



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

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



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

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

## FAIR USE POLICY

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

## CONTACT

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

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

09110

DP/ID/SER.A/177

20 novembre 1978

FRANCAIS

Original : ANGLAIS

Distr. RESTREINTE

(R)

ASSISTANCE A L'INDUSTRIE DU CIMENT\*

SI/UPV/78/801

REPUBLIQUE DE HAUTE-VOLTA

Rapport technique : Etude préalable de faisabilité sur l'établissement  
d'une cimenterie dans la région de Tambao

établi pour le Gouvernement de la République de Haute-Volta  
par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel,  
organisation chargée de l'exécution pour le compte  
du Programme des Nations Unies pour le développement

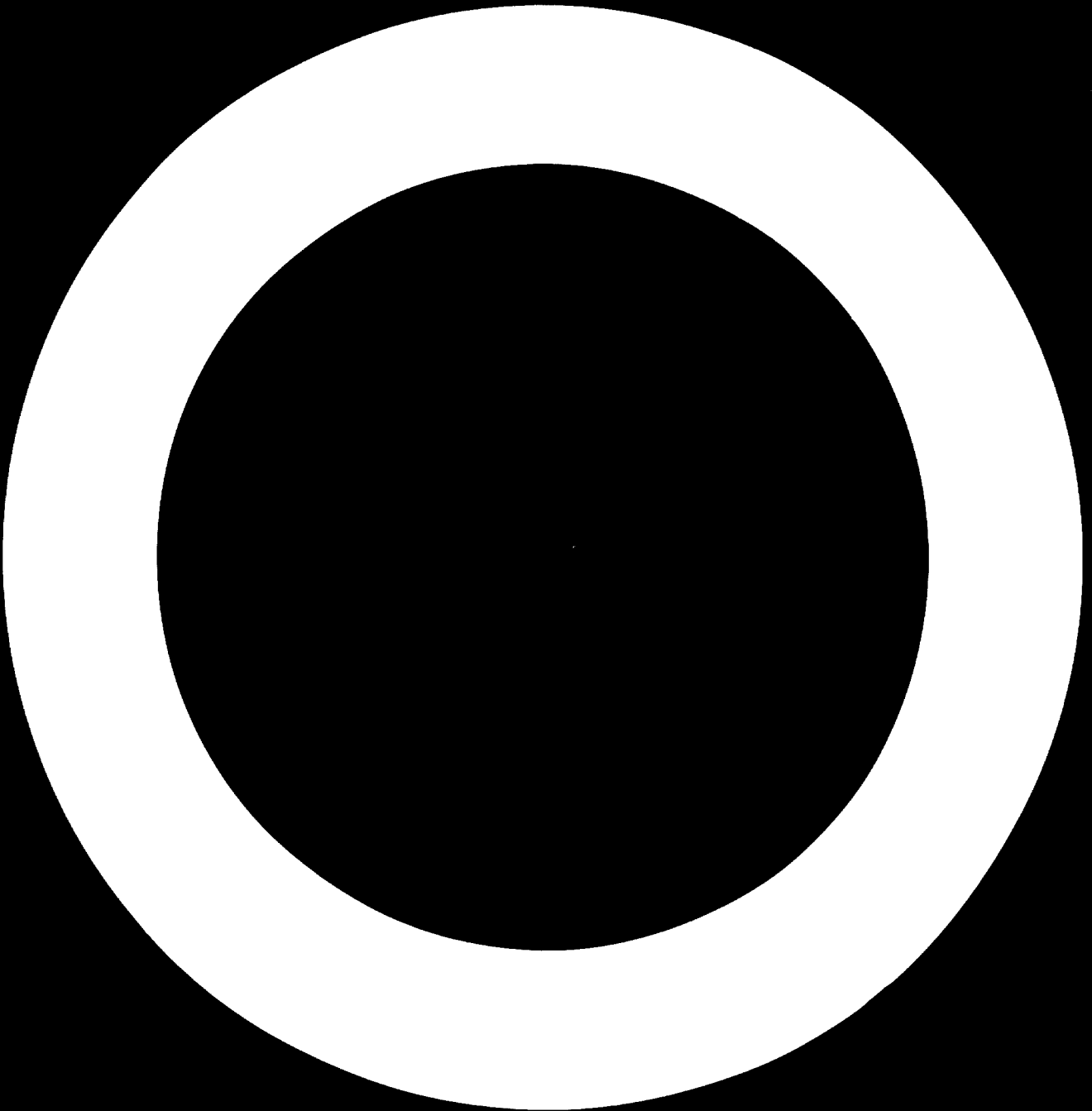
d'après les travaux de M. Aly Afify, expert en cimenterie

30 Aug. 79

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL  
VIENNE

\* Traduction d'un texte anglais n'ayant pas fait l'objet d'une mise  
au point rédactionnelle.

id.78-8148



### NOTES EXPLICATIVES

Sauf indication contraire, le terme "dollar" (\$) s'entend du dollar des Etats-Unis d'Amérique.

Sauf indication contraire, le terme "tonne" s'entend de la tonne métrique.

Les abréviations suivantes sont utilisées dans le présent rapport :

AID	: Agency for International Aid.
ACD	: Agence canadienne pour le développement
BIRD	: Banque internationale pour la reconstruction et le développement
EADEA	: Banque arabe pour le développement économique de l'Afrique
BAD	: Banque africaine de développement
BEI	: Banque européenne de l'Investissement
ERGM	: Bureau de recherches géologie et des mines
CENATRIN	: Centre national de traitement de l'information
COLINAO	: Conférence des lignes de navigation desservant la côte de l'Afrique de l'Ouest
CIMAO	: Société des ciments de l'Afrique de l'Ouest
CEDEAO	: Communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest
CEE/APC	: Communauté européenne à la disposition des Etats de l'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique
CCCE	: Caisse centrale de coopération économique
CEB	: Communauté électrique du Bénin
DGM	: Département des géologie et mines
FCB	: Fives Cail Babcock
FED	: Fonds européen de développement
HAER	: La direction de l'hydraulique et de l'Aménagement de l'espace rural
IRH	: Inventaires et recherches hydrauliques
NEDECO	: Netherlands Development Corporation
ORSTOM	: Organisation de recherches statistiques et techniques d'Outre-mer
OTAM	: Organisation technologique d'aménagement
RFA	: République Fédérale d'Allemagne
RAN	: Régie Abidjan-Niger
SCF	: Société de Ciments français
SASIF	: Société africaine de sondage industriel et de forage
SOMITAN	: Société minière de Tambao
SODEMI	: Société de développement des mines de la Côte d'Ivoire
SICM	: Société ivoirienne de ciment et matériaux

SCA	: Société des ciments d'Abidjan
SCO	: Société des ciments d'Onigbolo
SNC	: Société nigérienne de cimenterie
TP	: Travaux publics
UCE	: Unité de compte européen
UFIDA	: Union financière internationale pour le développement en Afrique
VOLBRICERAM	: Société voltaïque de briquetterie et céramique
VOLTAICA	: Société voltaïque industrielle cimentière
VOLTELEC	: Société voltaïque d'électricité
SiO <sub>2</sub>	: Silice
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Alumine
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Oxyde ferreux
TiO <sub>2</sub>	: Dioxyde de titane
CaO	: Oxyde de calcium (chaux vive)
MgO	: Oxyde de magnésium (magnésie)
SO <sub>3</sub>	: Anhydride sulfurique
K <sub>2</sub> O	: Oxyde de potassium
Na <sub>2</sub> O	: Oxyde de sodium
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	: Anhydride phosphorique (phosphate)

La mention dans le texte de la raison sociale ou des produits d'une société n'implique aucune prise de position en leur faveur de la part de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel.

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
RESUME	7
I. INTRODUCTION	10
II. CONCLUSIONS	13
A. PROSPECTION DE MATIERES PREMIERES	13
Etudes géologiques antérieures	13
Recherches géologiques récentes	14
Quantité et qualité des réserves	16
Proposition d'une prospection complémentaire de matières premières	17
B. ETUDE DU MARCHÉ DU CIMENT	20
Précision des statistiques disponibles	20
Caractéristiques et perspectives du marché potentiel	20
Possibilités d'exportation vers les zones limitrophes du Mali et du Niger	23
Marché du ciment sur la côte de l'Afrique de l'Ouest	26
C. TAILLE OPTIMALE DE L'USINE	31
Bilan des matières premières	33
Principaux postes de production	34
Investissements initiaux	36
Seuil de rentabilité	37
Production de ciments spéciaux	39
D. EMLACEMENT PROPOSE POUR LA CONSTRUCTION DE L'USINE	41
E. CHOIX DES PROCÉDES TECHNIQUES	44
F. EQUIPEMENT ET AMENAGEMENT DE L'USINE	47
G. FACTEURS INDUSTRIELS	49
Main-d'oeuvre	49
Courant électrique	53
Approvisionnement en eau	55
Mazout	58
Gypse	59
H. AGRANDISSEMENTS FUTURS	60
I. ETUDE FINALE DE FAISABILITE	61
J. ASSISTANCE PROPOSEE PAR LE PNUD ET L'ONUDI	62
III. RECOMMANDATIONS	65

ANNEXES

ANNEXE I	68
Demande d'assistance technique présentée par le Gouvernement de la République de la Haute-Volta	68
ANNEXE II	74
Demande de services industriels spéciaux présentée par le Gouvernement de la République de Haute-Volta	74

## RESUME

On sait que la région de Tambao contient des gisements de manganèse situés à 40 km à l'est de Tin Hrassan, centre de la formation calcaire qui se trouve elle-même à l'extrême nord-est de la République de Haute-Volta. La possibilité de combiner la construction d'une cimenterie avec un projet d'extraction de manganèse a fait l'objet de plusieurs études. Pour ouvrir l'accès à ces ressources naturelles, on prévoit de construire une ligne de chemin de fer de 350 km qui reliera la région à la capitale, Ouagadougou, actuelle tête de ligne du chemin de fer venant d'Abidjan. Par ailleurs, on a étudié un projet concernant la construction, sur la rivière Beli, d'un barrage devant constituer une réserve d'eau pour ce secteur.

Depuis 1965, des travaux de reconnaissance géologique du gisement de calcaire ont été réalisés par MM. J. Delfour, J. Récy et M. Van du Leeuw, ainsi que par le BRGM et la DGM. Selon leurs conclusions, assez optimistes, le calcaire et la découverte silico-alumineuse pourraient être utilisés comme matières premières pour la fabrication du ciment. La Société Klöckner INA, agissant en collaboration avec la SCF, a mené récemment des études géologiques - par sondage au sud du Beli, par échantillonnage superficiel au nord du Beli - qui ont prouvé l'existence de réserves de 1 million de tonnes de calcaire seulement dans la zone sud; ce qui indique que le terrain est hétérogène et renferme une proportion non négligeable de MgO. La reconnaissance des matériaux silico-alumineux s'est faite à l'aide de puits, mais à Loumbilla et Doumtenga, à 14 km au nord-est de Ouagadougou, sur le tracé de la future ligne de chemin de fer Ouagadougou-Tambao, conformément à l'hypothèse selon laquelle la cimenterie serait construite à Ouagadougou. Au vu des résultats obtenus, on a conclu à la nécessité de mener des recherches complémentaires détaillées pour prouver l'existence de réserves de matières premières suffisantes - en qualité et en quantité - pour la construction de la cimenterie. Le gouvernement et la Société Klöckner viennent de conclure un contrat concernant l'exécution d'études complémentaires sur les matières premières, d'études du marché et d'études de faisabilité en vue de la livraison et du montage d'une cimenterie clefs en main.



Compte tenu des dernières études de marché, on recommande la construction d'une usine d'une capacité annuelle de production de 120 000 tonnes, capacité qui correspondrait aux perspectives de la consommation locale de ciment au cours de l'année de démarrage de l'usine, majorée de 20 000 tonnes par an pour tenir compte des possibilités d'exportation, à partir de la région de Tambao, vers les zones limitrophes du Mali et du Niger. Ultérieurement, cet excédent permettra de faire face à l'accroissement de la demande de ciment sur le marché potentiel. On trouvera plus loin des renseignements détaillés sur la balance-matières prévue et sur la taille envisagée pour les principales unités de production, destinés à faciliter les calculs de prix de revient et de rentabilité.

La question de l'implantation de la cimenterie sera examinée, et les différentes solutions possibles seront comparées. L'intégration de la cimenterie avec le projet d'extraction de manganèse est préconisée pour les raisons suivantes : économies en matière de transports; avantages mutuels découlant de l'approvisionnement commun en eau et en énergie électrique; rationalisation, du point de vue économique, des opérations nécessaires pour la mise en place de l'infrastructure et des services collectifs desservant la cité industrielle intégrée.

A cause de l'approvisionnement insuffisant en eau et du prix élevé du combustible, il faudra de préférence utiliser un four rotatif, fonctionnant selon le procédé sec, avec un échangeur de chaleur de 4 étages, qui permet des économies d'eau et de combustible; mais la décision finale ne pourra intervenir qu'une fois que la situation concernant les matières premières aura été complètement analysée. Il est recommandé de prendre les dispositions voulues pour la protection de l'environnement, compte tenu de l'intérêt croissant manifesté dans le pays pour cette question et des caractéristiques économiques avantageuses des séparateurs électrostatiques modernes. D'une manière générale, il faudrait choisir du matériel et des machines simples, en limitant l'emploi des systèmes élaborés qui comprennent de nombreux points d'interpénétration et des dispositifs de contrôle automatique, pour tenir compte des ressources disponibles dans la région.

Selon les études préalables de faisabilité réalisées jusqu'à présent, il paraît justifié de consacrer des fonds et des efforts supplémentaires à des recherches plus approfondies. Une étude de faisabilité définitive devra être entreprise dès que l'on disposera de tous les renseignements indispensables sur les matières premières.

Compte tenu de l'accord conclu avec la Société Klöckner et des conclusions qui se dégagent des échanges de vues avec les homologues du gouvernement, on peut définir comme suit l'assistance technique nécessaire au cours de la phase prochaine (jusqu'à l'entrée en vigueur du contrat prévu concernant l'exécution de l'usine clefs en main). En 1979 : un conseiller en cimenterie chargé de donner suite aux études géologiques, chimiques, physiques, semi-industrielles et technico-économiques, de formuler des observations et des conseils au sujet du rapport préliminaire et définitif qui s'y rapportent - 3 mois de travail. En 1980 : quatre experts de l'industrie du ciment (un ingénieur mécanicien, un ingénieur électricien, un ingénieur du génie civil et un conseiller pour l'industrie du ciment faisant fonction de chef d'équipe et de coordonnateur du projet) qui fourniront une assistance et des conseils pour l'évaluation des soumissions et l'établissement des documents du marché - 16 (4 fois 4 mois de travail). On trouvera aux annexes I, II et III, le plan d'exécution prévu, une fiche de renseignements sur le projet proposé et les descriptions d'emploi.

