % est acquis notamment en maintenant le prix du ciment au niveau actuel, lequel, comme souligné dans l'étude des besoins en ciment au chapitre 1 de ce rapport, se situe à un niveau relativement élevé pour favoriser une extension rapide de la consommation.

- Compter sur la production maximale dès la seconde année paraît très peu réaliste, même si son écoulement dans le marché le permet. En outre, une telle production devra nécessairement comporter du ciment spécial pour barrage, pour lequel l'étude n'a pas proposé de solution.

7.3 Il n'empêche que, en tenant compte des possibilités examinées dans les chapitres précédents de ce rapport, c'est-à-dire :

- De réduire les investissements d'infrastructure en modifiant de façon constructive, la proposition de l'étude pour l'implantation et la réalisation des installations nécessaires à l'augmentation de capacité de production,
- De minimiser et d'étaler les investissements relatifs aux nouvelles installations de production en utilisant au mieux les installations de la carrière et de la cimenterie existante,
- D'améliorer les procédés et équipements choisis en vue de réduire le coût d'exploitation,

la rentabilité globale du projet (infrastructures comprises) pourra, sous réserve de vérification au cours d'études plus détaillées, être maintenue à un taux acceptable, tout en diminuant le montant total du financement à rassembler et en permettant une diminution du prix du ciment départ usine.

8. CONCLUSIONS.

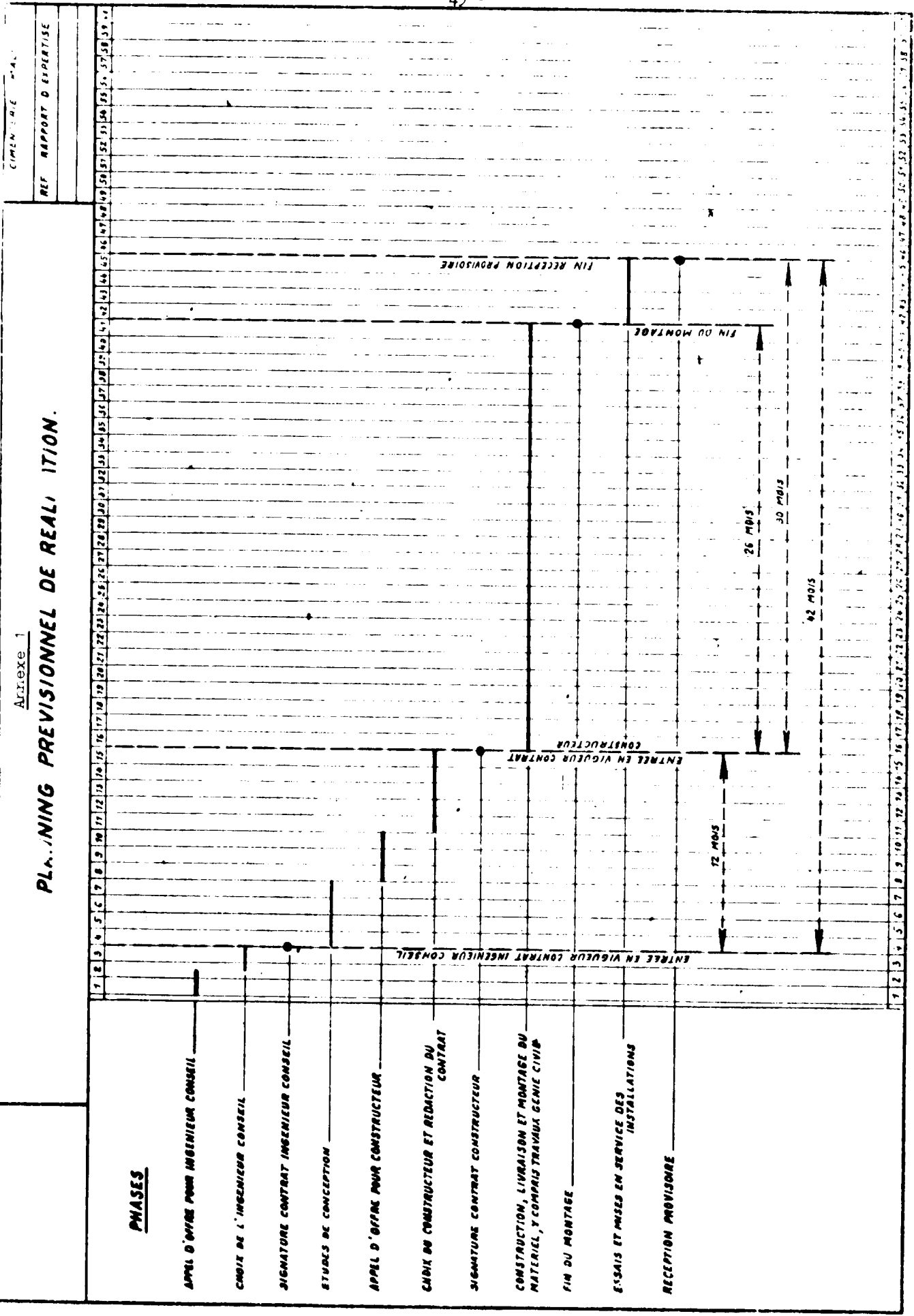
L'étude de faisabilité établie par le groupement Dyckerhoff-Zementwerke Ag/FGU - Kronberg GmbH, constitue certainement un document très valable pour déterminer :

- d'une part, la capacité des nouvelles installations de production de ciment à installer au Mali, au départ des gisements de calcaire de la région de Kayes,
- d'autre part, l'enveloppe financière maximale des investissements nécessaires.

Bien qu'une révision de l'étude de marché, objet principal de cette expertise, conduise à évaluer à des valeurs plus faibles, l'évolution du marché cimentier au Mali, l'augmentation de capacité de 260.000 t/an de ciment se trouve confirmée.

Cependant, au cours des études détaillées du projet, d'autres solutions que celle retenue par l'étude de faisabilité pour réaliser cet accroissement de production, devront être étudiées en tenant compte des différentes remarques qui ont été présentées dans ce rapport.

Il y a lieu, en effet, de rechercher la solution optimale sur le plan de la rentabilité, entre, d'une part, l'augmentation de capacité de production proprement dite, et, d'autre part, la problématique de toutes les infrastructures que nécessite cette production supplémentaire et son écoulement.



CIMENT-BOLE "VAL"
REF RAPPORT D'EXPERTISE

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60

Annexe 2

INFLUENCE DE LA TAILLE ET DU PROCÉDE SUR LE COUT

DU CIMENT, DEPART USINE

1°) Influence de la taille.

D'une manière générale, et quel que soit le procédé utilisé, le coût à la tonne de ciment, départ usine, décroît en fonction de la capacité de production de l'usine, approximativement comme suit :

<u>Capacité de l'usine</u>	<u>Coût départ usine</u>
50.000 t/an	100
100.000 t/an	75
250.000 t/an	60

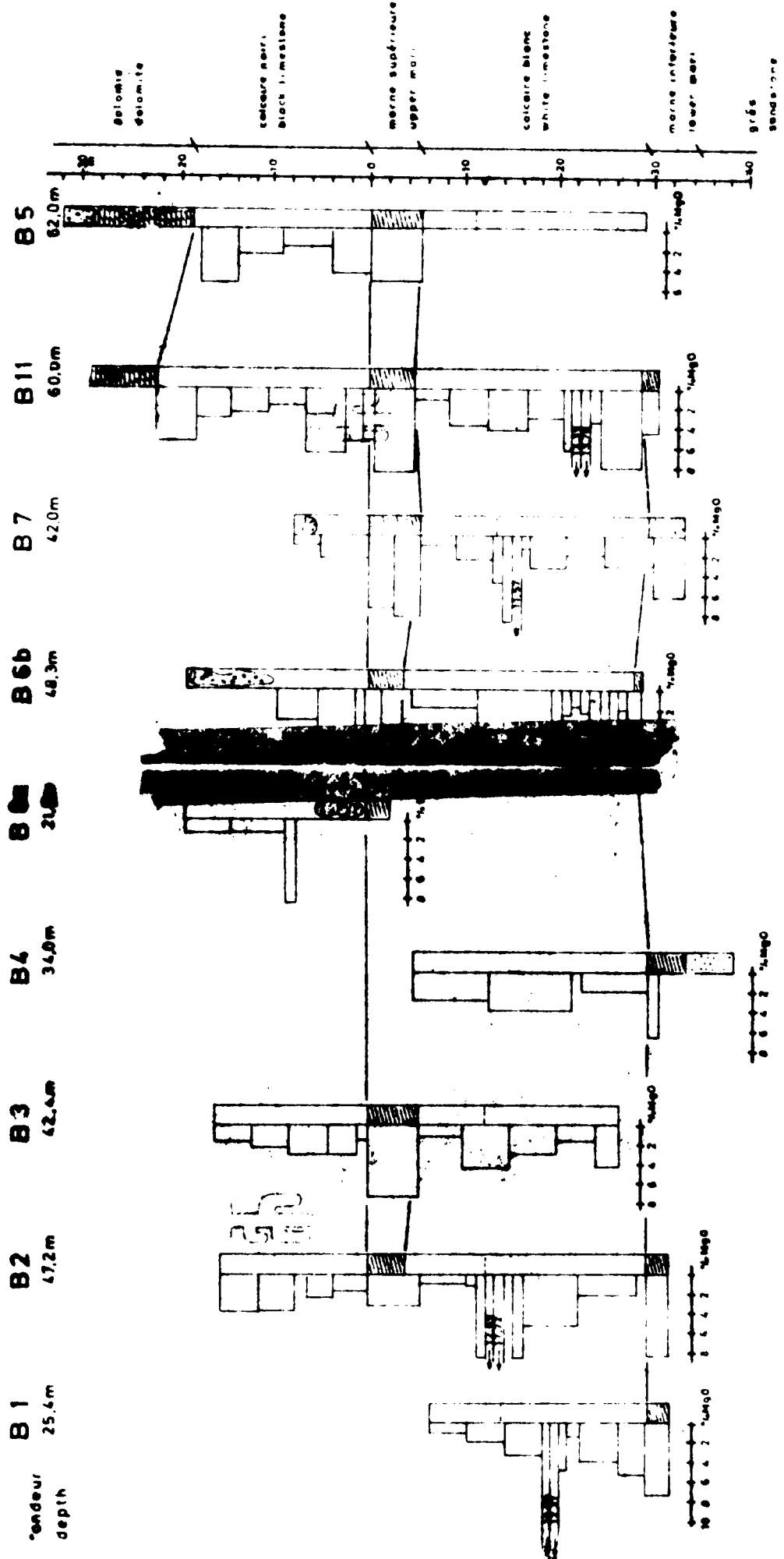
en prenant comme référence et égal à 100, le coût départ d'une usine de 50.000 t/an.

2°) Influence du procédé.

Du fait de la réduction importante de la consommation de combustible qu'entraîne le passage du procédé humide au procédé sec lorsque les matières premières ont, au départ, une humidité faible, le procédé sec permet de réduire le coût du ciment, départ usine, de 10 à 20 % par rapport au coût obtenu selon le procédé humide.

3°) Par conséquent, d'une manière générale et sans tenir compte de facteurs locaux, le passage d'une usine de 50.000 t/an selon le procédé humide à une usine de 250.000 t/an selon le procédé sec, entraînerait une réduction du coût de la tonne produite de l'ordre de 45 %.

Stratigraphic
CORRELATION CHART



Profondeur
depth

B1 25.4m

B2 47.2m

B3 42.4m

B4 34.0m

B5 48.3m

B6b 30.0m

B7 42.0m

B11 60.0m

B5 62.0m

dolomite
Belomir

calcaire marl
black limestone

marne supérieure
upper marl

calcaire blanc
white limestone

marne inférieure
lower marl

grès
sandstone

Annexe 4

CALCULS DES MELANGES

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES						
=====						
SATURATION	=	95				
PHASE LIQUIDE	=	22				
TENEUR EN C3A	=	3				
		S	A	F	C	PROPORTION

STANDARD		22.97	5.06	3.21	68.76	
CALCAIRE		6.94	.58	.09	92.39	30.73 % Calcaire blanc
SILICEUX		14.77	1.76	.45	33.02	48.48 % Calcaire noir
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60	19.17 %
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09	1.61 %

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES						
=====						
SATURATION	=	95				
PHASE LIQUIDE	=	22				
TENEUR EN C3A	=	8				
		S	A	F	C	PROPORTION

STANDARD		22.97	5.06	3.21	68.76	
CALCAIRE		6.94	.58	.09	92.39	74.27 % Calcaire blanc
SILICEUX		99.00	.00	.00	.01	1.94 % sable
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60	22.57 %
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09	1.31 %

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES						
=====						
SATURATION	=	95				
PHASE LIQUIDE	=	22				
TENEUR EN C3A	=	3				
		S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD		22.97	5.06	3.21	63.76	
CALCAIRE		14.77	1.75	45	83.02	82.70 %
SILICEUX		99.99	.00	.00	.01	⊖ .30 %
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60	16.78 %
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09	1.82 %

Calcaire noir
Sable

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES						
=====						
SATURATION	=	95				
PHASE LIQUIDE	=	22				
TENEUR EN C3A	=	8				
		S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD		22.97	5.06	3.21	63.76	
CALCAIRE		10.35	1.17	27	97.71	73.25 %
SILICEUX		99.99	.00	.00	.01	.36 %
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60	19.83 %
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09	1.56 %

50 % calcaire blanc, 50 % calcaire noir

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES						
=====						
SATURATION	=	82.4				
PHASE LIQUIDE	=	22.7				
TENEUR EN C3A	=	4.7				
		S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD		25.56	4.50	4.28	65.65	
CALCAIRE		10.35	1.17	27	97.71	74.75 %
SILICEUX		99.99	.00	.00	.01	6.57 %
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60	14.32 %
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09	4.36 %

Ciment à faible chaleur d'hydratation

200

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES					
=====					
SATURATION	=	93			
PHASE LIQUIDE	=	20			
TENEUR EN C3A	=	6			
	S	A	F	C	PROPORTION

STANDARD	23.76	4.35	3.26	63.63	
CALCIRE	10.35	1.17	.27	37.71	78.13 %
SILICEUX	69.99	.00	.00	.01	4.19 %
ALUMINEUX	69.54	19.32	10.47	.60	15.21 %
FERRUX	21.17	19.55	59.19	.09	2.47 %
CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES					
=====					
SATURATION	=	93			
PHASE LIQUIDE	=	20			
TENEUR EN C3A	=	8			
	S	A	F	C	PROPORTION