## I. INTRODUCTION

La région de Tambao, connue pour ses gisements de manganèse, se trouve au nord-est du pays, à 65 km au sud du Niger et à 40 km à l'est de Tin Hrassan, centre de la formation calcaire. L'extraction du minerai de manganèse en vue de l'exportation, et la construction d'une cimenterie devant utiliser les ressources nationales de matières premières de la région de Tin Hrassan, ont fait l'objet de plusieurs études.

En 1965, la Direction de la géologie et des mines (DGM) a effectué la première reconnaissance géologique de la formation calcaire de Tin Hrassan, seul gisement de calcaire de la Haute-Volta.

La capitale, Ouagadougou, qui est actuellement la tête de ligne du chemin de fer de la Régie Abidjan-Niger (RAN), se trouve à 350 km au sud-ouest de Tambao. On a entrepris des études en vue de prolonger cette ligne jusqu'à Tambao, pour faciliter l'accès à ces ressources naturelles et la mise en valeur de cette région isolée.

La formation calcaire est divisée en deux parties par la vallée du Beli, cours d'eau à débit important pendant la saison des pluies, ce qui a fait prévoir la construction d'un barrage devant assurer tout au long de l'année l'approvisionnement en eau de ladite région industrielle et minière.

Des études économiques relatives au projet combiné ont été exécutées en 1967-1968, puis en 1971-1972, par le groupe néerlandais NEDECO et le bureau d'études français OTAM, au titre de contrats conclus avec le PNUD. En décembre 1972, on a estimé que le projet global nécessiterait les investissements suivants :

	<u>Millions de frs CFA</u>	<u>Millions de dollars des Etats-Unis</u>
Mine de manganèse : extraction de 575 000 tonnes par an pendant 20 ans	1 419	5,7
Wagons	836	3,3
Installations portuaires à Abidjan	1 100	4,4
	<u>3 355</u>	<u>13,4</u>

	<u>Millions de frs CFA</u>	<u>Millions de dollars des Etats-Unis</u>
Chemin de fer : 350 km Ouagadoudou-Tambao		
Infrastructure	9 040	36,2
Locomotives	1 080	4,3
	<u>10 120</u>	<u>40,5</u>
Cimenterie :		
Première tranche : 75 000 tonnes par an	2 135	8,5
Agrandissement : jusqu'à 120 000 tonnes par an	1 120	4,5
	<u>3 255</u>	<u>13,0</u>
Travaux complémentaires - approvisionnement en eau		
Barrage et travaux de terrassement	66	0,3
Conduites d'eau, etc.	297	1,2
	<u>363</u>	<u>1,5</u>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<u>17 095</u>	<u>68,4</u>

Depuis lors, les prix ont subi une hausse énorme et, à la suite d'études approfondies, il a été envisagé d'apporter diverses améliorations aux différents éléments du projet. Selon les dernières estimations, le coût total de celui-ci s'établit à 60 milliards de francs CFA.

Cependant, plusieurs points fondamentaux, pour lesquels on ne disposait jusqu'à présent que de renseignements très incomplets, doivent faire l'objet d'études complémentaires. Il faut examiner plus avant la situation réelle, en attachant une attention particulière aux caractéristiques géologiques, chimiques et physiques du gisement calcaire, afin de formuler une proposition pour sa mise en valeur (compte tenu des données concernant les propriétés minéralogiques du matériau et son aptitude au broyage et à la cuisson) qui permettrait au groupe chargé de l'étude du projet de déterminer le matériel à employer et d'entamer les études techniques nécessaires. L'étude de marché doit être mise à jour, notamment en ce qui concerne les exportations possibles.

Des éclaircissements supplémentaires doivent encore être obtenus au sujet des points suivants : dimension et implantation de la cimenterie, sources d'approvisionnement en matériaux argileux et en gypse, détermination précise des besoins en eau, en électricité et en combustible. Bref, il faut rassembler une importante documentation technique pour l'étude définitive de faisabilité, dont l'exécution est indispensable si l'on veut asseoir le projet sur des bases rationnelles. Le Gouvernement de la Haute-Volta a donc adressé au PNUD une demande d'assistance technique pour l'exécution de ces études. L'ONUDI a par la suite confié à deux experts (un spécialiste en cimenterie et un économiste industriel) une mission de 1 mois et demi au cours de laquelle ils ont fait le point de la situation actuelle, signalé les domaines qui doivent être étudiés plus avant, proposé un plan d'action et donné des avis au sujet de la portée d'une assistance éventuelle du PNUD et de l'ONUDI<sup>1/</sup>.

---

<sup>1/</sup> Le rapport de l'économiste industriel a été publié sous la cote DP/ID/SER.A/176.

## II. CONCLUSIONS

La mission de l'expert s'est déroulée du 20 septembre à la fin octobre 1973. En ce qui concerne l'examen de la situation actuelle, la révision des documents disponibles et la visite du site faisant l'objet du projet (à Tin Hrassan et à Tambao), les conclusions suivantes ont été dégagées :

### A. PROSPECTION DE MATIERES PREMIERES

Plusieurs opérations de prospections de matières premières ont été menées au cours des 15 dernières années. Bien que certaines des études géologiques antérieures aient semblé donner des résultats prometteurs, la révision serrée des méthodes de travail et des résultats des analyses n'a pas permis de confirmer l'existence de réserves sûres et répondant aux normes quantitatives et qualitatives qui justifieraient la mise en chantier d'une cimenterie. En règle générale, la construction d'une cimenterie n'est rentable que si les réserves de matières premières assurent au minimum 25 ans de production à pleine capacité. En outre pour ménager les possibilités d'agrandissement, il faudrait normalement des réserves égales au double de ce minimum. Or, les réserves mises en évidence par les recherches exécutées à ce jour sont non seulement en quantités inférieures à ces limites, mais aussi de qualité douteuse, en raison de la présence de MgO dont la dispersion irrégulière et les pourcentages excessifs laissent prévoir de sérieuses complications. La découverte de réserves de matières premières de bonne qualité et en quantités suffisantes nécessitera donc un nouvel effort de prospection. On trouvera ci-après un aperçu de la situation au point de vue des matières premières :

#### Etudes géologiques antérieures

Les travaux préliminaires sur les calcaires de Tin Dioulaf, commencés en 1963 par J. Defour, ont posé les jalons pour des études plus poussées. A la fin de 1965 et au début de 1966, le BRGM et la DGM ont fait un certain nombre d'études exploratoires dans le secteur d'Oudalan. La topographie de la formation laissait prévoir une exploitation en profondeur plutôt compliquée, nécessitant le déblaiement d'une couverture mêlée de schistes superficiels.

Par la suite, le BRGM a étudié la région de Beli au point de vue hydrologique, tandis que la DGM continuait la prospection des gisements de calcaire. Les résultats de ces travaux indiquent que les vallées, et particulièrement celle de Tin Akof (à 6 km de Tin Hrassan) sont généralement remplies de sédiments sablo-argileux d'origine alluviale, épais de 5 à 10 m. Les études exécutées à Tin Hrassan permettent d'évaluer à 24 millions de m<sup>3</sup> le volume du gisement de calcaire à la bordure sud de Beli, auxquels s'ajoutent 2 millions de m<sup>3</sup> au nord de Beli, sans tenir compte des intercalations dolomitiques. On a trouvé dans la région des marnes schisteuses, estimées à 5,4 millions de m<sup>3</sup>, mais pas d'argile. Bien que ces résultats fussent encourageants, il était manifeste que la teneur en MgO, dispersé irrégulièrement dans la formation, était en divers endroits supérieure aux limites admissibles; il n'a donc pas été possible de conclure de manière décisive quant à la présence de matières premières justifiant la construction d'une cimenterie.

Pour améliorer la connaissance de la région d'Oudalan, J. Récy a mené de 1966 à 1967 des travaux exploratoires sur les sédiments situés à l'ouest de Tin Akof, et particulièrement dans la partie sud de Beli. Il en a révélé la nature variable et la composition inhomogène, avec des teneurs en MgO d'environ 4,5 % et généralement supérieures à 3 %, à l'exception de la zone centrale, qui renfermerait environ 6 millions de tonnes à moins de 2,7 % de MgO.

De la prospection faite par M. Van der Leeuw, il ressort que la couverture et les dunes silico-alumineuses présentes dans le secteur peuvent fournir des matières premières de cimenterie, mais en quantités insuffisantes, trop riches en silice et pauvres en alumine. En conclusion, tous les travaux antérieurs montrent que des études géologiques plus approfondies sont nécessaires pour bien juger de la possibilité d'établir une cimenterie.

#### Recherches géologiques récentes

Des prospections ont été faites en avril et mai 1978, aux termes d'un accord entre le Gouvernement de la Haute-Volta et la Société Klöckner INA, les travaux géologiques et les analyses chimiques étant confiés à la SCF. Les études se fondaient sur l'hypothèse qu'une cimenterie pouvant produire initialement 150 000 tonnes par an de clinker pour ciment portland serait

construite à Ouagadougou. Une hypothèse supplémentaire était que l'usine en projet utiliserait le calcaire provenant de Tin Krassan, transporté des carrières à l'usine par la route qui doit être construite entre Tin Krassan et Tambao, et ensuite par le chemin de fer qui sera posé entre Tambao et Ouagadougou.

La prospection de matériaux silico-alumineux a donc été confinée aux secteurs se trouvant le plus près possible du site prévu pour la construction de la cimenterie, à Ouagadougou. Deux secteurs ont été prospectés : Loumbilla et Doumtenga Sogodin, à 14 km au nord-est de Ouagadougou, sur l'axe de la future voie de chemin de fer Ouaga-Tambao. Dans le premier secteur, une zone de 500 x 100 m a été sondée sur 15 m linéaires par forage de puits, qui ont fourni 11 échantillons. Dans la deuxième région, une zone de 1 km x 200 m a été prospectée par forage de 17 puits; toutefois, seuls 54 m linéaires ont été échantillonnés, car les premières pluies ont mis brusquement fin aux travaux, le site se trouvant dans une dépression inondée pendant la saison des pluies, ce qui en limite la possibilité d'exploitation à la saison sèche.

Les calcaires ont été prospectés dans le secteur au sud de Beli, par forages de 46 mm de diamètre plongeant jusqu'à 20 m de profondeur. Dix sondages ont été faits le long de 4 lignes espacées de 30 à 90 m, dans le sens NE-SO, perpendiculairement à la direction des couches et à des distances de 28 à 35 m, selon la pente des couches. Cinq trous ont été forés dans la couverture épaisse, située entre 0,9 et 6,75 m. Cinq tranchées, d'une profondeur maximum de 1 m et d'une longueur de 35 à 115 m, ont été creusées perpendiculairement à la direction des couches (NE-SO). Quarante-neuf échantillons ont été prélevés dans les trous : tous les 2,5 m dans les strates supérieures, et tous les 5 m dans les parties inférieures. Dans les tranchées, on a prélevé 66 échantillons, chacun représentant une longueur de 5 m. On a pu constater ainsi que le gisement est composé d'une série de dolomites précambriennes. Sa partie nord-est est fortement dolomitique, alors que la partie sud-ouest est calcaire, avec des teneurs en MgO variant de 2 à 5 % et concentrées principalement dans les schistes calcaires. Des dolomites calcaires sont intercalées au sein du gisement, où elles forment des strates épaisses de 0,5 à 1,5 m, ou des lentilles mesurant jusqu'à 0,5 m. Le calcaire et la dolomite renferment des couches de dolomites siliceuses, d'une épaisseur atteignant par endroits 2 m et contenant en général du quartz, avec des fragments de silex mesurant jusqu'à 3 cm. Au sud et au



sud-est du gisement, les affleurements sont couverts de plusieurs mètres de limon sablo-argileux, alors qu'au nord-ouest la couverture est composée de plusieurs mètres de sol latéritique.

Les études géologiques et les analyses chimiques ont été mises en corrélation selon trois coupes transversales principales :

-J-M-N-S1 : A la limite nord-est du gisement calcaire : la teneur en MgO paraît être la moins dangereuse (2,95 à 3,25 %), à l'exclusion de S1.

-V-K-O-P : Teneur en MgO plus accusée (4 %).

-L-S3-R : A la limite sud-ouest du gisement calcaire, la teneur en MgO est encore trop élevée (3,9 à 3,35 %), à l'exclusion de S3.

On a pris comme hypothèse qu'aucune variation ne se produisait entre les sondages, ce qui est assez peu probable, étant donné l'hétérogénéité du gisement.

Pour ce qui est du dépôt situé au nord, il n'a pas été fait de forage : les travaux exploratoires ont porté sur un échantillonnage systématique des affleurements le long de l'axe de la formation. Sur les 49 échantillons analysés, six seulement avaient une teneur en MgO inférieure à 6 %; les autres présentaient des concentrations variables, atteignant jusqu'à 15,5 % de MgO. L'expérience a néanmoins montré que les échantillons superficiels présentent des pourcentages de MgO inférieurs à ceux de la corrélation stratigraphique réelle. Ce n'est que par des forages bien exécutés et par une analyse complète que l'on pourra déterminer la composition exacte des diverses strates du gisement.

#### Quantité et qualité des réserves

Pour le secteur de Loumbilla et Doumtenga, les réserves ont été estimées à 1,1 million de tonnes d'alluvions silico-alumineuses (sable, argile siliceuse, sable argileux) ayant la composition moyenne suivante :

Perte au feu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO
7,01	72,01	13,99	4,32	1,03	0,33	0,05
Module silicique	Module aluminoferrique					
3,7	3,2					

En raison de la valeur élevée du module silicique, on a proposé l'emploi d'un additif riche en oxyde ferrique; la teneur encore excessivement élevée en sable libre (15,1 % en moyenne) risque de compliquer les opérations de mouture et de cuisson des matières premières de cette origine.