STANDARD	23.77	4.75	2.72	68.76	
CALCIRE	10.35	1.17	.27	37.71	78.26 %
SILICEUX	69.99	.00	.00	.01	1.96 %
ALUMINEUX	69.54	19.32	10.47	.60	19.98 %
FERRUX	21.17	19.55	59.19	.09	.90 %
CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES					
=====					
SATURATION	=	93			
PHASE LIQUIDE	=	20			
TENEUR EN C3A	=	10			
	S	A	F	C	PROPORTION

STANDARD	23.78	5.16	2.17	68.39	
CALCIRE	10.35	1.17	.27	37.71	79.39 %
SILICEUX	69.99	.00	.00	.01	-.27 %
ALUMINEUX	69.54	19.32	10.47	.60	22.55 %
FERRUX	21.17	19.55	59.19	.09	-.68 %

=====
 CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES
 =====

SATURATION = 93
 PHASE LIQUIDE = 22
 TENEUR EN C3A = 6

	S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD	23.36	4.66	3.75	68.22	
CALCAIRE	10.85	1.17	.27	37.71	77.67 %
SILICEUX	99.99	.00	.00	.01	3.02 %
ALUMINEUX	69.54	19.39	10.47	.60	16.19 %
FERREUX	21.17	19.55	59.19	.09	3.12 %

=====
 CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES
 =====

SATURATION = 93
 PHASE LIQUIDE = 22
 TENEUR EN C3A = 8

	S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD	23.37	5.05	3.21	68.36	
CALCAIRE	10.85	1.17	.27	37.71	77.80 %
SILICEUX	99.99	.00	.00	.01	.79 %
ALUMINEUX	69.54	19.39	10.47	.60	19.86 %
FERREUX	21.17	19.55	59.19	.09	1.55 %

=====
 CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES
 =====

SATURATION = 93
 PHASE LIQUIDE = 22
 TENEUR EN C3A = 10

	S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD	23.38	5.47	2.56	68.49	
CALCAIRE	10.85	1.17	.27	37.71	77.92 %
SILICEUX	99.99	.00	.00	.01	-1.14 %
ALUMINEUX	69.54	19.39	10.47	.60	23.54 %
FERREUX	21.17	19.55	59.19	.09	-0.02 %

	S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD	23.37	5.16	2.17	69.30	

=====
 CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES
 =====

SATURATION = 93
 PHASE LIQUIDE = 24
 TENEUR EN C3A = 6

	S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD	22.96	4.97	4.24	67.82	
CAUCAIRE	10.85	1.17	.27	37.71	77.20 %
SILICEUX	99.99	.00	.00	.01	1.35 %
ALUMINEUX	69.54	19.39	10.47	.60	17.16 %
FERRUX	21.17	19.55	59.19	.09	3.78 %

=====
 CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES
 =====

SATURATION = 93
 PHASE LIQUIDE = 24
 TENEUR EN C3A = 8

	S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD	22.97	5.39	3.70	67.95	
CAUCAIRE	10.85	1.17	.27	37.71	77.33 %
SILICEUX	99.99	.00	.00	.01	-1.39 %
ALUMINEUX	69.54	19.39	10.47	.60	20.84 %
FERRUX	21.17	19.55	59.19	.09	2.21 %

=====
 CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES
 =====

SATURATION = 93
 PHASE LIQUIDE = 24
 TENEUR EN C3A = 10

	S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD	22.98	5.75	3.15	68.09	
CAUCAIRE	10.85	1.17	.27	37.71	77.46 %
SILICEUX	99.99	.00	.00	.01	-2.51 %
ALUMINEUX	69.54	19.39	10.47	.60	24.52 %
FERRUX	21.17	19.55	59.19	.09	.64 %

=====

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES

=====

SATURATION = 95
 PHASE LIQUIDE = 20
 TEMPER EN C3A = 6

	S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD	23.36	4.35	3.26	59.03	
CALCAIRE	10.35	1.17	.27	37.71	73.59 %
SILICEUX	99.99	.00	.00	.01	3.76 %
ALUMINEUX	69.54	19.39	10.47	.60	15.13 %
FERRUX	21.17	19.55	59.19	.09	2.47 %

=====

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES

=====

SATURATION = 95
 PHASE LIQUIDE = 20
 TEMPER EN C3A = 8

	S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD	23.37	4.75	2.72	59.16	
CALCAIRE	10.35	1.17	.27	37.71	78.72 %
SILICEUX	99.99	.00	.00	.01	1.52 %
ALUMINEUX	69.54	19.39	10.47	.60	18.85 %
FERRUX	21.17	19.55	59.19	.09	.90 %

=====

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES

=====

SATURATION = 95
 PHASE LIQUIDE = 20
 TEMPER EN C3A = 10

	S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD	23.37	5.16	2.17	59.30	
CALCAIRE	10.35	1.17	.27	37.71	78.35 %
SILICEUX	99.99	.00	.00	.01	-.71 %
ALUMINEUX	69.54	19.39	10.47	.60	22.53 %
FERRUX	21.17	19.55	59.19	.09	-.57 %

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES					
=====					
SATURATION	=	95			
PHASE LIQUIDE	=	22			
TENEUR EN C3A	=	6			
		S	A	F	C
		-----	-----	-----	-----
STANDARD		22.95	4.65	3.75	53.52
CALCAIRE		10.35	1.17	.27	37.71
SILICEUX		99.99	.00	.00	.01
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09
					PROPORTION

					78.13 %
					2.59 %
					16.16 %
					3.13 %
CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES					
=====					
SATURATION	=	95			
PHASE LIQUIDE	=	22			
TENEUR EN C3A	=	8			
		S	A	F	C
		-----	-----	-----	-----
STANDARD		22.97	5.06	3.21	58.76
CALCAIRE		10.35	1.17	.27	37.71
SILICEUX		99.99	.00	.00	.01
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09
					PROPORTION

					78.25 %
					.36 %
					19.83 %
					1.56 %
CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES					
=====					
SATURATION	=	95			
PHASE LIQUIDE	=	22			
TENEUR EN C3A	=	10			
		S	A	F	C
		-----	-----	-----	-----
STANDARD		22.97	5.47	2.66	58.39
CALCAIRE		10.35	1.17	.27	37.71
SILICEUX		99.99	.00	.00	.01
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09
					PROPORTION

					78.38 %
					-1.87 %
					23.51 %
					-0.02 %

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES						
=====						
SATURATION	=	95				
PHASE LIQUIDE	=	24				
TENEUR EN C3A	=	5				
		S	A	F		
				C		

STANDARD		22.57	4.97	4.24	58.22	
PROPORTION						
CALCAIRE		10.35	1.17	.27	87.71	77.65 %
SILICEUX		99.09	.00	.00	.01	1.43 %
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60	17.13 %
FERRIFERE		21.17	19.55	59.19	.09	3.79 %
CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES						
=====						
SATURATION	=	95				
PHASE LIQUIDE	=	24				
TENEUR EN C3A	=	8				
		S	A	F		
				C		

STANDARD		22.57	5.38	3.70	48.35	
PROPORTION						
CALCAIRE		10.35	1.17	.27	87.71	77.79 %
SILICEUX		99.09	.00	.00	.01	-3.31 %
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60	20.81 %
FERRIFERE		21.17	19.55	59.19	.09	2.21 %
CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES						
=====						
SATURATION	=	95				
PHASE LIQUIDE	=	24				
TENEUR EN C3A	=	10				
		S	A	F		
				C		

STANDARD		22.58	5.78	3.15	49.49	
PROPORTION						
CALCAIRE		10.35	1.17	.27	87.71	77.91 %
SILICEUX		99.79	.00	.00	.01	-3.04 %
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60	24.48 %
FERRIFERE		21.17	19.55	59.19	.09	5.64 %
CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES						
=====						
STANDARD		22.58	5.47	2.66	49.29	

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES					
=====					
SATURATION	=	07			
PHASE LIQUIDE	=	20			
TENEUR EN O3A	=	6			
		S	A	F	C
		-----	-----	-----	-----
STANDARD		22.97	4.35	3.26	59.42
CALCAIRE		10.35	1.17	.27	37.71
SILICEUX		99.99	.00	.00	.01
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09
					PROPORTION

					79.04 %
					3.34 %
					15.15 %
					2.47 %
CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES					
=====					
SATURATION	=	07			
PHASE LIQUIDE	=	20			
TENEUR EN O3A	=	8			
		S	A	F	C
		-----	-----	-----	-----
STANDARD		22.98	4.75	2.72	59.55
CALCAIRE		10.35	1.17	.27	37.71
SILICEUX		99.99	.00	.00	.01
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.50
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09
					PROPORTION

					79.17 %
					1.10 %
					18.82 %
					.90 %

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES					
=====					
SATURATION	=	07			
PHASE LIQUIDE	=	20			
TENEUR EN O3A	=	10			
		S	A	F	C
		-----	-----	-----	-----
STANDARD		22.98	5.15	2.17	59.69
CALCAIRE		10.35	1.17	.27	37.71
SILICEUX		99.99	.00	.00	.01
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09
					PROPORTION

					79.30 %
					-1.13 %
					22.50 %
					-.67 %

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES					
=====					
SATURATION	=	97			
PHASE LIQUIDE	=	22			
TENEUR EN C3A	=	6			
	S	A	F	C	

STANDARD	22.58	4.65	3.75	62.01	
PROPORTION					

CALCAIRE	10.35	1.17	.27	97.71	78.57 %
SILICEUX	99.99	.00	.00	.01	2.17 %
ALUMINEUX	69.54	19.39	10.47	.60	16.13 %
FERREUX	21.17	19.55	59.19	.09	3.13 %
CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES					
=====					
SATURATION	=	97			
PHASE LIQUIDE	=	22			
TENEUR EN C3A	=	8			
	S	A	F	C	

STANDARD	22.58	5.05	3.21	69.15	
PROPORTION					

CALCAIRE	10.35	1.17	.27	97.71	78.70 %
SILICEUX	99.99	.00	.00	.01	-0.06 %
ALUMINEUX	69.54	19.39	10.47	.60	19.30 %
FERREUX	21.17	19.55	59.19	.09	1.56 %

CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES					
=====					
SATURATION	=	97			
PHASE LIQUIDE	=	22			
TENEUR EN C3A	=	10			
	S	A	F	C	

STANDARD	22.58	5.47	2.66	69.29	
PROPORTION					

CALCAIRE	10.35	1.17	.27	97.71	79.93 %
SILICEUX	99.99	.00	.00	.01	-2.29 %
ALUMINEUX	69.54	19.39	10.47	.60	23.48 %
FERREUX	21.17	19.55	59.19	.09	-0.01 %

=====
 CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES
 =====

C

SATURATION	=	97				
PHASE LIQUIDE	=	24				
TENEUR EN C3A	=	6				
		S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD		22.18	4.97	1.24	63.61	
CALCAIRE		10.35	1.17	.27	37.71	78.10 %
SILICEUX		09.09	.00	.00	.01	1.01 %
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60	17.10 %
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09	3.79 %

=====
 CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES
 =====

SATURATION	=	97				
PHASE LIQUIDE	=	24				
TENEUR EN C3A	=	8				
		S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD		22.18	5.39	3.70	68.74	
CALCAIRE		10.35	1.17	.27	37.71	78.23 %
SILICEUX		09.09	.00	.00	.01	-1.22 %
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60	20.78 %
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09	2.22 %

=====
 CALCUL DE MELANGE DE 4 MATIERES
 =====

SATURATION	=	97				
PHASE LIQUIDE	=	24				
TENEUR EN C3A	=	10				
		S	A	F	C	PROPORTION
STANDARD		22.19	5.73	3.15	68.87	
CALCAIRE		10.35	1.17	.27	37.71	79.35 %
SILICEUX		09.09	.00	.00	.01	-3.45 %
ALUMINEUX		69.54	19.39	10.47	.60	24.45 %
FERREUX		21.17	19.55	59.19	.09	.64 %

Annexe 5

DESCRIPTION DE L'USINE DE DIAMOU

I. CARACTERISTIQUE GENERALE DE PROJET
DE LA CIMENTERIE A DIAMOU (SOCIMA)

1. Production du clinker par an = 50 000 tonnes
2. Production du ciment portland, marque CPA/325 avec l'addition de 2% du gypse, est de 50 000 tonnes par an.

3. Avec cette production la consommation annuelle de :

- a) calcaire W=1% = 60 000 tonnes
- b) argile W=10% = 18 000 tonnes
- c) Oxyde de fer W=1% = 2 000 tonnes

Totale = 80 000 tonnes

- d) mazout 0,165 Kg/Kg X 50 000 = 8 250 tonnes
0,190 X 50 000 = 9 500 tonnes
- e) gypse = 1 500 tonnes

4. Nombre du personnel de production = 200
5. Coût total de tous les fonds fixes, de l'équipement, des bâtiments et des ouvrages d'après les prix de 1969 = 6 400 000 000 F.C.F.
6. Réserves d'exploitation du calcaire sont de 1,9 mn tonnes, soit pour 30 ans d'exploitation. Réserves géologiques du calcaire sont de 8,6 mn tonnes, soit pour 100 ans.
7. Distance jusqu'à la carrière gongonteri = 36 Km
Belandougou = 12 Km
8. Réserves géologiques des argiles de Belandougou sont de 1,2 mn tonnes.
Pour l'utilisation industrielle = 480 000 tonnes, soit pour 30 ans de fonctionnement de l'entreprise.

II. CAPACITE DE L'ENTREPRISE POUR LA PRODUCTION ANNUELLE DU CIMENT

1. Production du clinker

$$P = 7,3 \times 0,85 \times 0760 = 94\ 355 \text{ tonnes par an}$$

où : 7,3 = rendement horaire moyen du four attent au cours de 2 années, en t/heure

0,85 = coefficient minimum de l'utilisation des fours rotatifs au petit diamètre.