Pour ce qui est du gîte calcaire de Tin Hrassan, les réserves de Beli sud ont été estimées à environ 1 million de tonnes certaines, plus 1 million de tonnes probables, plus 2 millions de tonnes possibles, soit en tout 4 millions de tonnes de calcaire hétérogène, de composition moyenne suivante :

Perte au feu	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO
38,99	8,48	1,67	0,77	0,19	44,30	3,78
SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TOTAL		
0,50	0,77	N.D.	0,13	99,98		

Pour Beli nord, les études n'ont conclu qu'à la possibilité de réserves estimées à quelque 3,4 millions de tonnes en tout. Des études plus approfondies seront nécessaires pour en déterminer avec certitude la qualité et la quantité.

Dans la meilleure hypothèse - pleine utilisation des réserves certaines, extraction sélective bien menée, capacité de production de 120 000 t par an et besoins annuels de 159 000 t de calcaire - les réserves avérées suffiraient à six années seulement de production à pleine capacité. Pour qu'un projet de cimenterie réussisse, il faut prouver l'existence de 3 millions de tonnes de calcaire de bonne qualité et de 2 millions de tonnes de matière argileuse de la qualité voulue.

#### Proposition d'une prospection complémentaire de matières premières

Compte tenu des renseignements exposés plus haut au sujet des études géologiques anciennes et récentes, de la proposition présentée dans le rapport de Klöckner et de l'avis de la Direction technique du Bureau général pour les projets de Tambao, on recommande les mesures suivantes :

- a) Exécution d'une prospection géologique approfondie pour le calcaire, dans la région de Tin Hrassan : forage jusqu'à 40 m de profondeur, selon un réseau de sondages dans la zone de Beli sud et en prolongement vers le sud-est - en ce qui concerne les lignes de coupe transversale déjà exécutées, dans une bande de 150 m de largeur, avec un espacement de 50 m. On aurait ainsi 800 m de sondages, donnant 160 échantillons. On pourrait exécuter aussi 10 sondages exploratoires profonds de 20 m dans le secteur de Beli nord, là où la prospection en surface aurait détecté la plus faible teneur en MgO et aux emplacements privés d'affleurements. On aurait ainsi 200 m de forages et 40 échantillons.

Les analyses titrimétriques sur le terrain sont essentielles pour orienter au fur et à mesure les travaux de forage en fonction des résultats obtenus. Une prospection préliminaire en surface pourrait aussi être menée dans le secteur situé entre Tin Hrassan et Tambao, afin de mieux définir les travaux complémentaires à exécuter par la suite.

- b) Etudes serrées de la composition de la couverture dans le secteur de Tin Hrassan, en vue d'examiner les possibilités d'utilisation des matériaux silico-argileux et des sols latéritiques comme additifs argileux entrant dans la composition de la matière première. Pour s'assurer une source possible d'alumine permettant de corriger la composition de la matière première, on pourrait étudier les intercalations de kaolin dans le gisement de manganèse et formuler un procédé de séparation écartant toute contamination manganique.
- c) Mise au point de cartes de levés topographiques pour les secteurs prospectés; ces cartes seraient essentielles pour l'étude du procédé d'exploitation et pour établir un projet de carrière.
- d) Il serait très souhaitable de mener simultanément des recherches hydrologiques permettant de dresser, avant la fin des études sur les matières premières, un tableau détaillé de la situation pour ce qui est des nappes aquifères locales. Cette manière de procéder apporterait aux études de faisabilité les renseignements nécessaires pour définir les diverses possibilités, tout en offrant la souplesse pratique nécessaire et des variables supplémentaires.
- e) L'analyse chimique approfondie devra donner l'importance qui s'impose aux dosages des métaux alcalins et des chlorures, car c'est le procédé par voie sèche que l'on envisage d'utiliser - celui-ci étant peu gourmand d'eau, rare dans la région, et économe de combustible, particulièrement onéreux. A cet égard, les analyses réduites faites sur le terrain (par titrage des carbonates de calcium et de magnésium) seront mises à profit pour illustrer un exemple succinct, illustrant de manière simplifiée les raisons qui ont guidé l'orientation des travaux de prospection.

- f) A ce stade, il faudrait calculer les mélanges qui s'imposent pour la matière première, compte tenu des modules appropriés. On recommande les limites suivantes :

<u>Modules</u>	<u>Rapports de calcul</u>	<u>Limites recommandées</u>
Module hydraulique :	$\frac{\text{CaO} - (0,7 \text{ SO}_3)}{2,8 \text{ SiO}_2 + 1,18 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0,55 \text{ Fe}_2\text{O}_3}$	: 0,90 - 0,95
Module silicique :	$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3}$	: 2,2 - 2,5
Module aluminoferrique :	$\frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3}$	: 0,66 - 1,6

Par ailleurs, la concentration de MgO dans la matière première ne devrait pas dépasser 3 %, une bonne marge étant ménagée en prévision des erreurs matérielles toujours possibles.

- g) Les échantillons représentant la moyenne collective pour le secteur sélectionné et la composition recommandée pour la matière première devront faire l'objet d'essais semi-industriels dans une usine pilote dotée des moyens de recherche nécessaires pour montrer la moulabilité, l'aptitude à la cuisson et la composition minéralogique. Ces mesures sont d'une importance primordiale pour la planification ultérieure des groupes de production et pour la conception détaillée des machines et du matériel.

### B. ETUDE DU MARCHE DU CIMENT

Le marché voltaïque intérieur et les marchés d'exportation du ciment font l'objet d'une étude distincte. Il convient cependant de signaler brièvement certaines questions dont il faudra tenir compte au moment de déterminer la taille de l'usine, à savoir : la précision des statistiques disponibles; les caractéristiques et les perspectives du marché potentiel; les exportations possibles vers les zones limitrophes du Mali et du Niger; et le marché du ciment dans les pays du littoral d'Afrique de l'Ouest.

#### Précision des statistiques disponibles

Organisme bien équipé, l'Institut national de statistique publie régulièrement des données fiables. Les statistiques d'importation, qui fournissent les seuls renseignements disponibles sur le marché intérieur du ciment, constituent la principale source d'informations. Les importateurs de ciment sont surtout la Direction des travaux publics, les services chargés dans les centres urbains des travaux de construction pour le compte de l'Etat, la Direction de l'hydraulique et de l'aménagement de l'espace rural (qui s'occupe des projets en milieu rural, y compris la construction de bâtiments et de barrages), les marchands de matériaux de construction et les entreprises exécutant des projets importants. Les statistiques n'englobent pas le ciment fourni au titre des projets d'assistance, qui en règle générale n'est pas assujetti aux droits d'importation. Il se peut que de petites quantités de ciment d'origine ghanéenne traversent de temps en temps la frontière en dehors des filières officielles, à des moments où l'approvisionnement en ciment est perturbé. Etant donné qu'ils s'agit dans les deux cas de quantités très limitées, voire négligeables, les statistiques d'importation peuvent être considérées comme donnant une image fidèle du marché intérieur du ciment.

#### Caractéristiques et perspectives du marché potentiel

La Haute-Volta étant liée à la Côte d'Ivoire par le chemin de fer de la RAN, le ciment utilisé est pour l'essentiel (85 à 90 %) d'origine ivoirienne. Le reste, jusqu'à concurrence de 99 %, consiste en importations de moindre importance en provenance du Ghana, de la France et du Togo. Enfin, le

petites quantités de ciment sont parfois importées d'autres pays. La consommation locale est donc influencée par les facteurs qui déterminent le niveau des importations. Par exemple, la chute subite observée en 1970 (voir les chiffres de consommation annuelle présentés à l'annexe VIII) ne reflétait pas une régression de la demande, mais une baisse de l'offre due à une pénurie de ciment en Côte d'Ivoire, où l'on s'efforçait de répondre à un accroissement de la demande en prélevant les quantités nécessaires sur les exportations. Cette réduction s'est répercutée sur les quantités disponibles sur le marché voltaïque.

En revanche, toute consommation anormalement élevée s'explique par un accroissement de la demande due à l'exécution de projets importants, qui entraînent une consommation importante de ciment. On citera comme exemple la progression anormale de la consommation en 1969, qui était due à un effort particulier de la construction publique à Ouagadougou. En ajustant la courbe des importations de ciment, on obtient la représentation graphique de l'évolution probable du marché potentiel du ciment, telle qu'elle figure à l'annexe IX, où les résultats passés et les prévisions qui en découlent naturellement sont rapprochés de différentes études antérieures (NEDECO, Chambre de commerce, Plan de développement national). Quelles que soient leurs différences apparentes (différences qui s'expliquent par une attitude plus ou moins optimiste ou prudente, qui fait entrer en ligne de compte différents coefficients de sécurité) toutes les prévisions aboutissent à une conclusion générale - la consommation locale doit dépasser les 100 000 tonnes par an dès 1985 - ce qui est l'un des éléments primordiaux dont il faudra tenir compte pour le choix du lieu d'implantation de l'usine proposée.

La représentation graphique de la croissance démographique et de la progression annuelle de la consommation de ciment par habitant (annexe VIII) ainsi que la comparaison avec les pays voisins de l'Afrique de l'Ouest (annexe X) indiquent que le taux spécifique de la consommation de ciment est relativement faible en Haute-Volta (à l'heure actuelle, 10 kg par habitant et par an). Ce qui frappe le plus à cet égard, c'est le prix extrêmement élevé du ciment, qui coûte à l'heure actuelle à Ouagadougou 31 000 francs CFA (équivalent de 144 dollars des Etats-Unis) en gros et 33 000 francs CFA (153 dollars des Etats-Unis) au détail. Le prix du ciment est moins élevé dans les autres pays de l'Afrique de l'Ouest, dans une mesure qui dépend du développement des industries nationales du ciment et des installations

portuaires utilisées pour l'importation. En Haute-Volta, pays sans littoral fort éloigné de la mer, le coût prohibitif du ciment en limite dans une large mesure l'utilisation pour la construction de maisons d'habitation dans le secteur privé, qui reste pour l'essentiel tributaire du pisé et d'autres matériaux primitifs. La création d'une industrie nationale du ciment fournissant ce produit à un prix de vente raisonnable contribuerait certainement à répandre l'utilisation du ciment et à moderniser les techniques de construction. L'existence d'une industrie locale contribuerait aussi à la régularité de l'approvisionnement et faciliterait l'organisation de la distribution et le contrôle des prix. Selon les plans actuels, on prévoit de lancer un programme ambitieux de développement qui implique l'expansion proportionnelle de la demande de ciment en fonction des progrès escomptés de la politique d'urbanisation, de la réalisation progressive des transformations sociales et de l'exécution de grands projets nationaux dans les domaines suivants : bases industrielles, institutions sociales, développement rural et infrastructure.

Les possibilités de ménager aux agriculteurs une vie meilleure en stimulant la productivité agricole et en accroissant ainsi le revenu - actuellement modeste - des exploitants, paraissent excellentes. Elles se traduiront à plus long terme par la construction de maisons salubres en ciment à la place des actuelles huttes primitives en pisé. Par ailleurs, dans la mesure où le système d'enseignement et l'hygiène s'améliorent, les couches à revenu moyen de la population tendent de plus en plus à construire des maisons individuelles.

La création d'une industrie nationale du ciment offrirait des perspectives favorables à la mise en place d'entreprises fabriquant les produits en ciment pour remplacer les matériaux de construction primitifs et les éléments de construction importés. Des éléments en béton préfabriqué ou précontraint peuvent remplacer les éléments en bois ou en métal. Les traverses en béton précontraint, qui se distinguent par leur robustesse et leur durabilité, sont un bon exemple à cet égard. Dès maintenant, on prépare la mise en place d'une entreprise qui fabriquera des traverses en béton précontraint pour le chemin de fer Ouagadougou-Tambao. De même les blocs de construction fabriqués dans un moule simple à partir d'un mélange de ciment et de sable bien tassé sont supérieurs aux briques cuites parce qu'ils sont plus solides, d'un emploi plus économique et qu'ils peuvent être aisément fabriqués à pied d'œuvre à l'aide d'une machine à mouler mobile, ce qui élimine tout problème de transport.

A l'heure actuelle, la société Volbriceram, dont le siège est à Ouagadougou, fabrique des briques cuites et les distribue aux différents chantiers, à quelque distance que ce soit de la capitale.

De fait, nombre d'articles en ciment pourraient être produits sur place : amiante-ciment en feuilles (unies ou ondulées), canalisations pour installations sanitaires et égouts, matériel de drainage, matériel de protection des câbles électriques, poteaux télégraphiques, éléments de caniveau, dalles de trottoir, etc.

La création d'une industrie nationale de ciment favorisera certainement l'emploi de béton à la place des matériaux à base de bitume ou d'asphalte qui sont importés pour la construction routière. D'après le type de route et la largeur de la chaussée, il faut entre 200 et 500 tonnes de béton au kilomètre. En admettant que l'on ne construira chaque année que 200 km de routes exigeant 200 tonnes de ciment par kilomètre, on peut dès maintenant compter sur une consommation annuelle de 40 000 tonnes de ciment.

Ces perspectives d'utilisation accrue du ciment justifieraient à elles seules que l'on augmente de 20 000 tonnes par an la capacité de production prévue de l'usine.

#### Possibilités d'exportation vers les zones limitrophes du Mali et du Niger

Il est recommandé de construire l'usine à Tambao, à l'extrémité nord-est du pays et, partant, à proximité de la frontière avec le Mali et le Niger, ce qui permettrait d'exporter du ciment vers les zones limitrophes de ces pays qui peuvent être approvisionnées à partir de Tambao. Pour mieux délimiter les débouchés possibles, il convient de faire le point de la situation actuelle dans les deux pays.

Niger : Il existe à Malbaza une petite cimenterie (Société nigérienne de cimenterie - SNC) qui a été construite par la société Fives Cail Babcock (FCB) en 1966. Grâce à l'adoption du procédé sec à la place du procédé demi-sec, la capacité de production de ladite cimenterie a été portée de 30 000 tonnes par an à son niveau actuel de 50 000 tonnes par an. Le Ministère du Plan



prévoit la construction, dans la région de Tahoua, d'une cimenterie qui aurait une capacité de production annuelle de 150 000 à 200 000 tonnes. Il compte réaliser le projet avec le concours du Nigéria, qui assurerait l'approvisionnement en courant électrique et distribuerait le ciment dans la zone septentrionale du pays, où la cimenterie de Sokoto connaît certaines difficultés à se procurer les matières premières nécessaires. Au titre d'un protocole sur l'assistance technique et financière de la République populaire de Chine à la République du Niger, un groupe chinois mène actuellement une enquête préliminaire sur les matières premières disponibles.