0760 = nombre d'heures par an

2. Production du ciment de la marque 300-350 à l'introduction de 20% des adjuvants (18% du sable et 2% du gypse)

$$94\ 355 + 15\ 589 = 67\ 944 \text{ tonnes par an.}$$

**NORMES DE CONSOMMATION
DES MATIERES PREMIERES ET DES MATERIAUX
NECESSAIRES POUR LA PRODUCTION DU CIMENT**

	Normes Czeclios pour 1970
1. Calcaire 1% d'humidité par kg/t du clinker	1 450
2. Argile 19% d'humidité par kg/t du clinker	140
3. Fer 1% d'humidité par kg/t du clinker	50
Total matière première de l'humidité naturelle	
4. Sablo par kg/t du ciment	1 640
5. Gypse par kg/t du ciment	180
6. Corps broyant par kg/t du ciment	30
7. Meunure de la pâte	2,0
a) Consommation des boulets gr/t	
b) Consommation des cylindres gr/t	
c) Consommation des dalles de blindage gr/t	
8. Meunure du ciment	
a) Consommation des boulets gr/t	
b) Consommation des cylindres gr/t	
c) Consommation des dalles de blindage gr/t	
Consommation totale des dalles de blindage gr/t	
par pâte et ciment	
220	
9. Consommation des briques réfractaires gr/t clinker	
a) réfractaires chroma-magnésio	
b) chanotte	
176 kcal / kg	
10. Consommation du mercure Kg/t du clinker	184,0
11. Consommation du gessil Kg/t du ciment	33,0
12. Consommation des lubrifiants Kg/t du ciment	1,5
13. Consommation du gessil gr/kwh de l'énergie électrique	245,0
14. Consommation des oses pibco/t du ciment	20,3
15. Consommation de l'énergie électrique en kWh/t ciment.	102,0
16. Besois moyenne du ciment kg/cm ²	300,0
17. Consommation des explosifs gr/t du calcaire	300,0
18. Nombre du personnel industriel	260,0
19. Marches à filtre par 1000 t du ciment (pibco)	7,2

T A B L E A U
des normes technologiques d'exploitation de l'équipement
principal de la cimenterie SOGINA

Dénomination des normes	Unité de mesure	Norme nécessaire
<u>Conces eur</u>		
1. Rendement horaire	t/heure	30
2. Coefficient d'utilisation	-	0,33
3. Production de calcaire	t/an	85 000
4. Nombre du personnel	personne	12
<u>Broyeur à pâte</u>		
1. Rendement	t/heure	17
2. Coefficient d'utilisation	-	0,56
3. Production de la pâte	t/an	89 500
4. Humidité de la pâte normale	%	37 + 1
5. Nombre du personnel	personne	8
6. Consommation de l'énergie électrique par tonne	kWh/t	22,0
7. Charge du moteur (valeur nominale)	ampère	46,5
<u>Four rotatif</u>		
1. Rendement	t/heure	7,3
2. Coefficient d'utilisation	-	0,85
3. Production de clinker	t/an	54 000
4. Consommation de combustible	kg/t	105
5. Humidité de la pâte	%	37,5
6. Température du chauffage du mazout	°C	100
7. Consommation de la pâte par 1 t clinker	kg/t	1660
8. Nombre du personnel	personne	22
9. Pression du mazout	kg/cm ²	22
10/ T° des gaz sortants	K ₁ /K ₂ °C	237
<u>Broyeur à ciment</u>		
11. Rendement	t/heure	11,5
12. Coefficient d'utilisation	-	0,61
13. Production de ciment	t/an	69000
14. Consommation de l'énergie électrique	kWh/t	34,0
15. Finesse de meule de ciment	%	11,0
16. Addition des adjuvants (sable+gypse)	%	20,0
17. Marque moyenne de ciment	kg/cm ²	350
18. Nombre du personnel	personne	8
19. Rafféfaction derrière le broyeur	mm col.ocu	25 + 5
20. Charge du moteur (valeur nominale)	ampère	40,-5

VI. EQUIPEMENT DE LA FABRICATION

-1. SECTION DE CONCASSAGE

a) Concasseur (à deux rotors)

1. Marque, type		40279
2. Usine		Pologne
3. Rendement		40+00 t/h
4. Humidité de la matière	pas plus de	10 - 15%
5. Dimension de l'ouverture de chargement		1000x800 mm
6. Diamètre des rotors		1250 mm
7. Largeur des rotors		800 mm
8. Quantité des marteaux en rotor		12x2=24
9. Nombre de tours des rotors		350 tr/min
10. Puissance du moteur électrique		2x30 kw
11. Nombre de tours du moteur électrique		1460 tr/min
12. Tension		220/381
13. Dimensions des blocs à charger	pas plus de	500 mm
14. Dimensions des blocs sortant du concasseur		0-20 mm

b) Transporteur à tablier

1. longueur du transporteur		20 000 mm
2. largeur du transporteur		1 200 mm
3. Hauteur		6 040 mm
4. Rendement		40/60/80 t/h
5. Angle d'inclinaison		20°
6. Dimensions des cellules de la grille au-dessus de la trémie du transporteur		390x300 mm
7. Moteur électrique		A0-73-6/6/4
8. Puissance du moteur		7/9/10 kw
9. Nombre de tours du moteur		715/960/1430 tr/min
10. Réducteur i=182,0 K - 2-1300-102-1 T		
11. Réducteur 0-2 15 K T i=19,1		

c) Elevateur

1. Rendement		39-125 t/h
2. Genre de matière à transporter		pulvérisante
3. Humidité de la matière		1,5%
4. Température de la matière	jusqu'à	100-110°
5. Grandeur maximale des blocs de la matière		150 mm
6. Capacité du godet		16 l

7. largeur du godet	450 mm
8. Hauteur de l'élévateur	12,9 m
9. Puissance du moteur	10 KW
10. Nombre de tours du moteur	1460 tr/min
11. Tension du moteur	220/380 V
12. Réducteur -400	i = 35,5
13. Ventilateur Q=10000 m ³ /h, H=150mm col.d'eau	
Type -40 N°6	

d) Pont roulant électrique suspendu

1. Capacité de charge	3 T
2. portée	4 m
3. Hauteur de levée	12 m

- 2. SECTION DES BROyeurs

1/ Broyeur à pâte

a) Trémies

1. Volume de la trémie à calcaire	14 m ³
2. Volume de la trémie à l'argile	14 m ³
3. Volume de la trémie à oxydes de fer	14 m ³

b) Alimentateur à table rotative

1. Diamètre du disque	1600mm	1 300 mm
2. Rendement	15-28 m ³ /h	jusqu'à 15 m ³ /h
3. Grandeur des blocs	50-70 mm	50-70 mm
4. Vitesse de rotation	4 tr/min	6,3 tr/min
5. Puissance du moteur	4,5 Kw	2,0 Kw
6. Nombre de tours du moteur	950 tr/min	2700 tr/min
7. Réducteur (3 pièces)	- 100-4-1	120-1
	i = 12,33	i = 15,5 (4 pièces)

8. Réducteur	PM350T-III-4	PM250-III-4(3 pièces)
--------------	--------------	-----------------------

c) <u>Broyeur</u>	i = 31,50	i = 31,50
-------------------	-----------	-----------

1. Marque type		à tube
2. Usine		URSS, Sibtijsach
3. Dimensions du broyeur	D = 2,0m	L = 10,5 m
4. Rendement		15 t/h
5. Nombre de tours		20,706 tr/min
6. Quantité de chambres		2
		1 ^{ch} = 6,7 m
7. Dimension des chambres		2 ^{ch} = 3,7 m

8. Humidité de la pâte à préparer 36%
9. Commande principale
- a) réducteur, marque -150
 - rapport de réduction $i = 35,73$
 - b) puissance du moteur 400 KW
 - c) nombre de tours du moteur 740 tr/min
 - d) tension du moteur 6000 V
10. Commande auxiliaire
- a) nombre de tours 0,18 tr/min
 - b) réducteur, marque $i = 173,07$ T-2-99
 - c) puissance du moteur 7 KW
 - d) nombre de tours du moteur 735 tr/min
- d) Pompe à pâte
- 1. Type 3-61
 - 2. Rendement 50 m³/h
 - 3. Valeur de pression 25 m col. d'eau
 - 4. Grandeur des particules de la matière 6 mm
tonneur 0%
5. Puissance du moteur 13 KW
6. Nombre de tours du moteur 1460 tr/min
- pompe fécule
2,5 - 10 m³/h H=9m H=2,8 KW D= 1420 tr/min
- 2/ Broyeur à ciment
- a) Trémies
- 1. Volume de la trémie à calcaire 13,5 m³
 - 2. -"- -"- à sable 13,5 m³
 - 3. -"- -"- à gypse 13,5 m³
- b) Broyeur
- 1. Marque, type à tube
 - 2. Usine URSS, Sibtiajnc
 - 3. Dimensions du broyeur D = 2,0m I = 10,5m
 - 4. Rendement 11 t/h
 - 5. Nombre de tours 20,7 tr/min
 - 6. Quantité de chambres 2
 - 7. Dimensions des chambres
 1 Ich = 5,65 m
 2 Ich = 4,73 m