La région de Niamey et la capitale même pourront être approvisionnées en ciment à partir de Tambao à un prix compétitif si la liaison Dori - Niamey est réalisée dans le cadre de la deuxième tranche des travaux d'extension du réseau ferroviaire.

Mali : La ligne isocôt délimite la zone du Mali qui pourrait être approvisionnée à partir de la cimenterie de Tambao. La commercialisation du ciment dans cette zone dépend bien entendu du prix de la manutention et, partant, du prix de vente, qui se compose du prix départ usine et des frais de transport à partir de la cimenterie (voltaïque ou malienne). Le ciment malien provient de l'usine de la Société d'Etat des ciments maliens (SOCIMA). Cette cimenterie, située à Diamou, a été construite par l'URSS en 1969; grâce aux concours financiers de l'Arabie Saoudite, du Japon et de la République fédérale d'Allemagne, sa capacité de production initiale, de 50 000 tonnes par an, a été portée à 100 000 tonnes par an. On envisage de porter sa capacité de production à 300 000 tonnes par an.

Pour ce qui est de la comparaison entre le prix de vente estimatif des ciments voltaïque et malien dans les zones orientales du Mali, on trouvera ci-après quelques éléments d'information complémentaires : le prix de revient avant amortissement et imposition est fort probablement le même dans les deux cas; même si le procédé sec utilisé par la cimenterie malienne de Diamou exige une dépense de chaleur supplémentaire pour l'évaporation des eaux résiduelles, cette charge sera compensée par les frais de transport supplémentaires des matériaux importés par la cimenterie de Tambao (Tambao se trouve à 1 485 km d'Abidjan, alors que Diamou est à 785 km seulement de Dakar).

Etant donné que le taux de rémunération du personnel national voltaïque est relativement élevé et que l'on prévoit de faire appel, au cours des premières années de fonctionnement, aux services d'un personnel étranger, le coût de la main-d'oeuvre aura une incidence relativement forte sur le prix de revient du ciment obtenu à Tambao.

Cependant, la cimenterie de Diamou est appelée à desservir surtout la partie occidentale du Mali car, vu les énormes distances qui séparent les deux parties du pays, il paraît peu rentable d'approvisionner la région orientale en ciment à partir de Diamou. Située à 55 km de Kayes et à 440 km de Bamako, Diamou se trouve, comme ces deux villes, sur la ligne de chemin de fer partant de Dakar; pour ce qui est de la partie orientale du pays, il faudrait acheminer le ciment sur des distances allant de 900 à 1 200 km à l'aide de différents moyens de transport (rail, route, navigation fluviale). Pour se faire une idée exacte de la situation, on trouvera ci-après les différents moyens de transport susceptibles d'être utilisés :

Chemin de fer (Ch) : Diamou - Bamako - Koulikoro (en service) et Ouagadougou - Kaya - Dori - Tambao (en projet);

Navigation fluviale (N) : sur le Niger entre Bamako et Leleho ( par endroits, le fleuve n'est pas navigable par toute saison);

Route (R) : transport par camion selon différents itinéraires, en partie par des routes asphaltées, en partie par des pistes, dont certaines doivent être revêtues dans un proche avenir.

L'étude rationnelle des trois moyens de transport disponibles indique que l'approvisionnement en ciment voltaïque provenant de Tambao présenterait des avantages manifestes pour les régions orientales du Mali, surtout la sixième (Gao) et la cinquième (Mopti). Il en est ainsi pour les localités suivantes : Tessit, Leleho, Ansongo, Gao, Bourem, Tombouctou, Mopti, Senndigué, Douentza, Hombori, Gossi, Doro. On trouvera ci-après les distances à parcourir à l'aide des différents moyens de transport :

Tambao - Leleho : 110 km (R) + Leleho - Gao : 110 km (N) + Gao - Mopti : 914 km (N) ou 570 (R), Tambao - Ouagadougou : 340 km (Ch) + Ouagadougou - Mopti : 410 km (R);

Diamou - Bamako : 446 km (Ch) + Bamako - Koulikoro : 58 km (Ch) +  
Koulikoro - Mopti : 504 km (N) + Mopti - Gao : 804 km (N); ou Bamako - Mopti :  
646 km (R) + Mopti - Gao : 570 km (R) et, dans les deux cas  
Gao - Lelengoy : 115 km (R).

Même si la comparaison ci-dessus met en évidence des perspectives favorables en ce qui concerne les débouchés dans lesdites zones maliennes, il ne faut pas oublier les points suivants :

- Les conditions naturelles entravent le développement des régions, peu peuplées, du Mali oriental, dont la consommation du ciment, en dépit de sa superficie importante, est estimée à 20 000 tonnes par an seulement.
- On envisagerait de construire une nouvelle cimenterie à Diré, près de Tombouctou, dans la région orientale du Mali. Jusqu'à présent, aucune étude des matières premières n'a été réalisée, et il ne s'agit donc que d'un dessein très vague. Si ce projet était réellement exécuté, il entraverait certainement l'exportation de ciment voltaïque vers les régions orientales du Mali.
- Au Mali, la production et la distribution de ciment sont un monopole d'Etat. Tout excédent de la production nationale peut donc susciter à terme un appui illimité pour les sociétés maliennes.

Il serait donc sage d'associer des intérêts maliens aux projets concernant la cimenterie de Tambao, afin de ménager au ciment voltaïque des débouchés plus stables dans les régions orientales du Mali.

Pour conclure, les possibilités d'exportation vers certaines régions du Niger et du Mali doivent être envisagées avec une très grande prudence. Une très petite marge de production excédentaire, qui ne devrait pas dépasser 20 000 tonnes par an, pourrait être prévue pour les prochaines années; passé ce délai, cet excédent pourrait servir à satisfaire la demande locale si celle-ci s'accroît selon les prévisions.

#### Marché du ciment sur la côte de l'Afrique de l'Ouest

L'analyse des possibilités d'exportation ne serait pas complète sans un bref aperçu du marché du ciment dans les pays du littoral de l'Afrique de l'Ouest. L'approvisionnement en ciment de ces pays est fonction de deux éléments - les importations de ciment dans la région, et la production potentielle de clinker et de ciment dans les pays qui la constituent - qui déterminent l'offre, laquelle doit s'équilibrer avec la demande.

Les importations de ciment dans la région, qui est essentiellement tributaire des capacités de production et des installations des pays d'Europe occidentale, sont passées de 14 millions de tonnes en 1976 à 19 millions de tonnes en 1977. Elles pourraient atteindre 20 millions de tonnes en 1978. Elles se composent pour 50 % de ciment en sacs pour 25 % de ciment en vrac et pour 25 % de clinker. Les importations proviennent surtout des pays suivants : Espagne (7 millions de tonnes), Grèce (4 millions de tonnes), France (2,5 millions de tonnes) et Royaume-Uni (2 millions de tonnes). La destination des exportations est la suivante : ports de la Méditerranée (7,3 millions de tonnes), Moyen-Orient (4,8 millions de tonnes), Côte de l'Afrique de l'Ouest (6,5 millions de tonnes), Etats-Unis et Antilles (3 millions de tonnes). D'autres pays pourraient fournir du ciment à la région, mais ces possibilités n'ont pas encore été exploitées : il s'agit du Japon, de la République de Corée et de Taïwan, dont les exportations de ciment sont passées de 10 millions de tonnes en 1976 à 11 millions de tonnes en 1977 et atteindront probablement 12 millions de tonnes au cours de 1978.

Comme on le verra ci-après, le potentiel de production de clinker et de ciment ne cesse de se développer.

L'usine de clinker de la Société des ciments de l'Afrique de l'Ouest (CIMA) constitue le projet le plus important dans cette région. La Côte d'Ivoire, le Ghana et le Togo ont pris l'initiative de construire une usine d'une taille adéquate. Ce projet est exécuté conformément aux objectifs arrêtés par la Communauté économique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO), ce qui détermine son orientation et facilite la rationalisation et la commercialisation de la production. L'usine est conçue d'après des principes économiques modernes, utilise le procédé à sec et doit avoir une capacité de production nominale de 1,2 million de tonnes de clinker par an; sa mise en route est prévue pour 1981. L'usine sera implantée à Tabligbo (Togo), près de Sika Kundji et du gisement calcaire de Tokpli (sur le bord du fleuve Mono). On trouve à cet endroit les matières premières nécessaires (calcaire, argile et sable) pour 90 années d'exploitation. Le projet prévoit la mise en place d'une infrastructure importante, et notamment la construction de groupes d'habitations, le raccordement au réseau de chemin de fer et la mise en place d'installations pour l'entreposage et la manutention du clinker et son expédition par voie ferrée vers le port de Lomé. Les investissements, estimés

à 249 380 000 unités de compte européen, seront financés en partie à l'aide de crédits accordés par divers organismes (FED, CEE/APC, BIRD, BAD, BADEA, BEI, CIDA, CCCE) et par la République fédérale d'Allemagne. L'énergie sera fournie par la Communauté électrique de Bénin, organisme régional créé en 1968 par le Togo et le Bénin. L'huile lourde, utilisée comme combustible, qui entre pour 50 % environ dans le prix de revient, sera fournie par une raffinerie en construction près de Lomé. La production prévue de cette raffinerie devrait passer de 250 000 tonnes en 1979 à 900 000 tonnes en 1980 et à 1,2 million de tonnes en 1981. On prévoit des agrandissements pour augmenter la capacité de production de 50 %.

La situation du marché du ciment des pays côtiers de l'Afrique de l'Ouest devrait évoluer sensiblement dans un proche avenir. Ces pays exécutent actuellement de nombreux projets concernant la construction de cimenteries intégrées, d'unités de production de clinker ou d'installations de broyage et d'enséchage du ciment. Outre la très grande unité de production de clinker de la CIMAO en construction au Togo, on peut citer, à titre d'exemples, les projets suivants :

- NIGERIA : Trois cimenteries, ayant chacune une capacité de production annuelle de 600 000 tonnes, sont en construction : à Ashaka (Etat du nord-est), à Shagamu (Etat occidental) et à Yandev (Benoué). Des études sont en cours pour l'installation, à Akure (Etat d'Ondo), d'une cimenterie ayant une capacité de production de 200 000 tonnes par an.
- BENIN : En plus de l'actuelle installation de broyage de clinker de Cotonou, on vient de constituer une nouvelle entreprise - la Société des ciments d'Onigbolo - dont le capital est composé pour 60 % par des apports du Gouvernement béninois et pour 40 % par des apports du Gouvernement nigérian, pour construire une cimenterie ayant une capacité de production de 400 000 tonnes par an.
- TOGO : Outre l'usine de clinker de la CIMAO, qui est en cours de construction, la CIMTOGO a entrepris de faire passer sa production annuelle de 120 000 tonnes à 300 000 tonnes.

- GHANA : Le Ghana participe au projet de l'usine de clinker de CIMAO. De plus, la société Ghana Cement Works a mis sur pied un programme d'investissements pour porter d'ici à 1981 la capacité de production des cimenteries de Tema et Takoradi à 1,4 million de tonnes par an.
- COTE D'IVOIRE : Outre l'usine de clinker de la CIMAO, en construction au Togo, il existe plusieurs projets ambitieux :
  - Grâce au démarrage d'une troisième unité de broyage de clinker, la capacité de production annuelle de la Société ivoirienne de ciment et de matériaux (SICM) a été portée à 525 000 tonnes;
  - La Société des ciments d'Abidjan (SCA) a lancé un programme de rationalisation et de modernisation de sa cimenterie qui doit lui permettre de porter la production à 650 000 tonnes par an;
  - Il existe en outre des plans pour la mise en place, à San Pédro, d'une installation de broyage de clinker qui a d'abord une capacité de production annuelle de 190 000 tonnes, puis une capacité de 480 000 tonnes par an au bout de trois ans.
- LIBERIA : On étudie actuellement la possibilité d'agrandir l'installation de broyage de clinker en service (capacité de production annuelle - 100 000 tonnes).
- GUINEE : Il existe des projets pour la création de deux cimenteries : une à Souguéta (capacité de production : 300 000 tonnes par an), l'autre à Lébékéré (200 000 tonnes par an). Par ailleurs, on prévoit de construire dans les environs de Conakry une installation de broyage de clinker d'une capacité annuelle de 250 000 tonnes. Un appel d'offres a été lancé en septembre 1977 pour ce projet, dont le financement serait assuré par la Banque arabe pour le développement économique de l'Afrique (BADEA).
- SENEGAL : La SOCOGIM prévoit d'agrandir sa cimenterie et d'en faire passer la capacité de production de 400 000 à 500 000 tonnes par an. On a créé une nouvelle société, la SOCISEN, pour construire à Pout une nouvelle cimenterie qui démarrera en 1981, avec une capacité de production initiale de 400 000 tonnes par an.

- MAURITANIE : Le gouvernement prépare la construction d'une installation de broyage de clinker d'une capacité de 150 000 tonnes par an.
- MAROC : Après la mise en service, à Marrakech, d'une cimenterie ayant une capacité de production annuelle de 500 000 tonnes, on construit actuellement deux autres cimenteries : l'une à Oujda (1,2 million de tonnes par an), l'autre à Témara (625 000 tonnes par an, et le double en 1981). On mène à l'heure actuelle des études en vue de construire une cimenterie d'une capacité annuelle de 1 million de tonnes au sud de Casablanca. Les cimenteries existantes ont entrepris des travaux d'agrandissement : Agadir - de 300 000 à 400 000 tonnes par an, Tétouan - de 152 000 à 260 000 tonnes par an, Tanger - de 68 000 à 250 000 tonnes par an.

Pour conclure, la possibilité d'exporter le ciment voltaïque vers la côte de l'Afrique de l'Ouest est à exclure. Etant donné que le prix de revient sera relativement élevé à cause de la taille réduite de l'usine et de la nécessité de faire venir de loin les matières premières, et qu'il faudrait transporter le ciment obtenu sur de grandes distances pour l'exporter vers les centres dont il vient d'être question, le ciment de Tambao ne pourra concurrencer sur le marché de la côte ouest africaine, ni le ciment d'origine extérieure fabriqué dans de grandes usines modernes et importé par la mer, ni le ciment qui pourrait être obtenu dans la région même lorsque le vigoureux effort de développement consacré à ce secteur aura donné des fruits. En revanche, cette évolution du marché du ciment de l'Afrique de l'Ouest ne risque pas de modifier les prévisions concernant l'écoulement du ciment produit à Tambao sur le marché intérieur potentiel ou dans les zones limitrophes du Mali et du Niger, étant donné le prix du transport du ciment d'une région à l'autre.

### C. TAILLE OPTIMALE DE L'USINE

En conclusion à ces remarques succinctes sur la demande de ciment, confirmées par l'étude de marché approfondie faite par l'économiste cimentier, on peut chiffrer à 120 000 tonnes de clinker pour ciment Portland la capacité de production annuelle recommandée pour l'usine. Cette capacité correspondrait à la consommation locale de ciment dans l'année où est prévue la mise en service de l'usine, plus 20 000 tonnes par an pour couvrir les possibilités d'exportation vers les régions tributaires de Tambao, dans les républiques du Mali et du Niger. Ces marchés extérieurs seront certainement plus ouverts pendant les premières années, jusqu'à ce que les possibilités de développement de l'industrie cimentière dans ces régions soient précisées. Par la suite, le surplus de production de la cimenterie de Tambao devrait répondre à l'accroissement de la consommation de ciment sur le marché potentiel, conformément aux prévisions que nous avons mentionnées plus haut. Ces hypothèses coïncident aussi avec les prévisions établies précédemment par la Société hollandaise d'ingénieurs-conseils NEDECO, par M. P. Niollet - pour le plan de développement national - par la Chambre de commerce et par la CEA (Commission économique pour l'Afrique), comme le montre l'annexe IX.

Il convient de noter à cet égard que certaines des études antérieures tendaient à retenir, pour réduire les investissements initiaux, une usine comparativement plus petite - d'une capacité de production de 75 000 tonnes par an - la possibilité étant ménagée d'y adjoindre assez tôt une deuxième chaîne de production, portant la capacité totale de 120 000 tonnes par an, au cours d'agrandissements destinés à répondre au gonflement de la demande. Sur ces prémisses, la société française FCB (Fives Cail Babcock) a offert de construire une usine utilisant le procédé à sec, avec un four rotatif de 2.4 m de diamètre et de 39 m de longueur; la capacité journalière de cette usine serait de 220 tonnes pour 325 jours d'exploitation effective par an, soit une production annuelle de 71 500 tonnes de clinker qui, après adjonction de 3 500 tonnes de gypse, donneraient 75 000 tonnes de ciment. D'autre part, les études les plus récentes faites par Klöckner INA/SCF reposent sur l'hypothèse d'une cimenterie d'une capacité annuelle de 150 000 tonnes. Entre ces deux extrêmes, une cimenterie de taille moyenne pourrait les avantages économiques des grandes usines, sans présenter les risques de sous-utilisation que ferait courir une trop grande installation.



Si l'on retient au départ une unité de petite taille, destinée à être bientôt agrandie par l'adjonction d'une deuxième chaîne de production, on perdra les bénéfices économiques inhérents à la production dans une grande cimenterie, à un seul four. Par ailleurs, si l'on construisait d'emblée une cimenterie trop puissante, celle-ci risquerait de n'atteindre sa pleine production que dans un avenir éloigné, sinon jamais, et de souffrir du handicap d'un investissement excessif et de frais d'exploitation trop lourds.

La cimenterie devra avoir un excès de capacité calculé de manière à couvrir la demande pendant un laps de temps suffisamment long après sa mise en service; mais elle ne devra pas être trop grande, car son exploitation ne sera profitable que si elle tourne à pleine capacité. L'industrie cimentière emploie des machines lourdes, qui entraînent des investissements relativement élevés. Les conditions économiques les plus favorables sont atteintes avec de grandes unités de production, à haut rendement, donnant un maximum de production pour un minimum de consommation d'énergie et de risques de pertes. Les coûts d'investissement, par tonne de capacité annuelle installée, sont beaucoup plus lourds dans le cas des petites usines. On peut dire, compte tenu des données publiées et des estimations utilisant les éléments connus, que les coûts d'investissement par tonne de capacité annuelle installée varient de 400 à 80 dollars des Etats-Unis pour des cimenteries d'une capacité respective de 30 000 et 1,4 million de tonnes de ciment par an. Il faut également tenir compte de diverses dépenses supplémentaires : construction de logements, protection de l'environnement, services auxiliaires, transactions relatives à l'infrastructure, etc.

Les coûts d'investissements peuvent varier considérablement en fonction de divers facteurs, tels que la nature des matières premières à traiter, le genre des machines et de matériel utilisés, la part plus ou moins grande de régulation des procédés et des automatismes, l'aménagement général de l'installation et l'importance des transactions locales liées au projet. En règle générale, dans l'industrie lourde, et particulièrement dans l'industrie du ciment, il ne faut pas évaluer la rentabilité globale en se contentant de calculer les revenus finals : il faut aussi tenir compte des intérêts nationaux, qu'il s'agisse de l'emploi des ressources potentielles en main-d'oeuvre ou des richesses minérales du pays.

Bilan des matières premières

Pour estimer les coûts d'investissement initiaux et calculer le prix de revient du ciment fabriqué, on peut exprimer comme suit le bilan des matières premières entrant dans la production :

	<u>Par jour</u>	<u>Par semaine</u>	<u>Par an</u>	<u>Unité</u>
Calcaire	530	3 710	159 000	tonne
Matières argileuses	140	980	42 000	tonne
Mélange cru	670	4 690	201 000	tonne
Mazout	40	280	12 000	m <sup>3</sup>
Clinker	400	2 800	120 000	tonne
Gypse	20	140	6 000	tonne
Ciment	420	2 940	126 000	tonne
Sacs en papier	8 820	61 740	2 646 000	sacs
Eau (à usage industriel)	500	3 500	150 000	m <sup>3</sup>

La quantité d'eau à usage industriel est calculée pour un système de refroidissement en circuit fermé. Il faut aussi compter l'eau utilisée à des fins sanitaires, soit quelque 380 m<sup>3</sup> par jour (estimation fondée sur un effectif de 165 employés autochtones et de 25 étrangers pendant la première année, avec, en moyenne, quatre personnes à charge et une consommation de 400 litres d'eau par personne et par jour).

La consommation d'énergie électrique peut être estimée comme suit :

	<u>Par jour</u>	<u>Par semaine</u>	<u>Par année</u>	<u>Unité</u>
Pour la production de ciment	50 000	350 000	15 000 000	kWh
Ateliers, services industriels et cité	16 000	112 000	5 500 000	kWh
Consommation totale	66 000	462 000	20 500 000	kWh

La composition des matières premières est donnée conformément aux renseignements dont on dispose actuellement, dans l'hypothèse où la couverture silico-alumineuse de Tin Hrassan serait utilisée après adjonction de latérite provenant de la même région. Les études que l'on se propose de faire sur les matières premières permettront de vérifier la validité de cette hypothèse. La consommation de combustible est calculée comme un maximum pour le procédé à sec, avec un four à préchauffeur à quatre étages (cyclones). A la fin des études approfondies sur les matières premières, l'hypothèse devra être révisée dans son ensemble à la lumière des nouveaux renseignements.

Principaux postes de production

Compte tenu des données susmentionnées, on peut attribuer, à titre indicatif, les capacités suivantes aux principaux postes de production :

Temps d'exploitation, en heures      Capacité de production nominale, en tonnes

	<u>Par jour</u>	<u>Par sem.</u>	<u>Par année</u>	<u>Par heure</u>	<u>Par jour</u>	<u>Par sem.</u>	<u>Par année</u>
Concassage du calcaire	10	50	3 000	30	300	4 000	240 000
Broyage du mélange cru	20	120	6 000	40	300	4 800	240 000
Four rotatif à clinkérisation	24	168	7 200	16	400	2 800	120 000
Broyage du ciment	20	120	6 000	25	500	3 000	150 000
Ensachage et expédition	10	50	3 000	60	600	3 000	180 000

On estime que la production effective de l'usine portera sur 300 jours de travail par an, au lieu de 330 jours par an, durée normale dans les cimenteries bien rodées et disposant de toutes les installations et des techniciens expérimentés nécessaires à l'exploitation et à l'entretien. Dans le cas de la cimenterie de Tambao, un arrêt complet pendant la saison des pluies est à craindre, car la carrière sera alors inondée par les fortes précipitations et les matériaux humides encrasseront les groupes de production et les convoyeurs, perturbant les opérations à sec. Pour réduire le plus possible les arrêts, on devra constituer des stocks suffisants de matières premières, de clinker, de gypse et de ciment, pour les jours où le transport des matières premières et de ciment seront impossibles. Voici les capacités de stockage recommandées :

<u>Matériaux</u>	<u>Moyen de stockage</u>	<u>Capacité en m<sup>3</sup></u>	<u>Durée de production assurée</u>
Calcaire concassé	Hangar	12 000	1 mois de réserve de mélange cru
Homogénéisation du mélange cru	3 silos de 800 m <sup>3</sup>	2 400	1 semaine d'alimentation du four
Dépôt du mélange cru	1 silo de 2 500 m <sup>3</sup>	2 500	
Clinker	Hangar	7 000	3 semaines de production du four
Gypse concassé	Hangar	600	1 mois de broyage de ciment
Ciment en vrac	3 silos de 1 500 m <sup>3</sup>	4 500	10 jours de vente de ciment
Mazout	Une cuve en acier de 1 200 m <sup>3</sup>	1 200	1 mois d'alimentation du four

Ces capacités de stockage nécessiteront des investissements supplémentaires, mais une telle dépense se justifie, car elle permet d'éviter les pertes de production dues à l'arrêt éventuel d'un des éléments de la chaîne de production.

Investissements initiaux

Une usine clefs en main de la capacité considérée exigerait les investissements initiaux suivants :

<u>Eléments de dépenses</u>	<u>Dollars des Etats-Unis</u> <u>x 1000</u>	<u>Fr. CFA</u> <u>(en millions)</u>	<u>Pourcentage</u> <u>du total</u>
Installations mécaniques	5 125	1 102	27,0
Matériel électrique	890	191	4,7
Pièces de rechange	588	126	3,1
Assurance et transport	1 720	370	9,1
Construction et mise en service	1 982	426	10,4
Travaux de génie civil	5 930	1 275	31,2
Intérêts en cours de construction	1 256	270	6,6
Divers (y compris les imprévus)	1 495	322	7,9
Total	18 986	4 082	100,0

L'entrepreneur qui envisage de construire une usine clefs en main tient généralement compte des possibilités extrêmes et prévoit des marges de sécurité couvrant tous les risques. La construction de la cimenterie de Tin Hrassan dépend directement des facilités escomptées de la mise en exploitation de la mine de manganèse, de la construction du barrage sur le Beli, actuellement en projet, qui assurera un approvisionnement régulier en eau à l'ensemble de la région, et de la construction de la ligne de chemin de fer, qui mettra en communication cette région reculée du nord-est avec Ouagadougou.

L'existence de la cimenterie dépend principalement de l'exécution d'un complexe général de projets, qui nécessitera évidemment d'importants investissements. Les possibilités nationales d'investissements sont limitées aux dépenses locales - travaux de génie civil et main-d'oeuvre par exemple. Selon toute vraisemblance, il sera nécessaire de recourir à des capitaux étrangers. Le financement extérieur pourrait intervenir par le biais d'une assistance bilatérale ou multilatérale ou des organisations internationales qui accordent des crédits aux pays du Tiers monde. Les financements de cette nature sont généralement consentis dans des conditions spéciales faisant l'objet de longues négociations qui limitent le pouvoir de décision. Outre la longueur des études préliminaires, c'est la question du financement qui, au cours des dernières années, a été la principale cause de retard; il est probable que cette situation n'est pas près de changer. En tout état de cause, les délais qui s'écouleront avant l'exécution du projet global reculeront sans doute la mise en chantier de la cimenterie et son entrée en service jusqu'à une date où les besoins en ciment seront encore plus grands et justifieront une capacité de production annuelle de 120 000 tonnes.

#### Seuil de rentabilité

On peut se fonder sur les hypothèses qui viennent d'être énoncées pour procéder à l'estimation des coûts de production, qui fera l'objet d'une étude économique distincte. En général, cependant, cette estimation dépend en grande partie du procédé utilisé, qui influe sur la consommation de combustible et d'énergie, du degré d'automatisation et d'intégration des opérations, des capacités des diverses unités et du taux d'utilisation de la capacité installée. Les frais généraux, la dépréciation, les frais d'investissement, les services étrangers aux facteurs de production ne sauraient être réduits, quel que soit le volume de la production. Les frais généraux comprennent les dépenses relatives aux postes suivants : personnel de bureau, bureau et laboratoire, financement, direction et personnel techniques, loyers, assurances, impôts, etc.; on ne peut les réduire, par tonne de produit, qu'en portant la production maximum de l'efficacité et de la capacité installée.

Pour ne pas dépasser le coût de production prévu, il convient de maintenir un taux d'exploitation suffisant. Il ne faudrait pas construire une usine trop grande dans l'espoir de réduire le coût de production par tonne, même si le coût de vente courant semble permettre de réaliser un bénéfice à un faible taux d'utilisation. Aux très faibles taux d'emploi de la capacité de production, les gaspillages se multiplient, et les coûts variables tendent à devenir beaucoup plus élevés que ne le prévoit la théorie. S'il est vrai qu'il serait plus avantageux d'exploiter une petite usine à 100 % de sa capacité nominale, il convient néanmoins de ménager une réserve de capacité suffisante, en prévision de l'accroissement de la demande de ciment dans un proche avenir. Le surplus de capacité ne devrait pas être forcé, mais déterminé par le calcul du seuil de rentabilité pour l'usine de la taille proposée. Ce seuil peut être défini comme le taux d'exploitation comparé auquel les recettes des ventes égalent exactement les dépenses. Exprimé en pourcentage de la capacité nominale de l'usine, il dépend de trois facteurs :

P : le prix de vente par tonne de ciment produit;

Cf : les coûts fixes par tonne à 100 % d'utilisation de la capacité : ces coûts sont en principe relativement constants, quel que soit le niveau de production (dépréciation, frais généraux, main-d'oeuvre, etc.);

Cv : les coûts variables par tonne : ceux-ci varient directement avec les changements du niveau de production (combustible, fournitures relatives à la production, matériaux d'entretien, etc.)