8. Adjuvant et % d'addition
gypse = 2%
cable = 20%
9. Commande principale
a) Marque du reducteur $i = 35,73$
b) Puissance du moteur 400 KW
c) Nombre de tour du moteur 740 tr/min
d) Tension du moteur 6000 v
10. Commande auxiliaire $i = 27$
a) Marque du reducteur $i^*1 = 173,87$ IIT-2-95
b) Nombre de tours du broyeur 0,18 tr /min
c) Puissance du moteur 7KW
d) Nombre de tours du moteur 735 tr /min
- a) Filtre à manche
1. Type BDK-90
2. Quantité de manches 100 pièces
3. Quantité de sections 6
4. Longueur et diamètre d'une manche
 $l = 2,06$ m
 $d = 135$ mm
5. Surface filtrante 90m²
6. Rendement 15000m³/h
7. Reducteur
- d) Cyclones
1. Type, système HINOTAS
2. Quantité 2
3. Diamètre 500mm
4. Rendement 4520 - 5290m³/h
5. Volume de la témie 0,6m³
- e) Ventilateur
1. Marque II II-7
2. Rendement 6000m³/h
3. Dépression formée 300mmcol eau
4. Puissance du moteur 17 KW
5. Nombre de tours 1460 tr/min
- f) Via transporteur du ciment à partir du broyeur
1. Longueur 4,5 m
2. Diamètre du via 300mm
3. Rendement 10,3 m³/h
4. Coefficient de remplissage 0,3
5. Puissance du moteur 3 KW
6. Nombre de tours du moteur 960 tr/min
7. Reducteur PI350-1 $i = 15,75$
- j) Via transporteuse du ciment à l'élevateur
1. Longueur 39,055m
2. Diamètre du via 300MM
3. Rendement 10,3 m³/h
4. Coefficient de remplissage 0,3
5. Puissance du moteur 7,5 KW
6. Nombre de tours 970 tr/min
7. Reducteur (2 pièces) PI 400VI-1 $i = 15,75$

- g) Elevateur de l'amonco du ciment dans les silos
- | | |
|----------------------------------------|------------------------------|
| 1. Hauteur | 25100 mm |
| 2. Doid Rondoment | 13,9 - 44,5t/h |
| 3. Poids volumétrique de la matière | Jusqu'à 1,8 t/m ³ |
| 4. Humidité de la matière | Jusqu'à 1% |
| 5. Temperature de la matière | Jusqu'à 110° |
| 6. Largeur du godet | 300 mm |
| 7. Puissance du moteur | 7,5 KW |
| 8. Nombre de tours du moteur | 1460 tr |
| 9. Reducteur PA-500 - 1T- 1UT is 40,17 | |

h) Mecanisme de monte charge dans la section Ateliers

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| 1. Type | Poutre roulante |
| 2. Capacité de charge | Typo suspendue |
| 3. Largeur de la portée | 3000 kg |
| 4. Sablu des reducteurs | 7500mm |
| 1. Type | à griffes |
| 2. Capacité de charge | 10000 kg |
| 3. Largeur de la portée | 13,5m |
| 4. -3. SECTION DE CUISSON | |

a) Bassin vertical

- | | |
|------------------------------------------|--------------------------|
| 1. Quantité de bassins | 6 pièces |
| 2. Dimensions des bassins | H-9,2m D- 6m |
| 3. Volume d'un bassin (Calculé ouvrable) | 200m ³ |
| | 180m ³ |
| 4. Hauteur de la partie conique | 3m |
| 5. Volume -"- -"- | 10 m ³ |
| 6. Stock de la pâte (total) | 3 jours |
| | Max. 1000 M ³ |

b) Compresseurs

- | | |
|------------------------|-----------------------------------------------------------|
| 1. Type, marque | KCE-5M à piston, en forme de V, à double rang, à 2 étages |
| 2. Quantité | - 4 - |
| 3. Rendement | 5 + 5% m ³ /min |
| 4. Nombre de tours | 735 tr/min |
| 5. Puissance consommée | 33 KW |
| 6. Pression-1 étage | 1,7-2,4 Kgf/cm ² |
| 2 étage | 8 Kgf/cm ² |

c) Pompes à pâte

- | | | |
|------------------------------|------------------------|------------------------|
| 1. Marque | S CP-6 | H -2-61 |
| 2. Rendement | 44,6 m ³ /h | 20,8 m ³ /h |
| 3. Pression | 18 m | 20 m |
| 4. Puissance du moteur | 7,5 KW | 7,5 KW |
| 5. Nombre de tours du moteur | 1440 tr/min | 1460 tr/min |

d) Alimentateur à pâte

- | | |
|-------------------------------|---------------------------|
| 1. Marque, type | CM-500 à un godet |
| 2. Rendement | 12,5-25 m ³ /h |
| 3. Volume d'un godet | 20 l |
| 4. Nombre de tours de la roue | 3,5-7 tr/min |
| 5. Puissance du moteur | 1 KW |

- 6. Nombre de tours du moteur 1000-2000 tr/min
- 7. Volume du bac de contrôle Ø 600 mm 130 L
- 8. Réducteur PM-250-1-8 i=40,57

e) Transport de la poussière

1. Via transporteuse

- a) diamètre de vie 300 mm
- b) longueur de vie 5m
- c) rendement 18,3 m³/h
- d) coefficient de remplissage 0,3
- e) puissance du moteur 3 kW
- f) nombre de tours du moteur 960 tr/min
- g) Réducteur i = 15,75 PM-350-VI-1 II

2. Élévateur

- a) Hauteur 17100 mm
- b) Rendement 13,9-44,5 t/h
- c) poids volumétrique de la matière jusqu'à 1,0 t/m³
- d) Humidité de la matière jusqu'à 1%
- e) Température de la matière jusqu'à 100°
- f) Volume du godet 51
- g) largeur du godet 300
- h) Grandeur des blocs de la matière jusqu'à 75 mm
- i) Puissance du moteur 7,5 kW
- k) Nombre de tours 1460 tr/min
- l) Réducteur i=40,17 PM-500-II-1

3. Via mélianneuse

- a) Diamètre 400 mm
- b) Longueur 2,8m
- c) Rendement 3 m³/h
- d) Puissance du moteur 2,8 kW
- e) Nombre de tours 950 tr/min
- f) Réducteur PM-350-VI-2 i=15,75

f) Aspirateur de fumée

- 1. Type D-13,5 X2T
- 2. Rendement 70000m³/h à la t° = 200°C
- 3. Pression 100 mm col.d'eau
- 4. Puissance du moteur 55 kW
- 5. Rotation gauche
- 6. Nombre de tours du moteur 585 tr/min

g) Ventilateur de soufflage

- 1. Hauteur 45 m
- 2. Diamètre 1550 mm-base
1250 mm-haut
métal
chamotte 8,5m
- 3. Matière
- 4. Revêtement

h) Four rotatif

- 1. Usine URSS, Volgotsenmoch
- 2. Dimensions du four D=2,5m; l=75m
- 3. Rendement 7 t/h
- 4. Angle d'inclinaison 4% ou 2°18
- 5. Consommation de chaleur 1650 kcal/kg
- 6. Échangeur de chaleur
 - a) chaînage:
 - 1) mode de suspension libre
 - 2) longueur de la section 2,7m
 - 3) longueur de l'extrémité du four 1,4-1,0m
 - 4) superficie totale d'échange