Le seuil de rentabilité Sr est donc défini comme suit :

$$\frac{Sr}{100} = \frac{Cf}{P - Cv} = \frac{7\ 423}{13\ 945 - 10\ 166} = 84,55$$

Par conséquent et conformément aux conclusions de l'étude économique, il faudra obtenir annuellement une production de ciment supérieure à 84,55 % de la capacité totale (126 000 tonnes par an), soit 106 533 tonnes pour assurer la rentabilité de la cimenterie avec un prix de vente avantageux : 13 945 francs CFA, départ usine. On voit l'importance d'une exploitation rationnelle, qui, grâce à un taux élevé d'utilisation, permet une rentabilité suffisante.

### Production de ciments spéciaux

L'usine produira du ciment Portland ordinaire. Néanmoins, pour calculer le volume des broyeurs de ciment en fin de chaîne, compte a été tenu de la possibilité de produire des ciments spéciaux. Les besoins en ciment à prise rapide ne semblent pas très accusés; le climat chaud accélère la prise et le durcissement du ciment, et, à part quelques cas exceptionnels juste avant la saison des pluies, les travaux de construction sont rarement urgents au point de justifier l'emploi de ce type de ciment, plus coûteux. Cependant, d'excellentes perspectives s'offrent à la production de ciments mixtes. On peut en mentionner deux types, comme exemple :

- Le ciment pouzzolanique, produit par adjonction de divers additifs au stade du broyage final du mélange clinker-gypse. Ces additifs peuvent être une série de cendres volcaniques ou de tuffs, ou encore certaines latérites, activés pendant l'hydratation du ciment.
- Ciment à maçonner, produit par adjonction d'une matière inerte (silice, agrégat, calcaire dur, basalte, etc.), lors du broyage final.

Dans ce cas, l'additif facilite le broyage en désagrégeant les grosses particules de clinker qui s'échappent dans les vides interstitiels dans le milieu de broyage. Les noyaux inertes de particules non dégrossies de clinker sont transformés ensuite en constituants hydrauliques actifs, qui augmentent la résistance du ciment.

Ces deux types de ciment se prêtent très bien aux travaux généraux de maçonnerie, à la construction de planchers, au plâtrage et à la production de béton maigre. Ces applications comptant normalement pour environ 40 % de la consommation de ciment, il s'ensuit que la capacité de production peut être portée à 140 000 tonnes par an sans qu'il soit nécessaire d'agrandir le groupe de clinkerisation, qui est le principal élément de production dont dépend la capacité de production. Le seul groupe à surdimensionner pour pouvoir forcer ainsi la production serait le broyeur de ciment. En attendant, on peut réserver un des silos à ciment au stockage du ciment spécial. On pourrait assurer le surcroît de conditionnement en étendant la durée du travail.



Quoi qu'il en soit, la question des ciments spéciaux nécessite des recherches distinctes, qui porteraient notamment sur les additifs disponibles, la qualité du ciment produit et les particularités des méthodes de construction locales. L'emploi de ciments mixtes est avantageux aussi bien pour la cimenterie, dont il réduit le coût de production, que pour le consommateur, qui paie le ciment moins cher.

#### D. EMLACEMENT PROPOSE POUR LA CONSTRUCTION DE L'USINE

Dès que l'idée de créer une industrie nationale du ciment fut lancée, l'emplacement de l'usine a donné lieu à force débats. En novembre 1972, on avait prévu que la société VOLTAICA serait chargée du projet de construction, à Ouagadougou, d'un broyeur ayant une capacité annuelle de 80 000 tonnes, pour le broyage du clinker qui, dans un premier temps, serait transporté par la RAN d'Abidjan, en attendant la construction de la cimenterie de Tambao, moment à partir duquel le groupe de broyage en question serait alimenté en clinker produit sur place.

Les études faites par la suite ont permis d'analyser les avantages relatifs de quatre possibilités :

- a) Installer l'ensemble de l'usine, y compris le groupe de production, le broyeur de clinker et l'atelier d'emballage, la centrale électrique, la cité industrielle, etc., à proximité de la carrière de Tin Hrassan;
- b) Construire l'ensemble de l'usine à Tin Hrassan, à l'exception du broyeur de clinker, qui serait installé à Ouagadougou;
- c) Installer le broyeur de clinker à Ouagadougou, les groupes de production et les services annexes à Tambao, en vue de créer des services communs, intégrés avec ceux de la mine de manganèse. Dans ce cas, les matières premières (calcaire et matériaux argileux) seraient transportées de Tin Hrassan à l'usine intégrée de Tambao;
- d) Intégrer l'ensemble de la cimenterie (y compris les groupes de production et les broyeurs de clinker) ainsi que les services industriels et sociaux à la mine de manganèse de Tambao.

Considérant les possibilités d'exportation vers les régions maliennes proches de Tambao, ni l'idée d'un double transport (du clinker, de Tambao à Ouagadougou, du ciment, d'Ouagadougou à la région du nord-est et au marché malien) ni la possibilité de démonter le broyeur de clinker pour l'intégrer à la cimenterie principale n'offrent d'avantages économiques. En outre, l'industrie du ciment ne peut être compétitive que si ses usines sont installées le plus près possible des lieux d'extraction des matières premières (tout au moins le calcaire et l'argile) dont le transport à grande distance coûte trop cher (jusqu'à 1,6 fois la valeur du produit) pour que l'exploitation en soit rentable.

Il est donc préférable d'abandonner l'idée d'un groupe de broyage distinct installé à Ouagadougou. On aurait alors à choisir entre deux possibilités - la première et la quatrième - caractérisées par deux variables : la non-intégration ou l'intégration, respectivement. La préférence à accorder à l'une ou l'autre des possibilités dépend, dans les deux cas, du montant des dépenses. Une étude économique a été consacrée aux transports, à l'approvisionnement en eau et en électricité, à la main-d'oeuvre et à divers frais généraux. La comparaison des transports porte sur les éléments suivants : matières premières (calcaire, matériaux argileux et gypse), mazout, lubrifiants, briques réfractaires, matières utilisées pour le broyage, pièces de rechange, sacs en papier, ciment prêt à livrer, personnel, aménagements et équipements nécessaires à la vie du personnel. L'électricité peut être fournie par une centrale électrique, à construire dans le cadre du projet global, et qui serait gérée de préférence par la VOLTELEC, au même titre qu'une de ses nombreuses centrales distribuées d'un bout à l'autre du pays. L'approvisionnement en eau pourrait être assuré par une station intégrée, de capacité suffisamment grande pour fournir à la fois l'eau à usage industriel, convenablement traitée, et l'eau à usage sanitaire, répondant à des normes d'hygiène appropriées, nécessaire au personnel des deux branches d'activités. Certains travaux d'entretien pourraient être coordonnés : ce serait le cas du matériel roulant (y compris le matériel des carrières). A cet égard, il serait essentiel de normaliser le matériel entre les deux secteurs d'activité. La coordination des services pourrait aussi s'appliquer aux ateliers de mécanique, aux produits des ateliers industriels, au rebobinage des moteurs, etc.

Dans une cité industrielle intégrée comme celle de Tambao, il serait possible de fournir divers services sociaux : écoles, centres de soins médicaux, dispositifs de sécurité, terrains de sport, moyens de divertissement, etc. En outre, pour une cimenterie qui marche jour et nuit, il est essentiel que le personnel technique réside le plus près possible de l'usine et que chacun des techniciens principaux soit nommé de garde à tour de rôle, afin de résoudre les problèmes qui pourraient surgir et de prendre des mesures immédiates en cas d'urgence.

La construction de la cimenterie à Tambao consoliderait la situation économique de la mine de manganèse. En attendant, l'exécution des deux projets sur un site intégré justifie la construction de la voie de chemin de fer Ouaga-Tambao, qui par la suite pourrait être prolongée en direction d'Ansongo. Par ailleurs, le projet global donnerait un élan industriel et social à l'ensemble de la région, stimulerait la région du Nord-Est, ouvrirait de nombreuses possibilités de vie et, en fin de compte, aurait un effet bénéfique sur la richesse et le bien-être de la nation par l'essor de l'agriculture et du commerce.

## E. CHOIX DES PROCÉDES TECHNIQUES

Toutes les études précédentes partaient de l'hypothèse que le procédé par voie sèche serait adaptable au cas en question. On a suggéré qu'il serait possible de réduire les investissements initiaux en supprimant les dispositifs antipollution. Un des arguments présentés était la consommation d'énergie électrique, jugée excessive, des filtres électrostatiques, dont l'emploi grèverait la production. On a aussi invoqué l'isolement du site, ainsi que l'inexistence de toute réglementation visant la pollution.

En fait, il est trop tôt pour mettre l'accent sur tel ou tel procédé, faute de renseignements suffisants sur la teneur en alcalis et, encore plus, en chlorures; de même, les additifs argileux restent encore mal définis. Considérant la pénurie d'eau que connaît la région et le coût relativement élevé du mazout, il est certain que le procédé par voie sèche est préférable, là où l'on peut l'utiliser, en raison de sa moindre consommation d'eau et de combustible. Parmi les diverses installations, le four à préchauffeur à 4 étages (cyclones) est à retenir, en vertu de sa valeur d'investissement et de ses faibles besoins en combustible. Mais, tant que la composition des matières premières ne sera pas élucidée, la tendance en faveur de la voie sèche restera en suspens, dans l'attente d'une décision finale. Celle-ci ne pourra être prise que lorsque les études sur les matières premières auront été achevées. Par exemple, si la composition du mélange cru présente une haute teneur en alcalis (plus de 1 % de  $\text{Na}_2\text{O}$ ) ou si la teneur en chlorures dépasse le maximum admis pour l'échangeur de chaleur à cyclones à 4 étages (plus de 0,04 % de  $\text{Cl}^-$ ), il faudra envisager d'autres solutions, telles que l'emploi d'une conduite de dérivation permettant d'évacuer une partie des alcalis et des chlorures ou, plus probablement, d'un four à préchauffeur à un étage - dans lequel la circulation interne des matières volatiles n'entrave pas l'exploitation autant qu'une installation munie d'un préchauffeur à 4 étages. La composition définitive des matières premières pourrait nécessiter une modification radicale de tout le schéma. Si, en dernière analyse, c'est la nature dolomitique du gisement de calcaire qui se trouve prédominer et si la teneur en  $\text{MgO}$  apparaît trop irrégulièrement dispersée et importante par rapport à la composition générale du gisement, il faudra

peut-être envisager un procédé complètement différent. Par exemple, la méthode de flottation, pour réduire la teneur en MgO, ce qui imposerait l'emploi du procédé par voie humide, nécessitant de très grosses quantités d'eau. La question de l'approvisionnement en eau devrait alors être révisée à fond, compte tenu des nouveaux facteurs.

Considérons maintenant la possibilité de faire des économies en sacrifiant les dispositifs antipollution : en règle générale, les économies de cette catégorie ne sont pas justifiées. Si aucune réglementation de protection de l'environnement ne s'applique pour le moment à cette région désertique et vide, elle ne tardera pas à être élaborée, au fur et à mesure de l'aménagement de la région et compte tenu de son peuplement et de l'apparition de nouvelles activités, par exemple sociales et agricoles, qui exigeront le maintien de conditions écologiques satisfaisantes. On connaît de nombreux exemples de cas où la lutte contre la pollution, sans grande importance aux premiers stades du développement des industries cimentières, est devenue impérative sous la double poussée du peuplement progressif et de l'exploitation agricole des terres. Dans certains cas extrêmes, les services publics chargés de la protection de l'environnement installent des dispositifs automatiques de contrôle permettant de surveiller et de limiter rigoureusement la quantité de poussière émise par la cimenterie. En cas de panne des dépoussiéreurs électrostatiques, quelle qu'en soit la raison, le rejet de poussières dans l'atmosphère n'est toléré, par exemple, que pendant 15 minutes environ, passées lesquelles l'ensemble de l'usine est arrêté par coupure automatique du courant électrique. La remise en marche des installations est habituellement précédée d'une enquête. L'efficacité des dépoussiéreurs électrostatiques modernes, en ce qui concerne le broyage du mélange cru, la clinkérisation et le broyage du ciment, atteint désormais 99,98 %, et les gaz évacués contiennent moins de 100 milligrammes de poussière par mètre cube. Dans ces conditions, la récupération et le recyclage des poussières permettent normalement d'amortir, au cours des 10 premières années d'exploitation, l'investissement initial que représentent les dépoussiéreurs électrostatiques. Il faut évidemment tenir compte en outre des avantages sociaux et sanitaires qui influent indirectement sur la situation économique générale de la région. Pour ce qui est de la consommation d'énergie des dépoussiéreurs électrostatiques, les derniers perfectionnements techniques les ont rendus beaucoup moins gourmands. Comparée aux principaux

postes de consommation d'électricité - par exemple, les broyeurs de mélange cru et de ciment - la consommation électrique des dépoussiéreurs électrostatiques est pratiquement négligeable. On ne saurait donc trop recommander que soient installés d'emblée des dépoussiéreurs électrostatiques, agissant sur les effluents gazeux du broyage du mélange cru et de la clinkérisation. Pour ce qui est du broyage final du ciment, il suffirait d'installer un filtre mécanique à sac, bien conçu.

## F. EQUIPEMENT ET AMENAGEMENT DE L'USINE

Le choix du matériel et l'aménagement des diverses parties de l'usine exigent des études détaillées. Le matériel devra être choisi en fonction des matières premières, du procédé et du site. En outre, les diverses pièces de matériel devront être convenablement assorties. Les éléments relatifs aux matières premières, y compris le matériel de carrière et les installations de concassage, de broyage et d'homogénéisation, devraient être conçus en fonction de l'examen des matières premières, fait sur le terrain et en laboratoire. Jusqu'ici, aucun type de carrière n'a été envisagé, pas plus que n'a été étudié le procédé d'extraction - abattage à l'explosif ou défonçage mécanique. Les études antérieures mentionnent généralement la possibilité d'extraire le calcaire par défonçage mécanique - c'est le cas de la cimenterie de Malbaza, au Nigéria - mais aucune décision pratique n'a été prise à cet égard. Chaque méthode d'exploitation exige un matériel bien défini. Pour donner un exemple, les machines de chargement utilisées dans la carrière devraient être assorties au broyeur de calcaire afin de refuser les fragments de roche trop gros pour le broyeur. Etant donné l'hétérogénéité des calcaires, il faudra peut-être recourir à une extraction et à un prémélange sélectif des roches concassées, avant que celles-ci ne soient introduites dans le broyeur de mélange cru. Dans ce cas, les magasins à matières premières devraient être adaptés spécialement au cas d'espèce rencontré.