5) Poids

4 m

2ème section:

1) mode de suspension	en	guirlande hélicoïdale
2) longueur de la section		10m
3) longueur de l'extr. du four		2500 mm
4) superf. totale d'éch. calor.		225 m ²
5) poids		11,2m
a) Echangeur de chaleur		
1) type	à hélice, en forme de croix	
2) longueur		5,5 m
3) surface		44 m ²
7. Nombre de tours de la course complète		1,3 tr/min
8. " " " de la marche lente		0,6 tr/min
9. Température des gazs sortants		Jusqu'à 240 °
10. Pression du mazout.		25 Kg/cm ²
11. Température de réchauffage du mazout		100°
12. Humidité de la pâte		37%
13. Revêtement:		
a) partie d'entrée et zone de préséch. l = 9m non revêtable		
75m-72m		
b) zone de déshydratation 72-52m		I=20m béton
52-49m		I=3m chamotte
		-5, -6
c) zone de calcination 34-24m		I=10m chamotte
		-4, - 5
d) zone de réactions exothermiques		
24-22 m		I=2m chamotte
22-20 m		I=2m chrome-magnésite XI - 4,
		XII - 6
e) Zone de cuisson 20-7,3m		I=12,7 chrome-magnésite XI -
		XII - 6
f) Zone de refroidissement 7,3-3,0m		I=4,3 chamotte
		UM-4, UM-5
g) section de mouture 3,0 -0m		I=3,0 non revêtable
		4
14. Quantité de supports		
1) Réfractaire		
1. Usine		URS5, Volgotsk
2. Type		récupérateur
3. Quantité des récupérateurs		10
4. Dimensions des récupérateurs		L=10m, D = 900 mm
j) Commande principale		
1. Type du réducteur	l=97,60	A=2500
2. Nombre de tours du four à partir de la commande principale		0,6-1,3 tr/min
3. Puissance du moteur		100 KW
4. Nombre de tours du moteur		725 tr/min
5. Tension du moteur		300 V

k) <u>Commande auxiliaire</u>		
Type du réducteur	1420,49	PM-500 52 T
Nombre de tours du four		3,77 tr/h
puissance du moteur		14 KW
Nombre de tours du moteur		730 tr/min
Tension du moteur		300 V
l) <u>Transporteurs du clinker</u>		
Longueur		13500 mm
Largueur		900 mm
Hauteur		6350 mm
Rendement		22 t/h
Angle d'inclinaison		45°
Quantités des godets		100
Puissance du moteur		9,5 KW
Nombre de tours		970 tr/min
Réducteur (2 pièces)	2-750-8-1T i= 182	
m) <u>Ventilateur d'air primaire</u>		
type		DBD-9
Rendement		6000 m ³ /h
Pression		400 mm col.d'c
Puissance du moteur		14 KW
Nombre de tours		1470 tr/min
n) <u>Giclour de mazout</u>		
type		A mazout
principe de fonctionnement		mélange forcé
Diamètre de la tuyère d'échappement		3,3 mm
Diamètre du tuyau du giclour		Dext.=45 mm Dint.=38 mm
o) <u>Palan électrique mobile T-85-921</u>		
Capacité de charge		5 t
Hauteur de levée		12 m
p) <u>Palan électrique au-dessous de la tête de l'élévateur T-85-531</u>		
Capacité de charge		1 t
Hauteur de levée		18 m
-4. <u>Dépôt de matière première.Clinker et Oxyde de fer</u>		
a) <u>Volume et stockage dans le séchage</u>		
Calcaire concassé		3000 t 11 jours
Argile rouge		500 t 39 "
Oxyde ferrique		1000 t 111 "
Argile de balandougou		4000 t 235 "
Clinker		3430 t 19 "
Gypse		200 t 36 "
Sable		400 t 9 "
b) <u>Crane à benne pronoue</u>		
Portée		22,5 m
Capacité de charge		5 t
Capacité du godet		1,6 m ³
Vitesse de la marche du pont		71,6 m/min
Hauteur de levée		13 m
Câble de levage		D=13 mm L=37 m
Câble de formature		D=13 mm L=59 m
Poids du godet		2100 Kg

5. SILOS ET ENGACHEGE

a) Vie transversales des silos -2 pièces

Longueur	10 m
Diamètre du vis	300 mm
Rendement	18,3 m ³ /h
Coefficient de remplissage	0,3
Puissance du moteur	5,5 Kw
Nombre de tours du moteur	1000 tr/min
Réducteur PH-350-VI-2	i=15,75 - 2 pièces

b) Vie longitudinale

Longueur	24 m
Diamètre du vis	300 mm
Rendement	18,3 m ³ /h
Coefficient de remplissage	0,3
Puissance du moteur	7,5 Kw
Nombre de tours du moteur	970
Réducteur PH-400 VI-2	i=15,75

c) Vie au-dessous de l'ensacheuse

Longueur	3,2 m
Diamètre du vis	300 mm
Rendement	18,3 m ³ /h
Coefficient de remplissage	0,3
Puissance du moteur	3 Kw
Nombre de tours du moteur	960 tr/min
Réducteur PH-350 VI-1	i = 15,75

d) Vie au-dessous des silos

Longueur	24,5 m
Diamètre du vis	500 mm
Rendement	52,9 m ³ /h
Coefficient de remplissage	0,3
Nombre de tours du moteur	975 tr/min
Puissance du moteur	22 Kw
Réducteur PH-650-IV-1	i=23,34

e) Élévateur de l'amande du ciment à l'ensacheuse

Hauteur	13550 mm
Rendement	39-124,3 t/h
Poids volumétrique de la matière	Jusqu'à 1,3 t/m ³
Humidité de la matière	"- 1,5 %
Température de la matière	100 - 110 °C
Largeur du godet	450 mm
Puissance du moteur	7,5 Kw
Nombre de tours du moteur	452xKx 1460 Tr/min
Réducteur PH-500-VI-2	i = 40,7 - 1 pièce

f) Vie tamisage

Diamètre	400/500/800 mm
Longueur	6000 mm
Rendement	32,5 t/h
Nombre de tours	46 tr/min
Puissance du moteur	4,5 Kw
Réducteur PH-400-V-1	i = 20,49

g) ENSACHEUSE

Type	à 3 bacs
Usine	Tchécoslovaquie
Quantité de sacs	3
Rendement	35 T/H
Puissance du moteur	2x7,5 Kw
Nombre de tours du moteur	1420 tr/min

h) Filtre à manche de l'ensacheuse

Type	DK-90
Quantité des manches	108
Quantité de sections	6
Dimension des manches	1=2,086m d=135 mm
Surface de filtration	90 m ²
Rendement	15000 m ³ /h
Ventilation	-7-40 n°6 au rendement de 7000 m ³ /h à la pression de 180 mm col. d'eau
Reducteur	P417 -80-2-2 i= 20,5