Les caractéristiques du matériel dépendent aussi de la nature physique des matières premières. La dureté du calcaire et sa méthode d'extraction détermineront le choix du modèle de concasseur à utiliser. L'aptitude de la matière première au broyage et à la cuisson, ainsi que sa composition minéralogique, orienteront directement la conception du four et des installations de concassage et de broyage. Les études géologiques devront donc être suivies d'essais semi-industriels, faits dans des usines pilotes bien rodées, munies des moyens de recherche nécessaires et capables de fournir les résultats dont a besoin l'ingénieur pour décider en connaissance de cause.

En règle générale, les machines et le matériel devraient être normalisés le plus possible. Ainsi, le matériel d'extraction devrait être assorti aux types de matériel utilisés pour la mine de manganèse, ce qui simplifierait



les opérations d'entretien et de réparation et faciliterait l'intégration des installations d'entretien. Le groupement des moteurs et des engrenages par catégories et tailles supprimerait maint problème de pièces de rechange; il permettrait aussi de réduire l'investissement nécessaire pour constituer un stock suffisant de pièces de rechange sans le surcharger inutilement. Le même raisonnement s'applique à divers autres articles, et notamment au matériel accessoire, qu'il s'agisse des réserves de pièces de rechange essentielles ou des simples opérations d'entretien.

Les organes mécaniques et le matériel choisis devront être aussi simples que possible. Il est certain que l'emploi de systèmes perfectionnés, comportant beaucoup de couplages et des appareils et dispositifs de contrôle et de commande électroniques, améliorerait à la fois l'efficacité des installations et le contrôle de la qualité; mais il exigerait aussi des coûts d'investissement plus élevés et des connaissances techniques très poussées en ce qui concerne l'entretien de ces matériels; il dépendrait aussi de la possibilité de se procurer et d'importer aisément des pièces de rechange très spécialisées. Si toutes ces conditions ne sont pas remplies, des effets négatifs se produiraient, et la production en souffrirait. Il a été tenu compte de l'abondance de main-d'oeuvre comparativement bon marché, contrairement aux cas où le personnel d'exploitation représente un élément rare et où l'emploi de systèmes de contrôle automatiques s'impose pour réduire la main-d'oeuvre - tendance qui inspire l'automatisation de l'industrie moderne.

## G. FACTEURS INDUSTRIELS

Pour tourner, la cimenterie a avant tout besoin de main-d'oeuvre, de courant électrique, d'eau, de mazout et de gypse - autant de facteurs déterminants qu'examine l'étude du projet. On peut résumer comme suit la situation à cet égard :

### Main-d'oeuvre

Il n'y aura pas de difficulté à recruter un nombre suffisant de nationaux, pour autant que des conditions de vie acceptables leur soient offertes dans une zone résidentielle, située au voisinage de la cimenterie et appelée à devenir une cité industrielle intégrée, commune à la cimenterie et à la mine de manganèse.

Pour déterminer les effectifs nécessaires à la cimenterie, on est parti de l'hypothèse que les machines et le matériel utilisés seront aussi simples que possible et comporteront le minimum d'interconnexions et de commandes automatiques - aussi bien pour en simplifier l'entretien que pour garantir un fonctionnement ininterrompu. En se fondant sur l'expérience acquise auprès de la cimenterie de Malbaza, exploitée pratiquement dans les mêmes conditions, on peut proposer les effectifs suivants :

Poste/Catégorie	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
Carrière					1	4	3		8
Transport des matières premières						5			5
Chef d'équipe					4				4
Concassage et transport du produit							4		4
Broyage du mélange cru						4			4
Four						4	4	4	12
Broyage du ciment						4			4
Emballage et expédition					1		3	6	10
Cour et nettoyage					1			4	5
Services et bâtiment						3	2		5
Chefs de section				2					2
Chefs de département			2						2
<b>TOTAL DE L'EXPLOITATION</b>	-	-	2	2	7	24	16	14	65
Atelier de mécanique et entretien				1	2	14	10		27
Atelier d'électricité et entretien				1	2	9	3		15
Laboratoire				1	1	7	4		13
Magasins				1		1	1	1	4
Garage et station-service					1	3	2		6
Gardes et jardiniers					1	2	2	10	15
<b>TOTAL DES SERVICES</b>	-	-	-	4	7	36	22	11	80
Comptabilité			1	2	5				8
Administration du personnel			1	1	4				6
Vente			1	1	2				4
Direction	1	1							2
<b>TOTAL DE L'ADMINISTRATION</b>	1	1	3	4	11	-	-	-	20
<b>TOTAL GENERAL</b>	1	1	5	10	25	60	38	25	165

Légende :

A : Direction générale	E : Chefs de groupe ou contremaîtres
B : Direction technique	F : Techniciens qualifiés
C : Chefs de département	G : Travailleurs semi-qualifiés
D : Chefs de section	H : Manoeuvres

Au point de vue des facteurs de production, ce tableau d'effectifs correspondrait à 2,75 heures de main-d'oeuvre par tonne de ciment produit - rapport plutôt élevé, la raison en étant la taille relativement petite de l'usine et l'abondance prévue des opérations manuelles. L'évolution récente des techniques cimentières a réduit très fortement la part de la main-d'oeuvre, qui ne dépasse plus 1,0 heure de travail par tonne de ciment (contre 2,5 à 3,0 heures dans les anciennes cimenteries). Ce rapport descend même au-dessous de 0,5 heure de main-d'oeuvre par tonne dans les grandes cimenteries très modernes, qui exigent des investissements encore plus importants et une main-d'oeuvre technique fort spécialisée, particulièrement pour la manipulation et l'entretien des instruments et des appareils de contrôle et de commande. Dans le cas de Tambao, il faut tenir compte de la situation locale : il sera facile d'employer un nombre suffisant de travailleurs moyennement et semi-qualifiés, alors que les techniciens spécialisés, hautement qualifiés, sont rares.

Etant donné qu'il s'agira de la première cimenterie construite dans le pays, il faudra prévoir un programme bien conçu de formation, qui comprendra :

- La formation sur place des techniciens d'entretien et d'ateliers mécanique et électrique, en les faisant participer aux travaux de construction;
- La formation en cours d'emploi du personnel d'exploitation, en commençant par le groupe chargé de mettre en service la cimenterie, la formation pratique devant être assurée par les techniciens étrangers recrutés pendant la première année;
- L'octroi de bourses de formation et l'organisation de stages dans des cimenteries utilisant des matériels et des procédés similaires, que ce soit en Europe - pour étudier les techniques les plus récentes, ou dans les pays voisins - pour connaître les procédés appliqués à la solution des difficultés pouvant surgir dans des conditions semblables;

- L'emploi des possibilités de formation offertes par l'ONUUDI. Outre les stages et les programmes de formation collective organisés régulièrement, on peut envisager la formation à la demande, dans le cadre de projets bien définis;
- L'inclusion, dans le contrat de fourniture, de clauses spéciales par lesquelles les fournisseurs s'engageraient à organiser des stages de formation dans des cimenteries équipées des mêmes types de machines et de matériel.

Une formation de ce genre, qu'elle soit le fait de l'ONUUDI ou des fournisseurs, pourrait être offerte d'abord au personnel occupant les postes clefs, qui, à son tour, s'occuperait sur place de la formation des nouveaux travailleurs.

Au moins pendant les deux premières années d'exploitation, il faudra recruter des spécialistes étrangers, qui fourniront l'assistance technique nécessaire pour élaborer des programmes rationnels d'exploitation, d'organisation et d'entretien et pour préparer le personnel national à faire marcher la cimenterie indépendamment. Le tableau ci-après présente les effectifs recommandés :

Experts étrangers	Poste				Période	
	Directeur technique	Ingénieur	Contre-maître	Spécialiste	1ère année	2ème année
Expert en cimenterie	1				1	1
Ingénieur en mécanique		1			1	1
Ingénieur en électrotechnique		1			1	1
Chimiste		1			1	1
Chef d'équipe			3		3	3
Atelier et garage			3		3	-
Marche du four				3	3	-
Broyage				3	3	-
Ajusteur/Soudeur				4	4	-
Electricien				4	4	-
Spécialiste des instruments				1	1	-
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>25</b>	<b>7</b>

Il faudra donc 25 spécialistes étrangers, pendant la première année. Leur nombre pourra ensuite être réduit à 7 seulement pour les postes clefs, selon les ressources en main-d'oeuvre qualifiée autochtone et la rapidité du perfectionnement de cette main-d'oeuvre locale.

C'est une pratique courante que d'inclure dans certains contrats de fourniture une clause obligeant le fournisseur à assurer la présence d'un nombre suffisant de spécialistes, sur place, pendant l'année de garantie et jusqu'à la prise en charge définitive de l'usine par l'exploitant.

### Courant électrique

Compte tenu de la proposition susmentionnée concernant la capacité individuelle des groupes de production, on peut estimer comme suit les besoins en énergie électrique :

Postes de consommation	Consommation spécifique kWh/t	Puissance installée kW	Durée effective de fonctionnement h/j	Consommation d'électricité kWh/j	Durée effective de fonctionnement h/an	Consommation en électricité kWh/an
Concassage	2	160	10	1 600	3 000	480 000
Broyage du cru	20	300	20	16 000	6 000	4 800 000
Homogénéisation	14	380	20	7 600	6 000	2 280 000
Clinkérisation	12	200	24	4 800	7 200	1 440 000
Broyage du ciment	26	650	20	13 000	6 000	3 900 000
Emballage et expédition	1	60	10	600	3 000	180 000
Matériel auxiliaire	2	40	20	800	6 000	240 000
Transformation et distribution		230	24	5 520	7 200	1 656 000
<b>TOTAL (Production)</b>		<b>2 520</b>		<b>49 920</b>		<b>14 976 000</b>
Atelier et services		480	8	3 840	2 400	1 152 000
Cité industrielle		500	24	12 000	8 760	4 380 000
<b>TOTAL GENERAL</b>		<b>3 500</b>		<b>65 760</b>		<b>20 508 000</b>

D'après cette estimation, la consommation spécifique d'énergie serait de 119 kWh par tonne de ciment produit. La consommation totale spécifique d'électricité varie normalement de 100 à 120 kWh/t, en fonction de divers facteurs d'efficacité.

Il faudra ainsi disposer d'une puissance installée de 3 500 kW, pour une consommation annuelle totale de 20 508 MWh. On prévoit qu'une centrale électrique de bonne taille pourra alimenter en même temps la cimenterie et la mine de manganèse. Les besoins de la mine de manganèse ont été estimés à 770 kW, au maximum, avec une consommation annuelle de 3 750 MWh, pour une exploitation en deux équipes. La consommation annuelle totale d'énergie électrique s'élèverait par conséquent à 24 258 MWh/an, avec une charge maximum de 13 300 kW.

Pour fournir l'énergie nécessaire au projet global, il est prévu d'installer une centrale électrique à groupes électrogènes Diesel. L'exploitation et l'entretien de la centrale, ainsi que la normalisation des pièces de rechange, seront simplifiés par l'emploi de générateurs de même modèle et de même capacité, facilitant la répartition de la charge d'exploitation en parallèle.

Etant donné que la cimenterie sera le principal consommateur d'énergie, il avait été recommandé dans les études précédentes qu'elle s'occupe d'installer et d'exploiter une centrale électrique intégrée. Mais il est préférable que l'approvisionnement en électricité soit considéré à part et que la question de la centrale électrique soit traitée comme un projet indépendant, distinct de la cimenterie et de la mine de manganèse. Il serait avantageux que l'installation et l'exploitation de la centrale électrique en question soient confiées à la VOLTELEC, au même titre que les nombreuses centrales électriques exploitées dans le reste du pays. La production d'électricité serait ainsi confiée à des spécialistes, ayant l'expérience et la compétence technique nécessaire pour créer et exploiter une centrale électrique bien conçue. Le courant électrique serait alors vendu à la cimenterie et à la mine de manganèse, à des prix correspondant à leur consommation respective. Cette solution serait plus profitable pour tous, et garantirait, par une alimentation électrique sûre,

la marche continue et rationnelle des installations. Cette solution correspondrait à l'expérience acquise lors des travaux d'assainissement et de réorganisation de la SNC de Malbaza, où la centrale électrique, propriété de la cimenterie, était la cause principale du déficit. En fin de compte, la centrale a été remise à NIGELEC (Société nigérienne d'électricité) et ce transfert s'est révélé être un des principaux facteurs réels d'amélioration.

#### Approvisionnement en eau

La consommation spécifique d'eau dépend naturellement du procédé employé. Pour le procédé par voie sèche, dont il est question, l'emploi d'eau industrielle est limité au refroidissement des principaux paliers, compresseurs d'air, etc., et la consommation varie entre 0,3 et 1,0 m<sup>3</sup>/t de ciment produit. Cette consommation peut être abaissée à 0,1-0,35 m<sup>3</sup>/t (pertes d'évaporation et autres) par le refroidissement et le recyclage de l'eau. Le recyclage exclut l'eau utilisée dans des cas très spéciaux - arrosage de clinker ou pulvérisation pour le refroidissement de la gaine du four ou pour le refroidissement interne des broyeurs de ciment. Ce genre de refroidissement peut consommer en tout environ 0,4 m<sup>3</sup>/t d'eau, non récupérable. L'eau consommée pour nettoyer les bâtiments et les cours et pour laver le matériel roulant n'excède pas normalement 0,15 m<sup>3</sup>/t.

Pour plus de sûreté, on chiffrera à 1,2 m<sup>3</sup> la consommation d'eau par tonne de ciment produit, soit quelque 500 m<sup>3</sup>/j. Les besoins en eau potable à usage sanitaire peuvent être évalués pour un effectif de 190 travailleurs, dont 165 autochtones et 25 étrangers; cet effectif est à multiplier par 5 (dans l'hypothèse d'une moyenne de 4 personnes à charge pour l'ensemble des travailleurs - célibataires et mariés) ce qui donne 950 personnes, dont la consommation totale, à 400 litres par personne et par jour, s'élèvera à 380 m<sup>3</sup>/j. Les besoins en eau seraient donc en tout de 380 m<sup>3</sup>/j, soit environ 300 000 m<sup>3</sup>/an.