i) Filtre à manche

Type	β DK -60
Surface filtrante	60 m ²
Puissance du moteur	0,6 Kw -2 pièces
Nombre de tours du moteur	1460 tr/min
Ventilateur centrifuge	-40 -n°6
-Rendement	5000 m ³ /h
-Moteur	5,5 Kw
-Nombre de tours du moteur	1460 tr /min

i) Transporteur à bande

Type	8050 -80
Longueur	7 m
Largeur de la bande	800 mm, longueur 16,5 m
Type de la bande	-R20
Nombre de joints	5
Rendement	25t/h
Puissance du moteur	2,2 Kw
Nombre de tours	1430 tr /min
Reducteur	PH-400 -III-1 i= 31,50

k) Silon - 4 pièces

Diamètre	9 m
Hauteur	14,5 m
Capacité d'un silo	1074 t
Poids d'un mètre courant	90 t environ
Reserve totale du ciment	10 jours
Déchargeur de fond pneumatique	
Herque	-100 au rendement 45-150 t/h

l) Palan électrique Type TE1 -531

Capacité de charge	1 t
Hauteur de levée	10 m

m) Pont roulant électrique monopoutre à 2 supports

Capacité de charge	1 t
Portée	4 m

6. DEPOT CARBURANT

a) pompe de refoulement du carburant à partir des citernes jusqu'aux cuves

Type, marque	P3-60 t
Rendement	30 m ³ /h
Pression	2,6 Kg/cm ²
Hauteur d'aspiration	7 m Col. d'eau
Puissance du moteur	8-11,5 Kw
Nombre de tours	940-1000 tra/min

b) Pompes d'appoint de mazout au four

type, marque	MDH-1,5	3B-4/25 T
Rendement	9,4 m ³ /h	6,3 m ³ /h
Pression	25 Kgf/cm ²	25 Kgf/cm ²
Hauteur d'aspiration	6 m col. d'eau	6 m col. d'eau
Puissance du moteur	7 kw	7,5 kw
Nombre de tours du moteur	2900 tra/min	2900 tra/min

c) Conduite du mazout

Longueur	217 m
Diamètre	89 mm

d) Echangeurs de chaleur dans la section de chauffage du mazout

Type	à 2 sections
Dimensions principales	L=6350 mm Ø 164 mm
T° de vapeur à l'entrée	150°
T° de vapeur à la sortie	100°
T° du mazout à l'entrée	80°
T° du mazout à la sortie	110°

e) Réservoirs du mazout

Capacité de réception	40 m ³
Bac de stockage du mazout n°1 Ø8,509 m	H=7,45 m -423 m ³
Bac de stockage du mazout n°2 Ø8,533 m	H=7,41 m -423 m ³

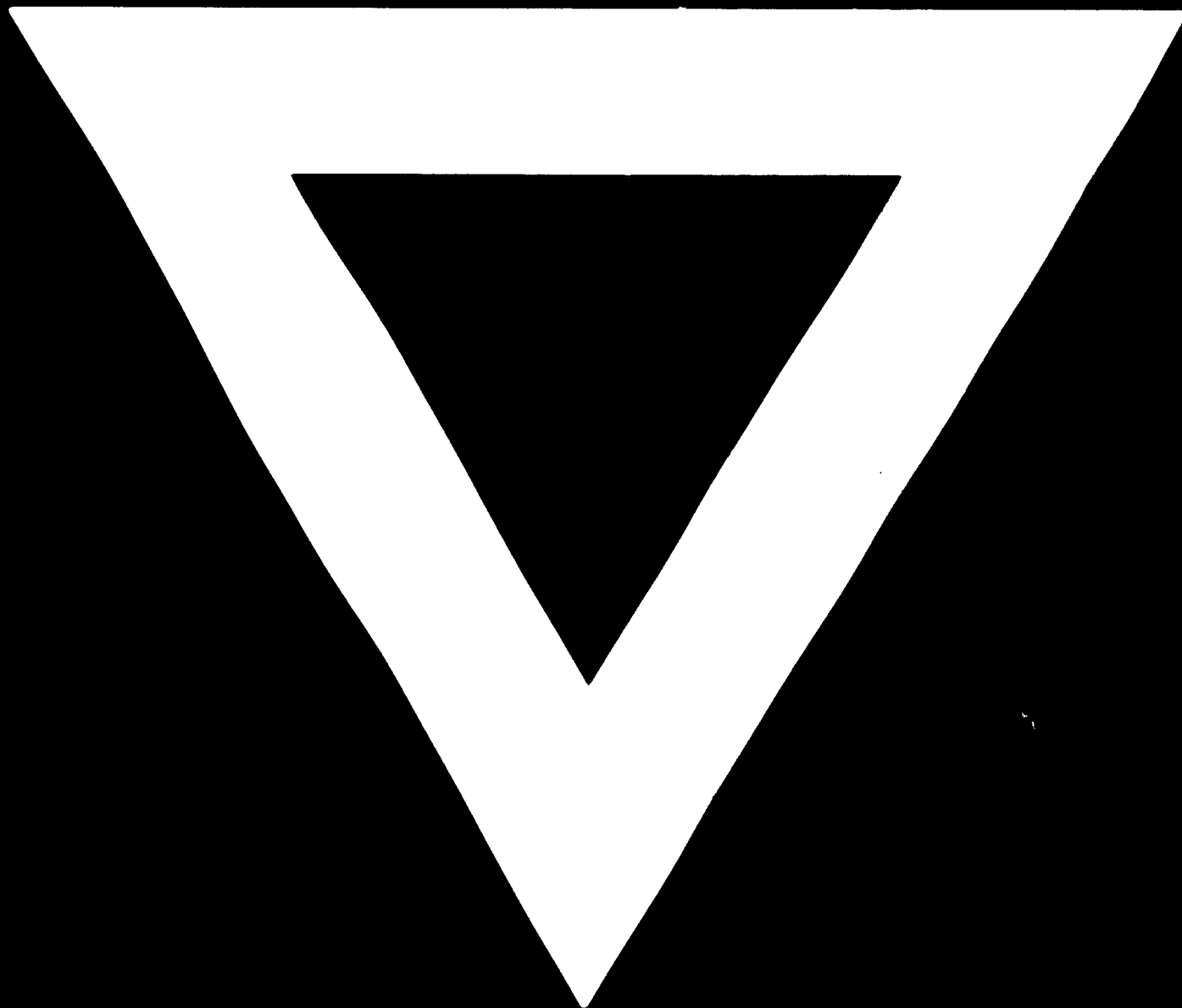
f) Réservoir d'appoint - 2

D= 2270 mm	H=4258 mm	V= 29 m ³
------------	-----------	----------------------

7. EQUIPEMENT DE LABORATOIRE

1. Concasseur à mâchoires de labo
Dimensions 100 x 60 Type 100 x60
2. Moulins à tambour, à billes à 2 chambres
type MDL
3. Malaxeur de labo pour la préparation du mortier de ciment
Type MLC
4. Tamis mécanique
Type CHM
5. Plateau - sécheur
Type LEC
6. Table vibrante pour la préparation des échantillons poutrolles
Type 435 A
7. Appareil pour les essais des échantillons poutrolles à la flexion et au déchirement
Type MIN -100
8. Presse hydraulique pour l'essai des échantillons à la charge statique 50 t
Type MCY - 50 A
9. Photocalorimètre
Type G-) K-H
10. Microscope polarisant, agrandissement jusqu'à 102x
Type MIN-0

C-104



80.02.19