Les études hydrologiques exécutées par le DIR, la SIRH et l'AID montrent que les eaux superficielles ne peuvent répondre qu'à des besoins très limités. Une mission du BRGM a fait en 1966 quatre forages, profonds de 37 à 44 m, qui ont atteint des nappes aquifères. Le débit d'eau



souterraine a été déterminé par pompage préliminaire. En janvier 1967, la SASIF a procédé pendant 10 jours à un essai de pompage, sous le contrôle de la DGM. En novembre 1967, on a installé un limnigraphe, en coopération avec l'IRH et la DGM. Voici les résultats de ces nouveaux essais de pompage :

<u>Sondage</u>	<u>m<sup>3</sup>/h</u>	<u>Durée de l'essai</u>	<u>Transmission approximative</u>
S 11	4,7	24 h	$5,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$
S 12	2,2	10 h	$1,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$
S 13	3,8	240 h	$9,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$
S 14	0,45	10 h	$2,3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$

Le débit d'eau, très irrégulier, dépend tant de l'infiltration des participations que de la rareté de l'eau à la saison sèche. Il a été recommandé de poursuivre les études et d'exécuter des forages profonds dans les endroits favorables, repérés par prospection électrique. Il est cependant peu probable que l'eau souterraine soit suffisamment abondante pour couvrir à la fois la consommation de la mine et celle de la cimenterie et pour répondre aux besoins que créerait le développement social et agricole de la région.

On a donc retenu la possibilité d'utiliser l'eau du Beli, à condition de pouvoir créer un réservoir suffisamment grand pour passer la saison sèche et assez profond pour réduire au minimum les pertes par évaporation. L'ORSTOM et la Direction de l'hydraulique et de l'équipement rural ont mené les études nécessaires pour déterminer la possibilité d'employer l'eau du Beli pour l'industrie et l'agriculture. Une étude hydrologique exécutée en 1971 a donné lieu à la publication d'un rapport, intitulé "Etude hydrologique en Haute-Volta; Adduction d'eau de Tambao, juin 1972". Une étude géotechnique a été faite par la société LGL (ingénieurs-conseils : Lelonde Girouard Letendre et Associés, SARL) de février à mai 1977; les résultats en ont été présentés par le Laboratoire national du bâtiment et des travaux publics de Haute-Volta dans le rapport intitulé "Barrage de Bambakari - étude géotechnique - compte rendu d'essais; avril 1977". L'étude a abouti à l'établissement de documents d'appels d'offres pour la construction d'un barrage sur le Beli, avec retenue d'eau dans la

dépression de Tin Akof, prise d'eau, évacuateur, station de pompage et conduite de barrage à Tambao, pour un débit de 1 200 m<sup>3</sup>/j, et avec réservoir d'eau de 6 000 m<sup>3</sup> au site minier, industriel et résidentiel de Tambao.

Les études relatives au projet laissent prévoir que le coût de l'eau brute serait de 189 à 232 FCFA/m<sup>3</sup>, selon le taux d'intérêt (6 à 10 %) et pour un amortissement étalé sur 16 ans.

La composition de l'eau a aussi été étudiée. Trouble et légèrement alcaline, elle contient des sables en suspension, des matières colloïdales (notamment des colloïdes ferrugineux). Sa dureté est acceptable.

L'analyse des échantillons donne la composition suivante :

<u>Propriété (unité)</u>	<u>Maximum</u>	<u>Minimum</u>	<u>Moyenne</u>
Turbidité (FTU)	850	500	500
pH	7,9	7,3	7,35
Solides totaux (mg/l)	710	570	625
Solides en suspension (gravimétrie, mg/l)	350	300	325
Solides solubles (mg/l)	340	240	280
Alcalinité (mg/l de CaCO <sub>3</sub> )	80	80	80
Dureté totale (mg/l de CaCO <sub>3</sub> )	55	50	54
Calcium (mg/l de CaCO <sub>3</sub> )	35	30	33
Chlorures (mg/l de Cl <sup>-</sup> )	4,6	4,2	4,3
Fer (mg/l de Fe)	8,3	5,5	7,0
Sulfates (mg/l de SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	8	2	5,1
Conductivité spécifique (nmhos-cm)	143	128	134
Résistance spécifique (Ohms-cm)	3,9 x 10 <sup>3</sup>	7,0 x 10 <sup>3</sup>	7,7 x 10 <sup>3</sup>
Chlorure de sodium (mg/l de Cl <sup>-</sup> )	67	63	64
Silice (mg/l de SiO <sub>2</sub> )			17
Anhydride carbonique (mg/l de CO <sub>2</sub> )	32	20	26

La station d'eau de l'usine devrait donc fournir les qualités d'eau suivantes, traitées comme indiqué :

- Eau à usage industriel (refroidissement) : filtration et adoucissement au moyen d'un échangeur d'ions appropriés;

- Eau sanitaire pour le personnel de l'usine et de la cité industrielle : filtration et stérilisation par rayons ultraviolets ou par chloration classique.

### Mazout

Le mazout (huile lourde) pourra être fourni par la raffinerie d'Abidjan, qui traite du brut de diverses origines. D'importantes quantités de mazout sont déjà fournies à certaines industries de la Haute-Volta. Le mazout actuellement consommé est transporté le long de la voie ferrée RAN d'Abidjan à Ouagadougou, par des sociétés pétrolières bien connues, possédant leurs propres wagons-citernes et réservoirs, d'où le mazout est distribué aux divers centres de consommation par camions-citernes. Le mazout actuellement livré présente les propriétés suivantes :

<u>Propriétés</u>	<u>Limites</u>	<u>Résultats des essais</u>	<u>Unités</u> <u>Unités</u>
Densité à 15° C	maximum	0,995	g/cm <sup>3</sup>
Pouvoir calorifique brut	moyen	10 535	kcal/kg
Viscosité : Redwood, à 37,8° C	maximum	1 500	seconde
Point d'écoulement	maximum	21	° C
Teneur en soufre	maximum	4,0	% en poids
Teneur en cendres	maximum	0,12	% en poids
Point d'éclair	minimum	66	° C
Teneur en eau	maximum	1	% en poids
Teneur en sédiments	maximum	0,25	% en poids

Le mazout livré à Ouagadougou par chemin de fer revient à 55 320 FCFA/m<sup>3</sup>. De là, il pourra être transporté à Tambao grâce à la voie ferrée en projet, au coût de 2 686 FCFA/t, pour autant que les tarifs de transport ferroviaire soient calculés au taux actuel de 7,9 FCFA/t.km actuellement en vigueur sur la ligne Bobo-Dioulasso-Ouagadougou, sensiblement de même longueur que le trajet Ouagadougou-Tambao.

### Gypse

Le gypse est employé comme agent retardateur de la prise du ciment. Sa proportion varie de 3 à 5 % (soit au maximum 6 000 t/an) selon sa pureté et le temps de prise effectif du ciment, fixé conformément aux normes.

Aucune des études précédentes n'a mis en évidence les gisements de gypse. Au début, on avait pensé qu'il serait possible d'acheter le gypse au Niger - fournisseur le plus proche. Mais l'enquête sur la cimenterie de Malbaza et les études récentes sur le projet de cimenterie de Tahoua montrent que le gypse n'apparaît que près de Maradi, fort irrégulièrement dispersé et en quantités limitées. Les réserves connues à ce jour risquent de suffire difficilement aux besoins des cimenteries, en service et en projet.

En fait, le gypse devra être importé, probablement de Safi (Maroc), d'abord par mer et ensuite par voie ferrée, du port d'Abidjan à Tambao.

## H. AGRANDISSEMENTS FUTURS

Les calculs définitifs sur l'importance des réserves avérées de matières premières et l'évaluation mise à jour des tendances actuelles et prévisibles des marchés, locaux et extérieurs, permettront de porter un jugement sur les perspectives d'avenir en matière de distribution du ciment.

Il faudrait aménager l'usine de manière à la rendre suffisamment spacieuse, à assurer un accès facile au matériel et à réduire autant que possible les frais de manutention intérieure des matériaux, compte tenu d'un éventuel élargissement. Un plan réduisant au minimum les distances entre les principaux éléments du matériel de production autorise certains avantages (longueur moindre des bandes transporteuses et des câbles électriques nécessaires, parcours limités à l'intérieur de l'usine); mais un tel plan risque, en entravant les agrandissements futurs d'entraîner des inconvénients majeurs aux stades ultérieurs d'exploitation. Il faut laisser assez d'espace pour plusieurs agrandissements successifs et prévoir immédiatement des installations suffisantes pour le stockage des matières premières, du mélange cru, du clinker et du ciment, afin de ne pas avoir à agrandir lors de la mise en place d'un second atelier de production, le fonctionnement d'une usine à deux ateliers exigeant la constitution de stocks régulateurs relativement moins importants.

L'aménagement d'espaces et d'installations de stockage suffisants pour des élargissements futurs accroît le coût du premier atelier, mais cet investissement supplémentaire est justifié dans la mesure où le coût du deuxième atelier s'en trouvera diminué, compte tenu des ajustements rendus nécessaires par les effets de l'inflation sur les prix. Cependant, tant que la situation en ce qui concerne l'importance des réserves avérées de matières premières et leur homogénéité n'aura pas été éclaircie, on ne pourra porter de jugement définitif sur tous les aspects techniques ou économiques du projet.

## I. ETUDE FINALE DE FAISABILITE

Les études qui ont été réalisées jusqu'à présent ou qui sont en cours peuvent être considérées comme des études préalables de faisabilité ayant pour but de déterminer si les dépenses et les efforts qu'exigeraient des études plus approfondies sont justifiées et si l'exécution d'analyses plus poussées est opportune. Dès que les propriétés des matières premières existantes auront été analysées du point de vue géologique (sur le terrain), chimique et minéralogique (en laboratoire) et physique (dans une installation pilote semi-industrielle), il faudra exécuter une étude finale de faisabilité pour faire le point de la situation d'ensemble, compte tenu des tendances les plus récentes des marchés intérieur et extérieur. Une fois que l'on aura procédé à une analyse définitive des dimensions à donner aux installations, sélectionné le matériel et arrêté la forme d'aménagement, la planification détaillée pourra commencer. Le coût total du projet pourra être évalué d'après le coût actuel des machines et des matériels mécaniques et électriques, des travaux de génie civil, des opérations de montage et de réception. Sur la base du plan des installations, des besoins en combustible, en énergie électrique, en main-d'oeuvre, etc., des prix correspondants et de leur évolution prévue, on calculera alors de façon plus précise les dépenses d'exploitation et la rentabilité. Les résultats des analyses économiques permettront au groupe chargé de la planification de définir la solution optimale. Le rapport final de faisabilité contiendra des indications sur les capitaux nécessaires, les conditions de financement, les facilités de crédit disponibles, les caractéristiques du cash-flow ainsi que les recettes estimatives brutes et nettes.

La planification exige un volume important d'analyses techniques et économiques. L'effort et le temps consacrés à ces analyses sont cependant justifiés par le coût élevé de la cimenterie, et par les problèmes que pose la rectification des erreurs faites au stade de la planification.

## J. ASSISTANCE PROPOSEE PAR LE PNUD ET L'ONUDI

L'exécution du projet de cimenterie a déjà été engagée au titre d'un accord d'assistance technique et commerciale conclu le 17 décembre 1977 entre le Gouvernement voltaïque (représenté par M. Mahamoudou Ouedraogo, Ministre des travaux publics) et la Société Klöckner INA (Paris/Duisburg, République fédérale d'Allemagne) - accord qui va de l'assistance consultative jusqu'à l'achèvement des analyses de matières premières et des études de faisabilité, et qui prévoit la fourniture et le montage d'une cimenterie clés en main.

L'étude des matières premières doit comprendre des travaux de prospection géologique, des levés topographiques, des analyses en laboratoire et des essais semi-industriels que la Société Klöckner INA devra exécuter avec le concours de la Société des ciments français (CSF) pour compléter les études réalisées jusqu'à présent sur les sites de Beli-Nord et de Beli-Sud et sur le prolongement des gisements calcaires entre Tin Hrassan et Tambao. Ces activités seront suivies d'études technico-économiques dans les domaines suivants : marché voltaïque et possibilités d'exportation, exploitation de carrières de calcaire et de matériaux argileux, lieu d'implantation de l'usine, moyens de transport des matières premières et des produits obtenus, procédés techniques à utiliser, travaux de génie civil, caractéristiques de la centrale électrique, montant des investissements initiaux, dépenses d'exploitation et taux de rentabilité. L'accord est conçu en termes généraux, et ses dispositions ne définissent que le cadre général de la coopération recherchée. Toutefois, la Société Klöckner INA et l'Office général des projets de Tambao établissent actuellement un avenant détaillé à ce contrat pour préciser les travaux à exécuter au cours de la phase de prospection des matières premières et au cours des études de faisabilité.

Des échanges de vues ont eu lieu avec les responsables des services publics intéressés (M. Ouedraogo Philippe, Directeur général de la Société minière de Tambao - SOMITAX - et M. Ouedraogo François, Directeur technique de la même société) au sujet de la manière dont ceux-ci interprétaient les

dispositions relatives aux attributions, responsabilités et délais d'exécution stipulés dans ledit contrat, et sur l'assistance technique qu'ils attendent de l'ONUDI. La question du rôle des experts de l'ONUDI et de la coordination de leurs activités en fonction des obligations contractuelles des Sociétés Klöckner ENA et SOF a également été abordée.

Il a été estimé d'un commun accord que l'ONUDI devrait fournir, au titre de son assistance, les services d'experts internationaux ayant une expérience suffisante de la mise en place de cimenteries et chargés d'apporter leur concours aux services publics intéressés pour le suivi, l'évaluation technique des travaux à exécuter, les consultations au sujet des rectifications nécessaires ou des modifications à conseiller dans l'intérêt d'une exécution plus rationnelle du projet, et les mesures à prendre pour assurer l'entretien ou le fonctionnement satisfaisant des installations.

L'assistance technique nécessaire au cours de la première phase a été finalement définie comme suit :

En 1979 : Un conseiller en cimenterie (consultant du directeur général) devra effectuer au poste d'affectation une ou plusieurs missions d'une durée totale de trois mois, probablement à partir d'avril 1979, pour assurer le suivi des études géologiques, chimiques et physiques définitives, ainsi que des essais réalisés à l'échelle semi-industrielle; commenter les rapports préliminaires et entreprendre enfin la révision détaillée des analyses, des rapports définitifs sur les matières premières et des études de faisabilité, en présentant des observations au sujet de leurs résultats et conclusions et des propositions en vue de la solution rationnelle de tout problème éventuel, afin de préparer les travaux de planification qu'exige le lancement d'un appel d'offres pour la fourniture d'une cimenterie clefs en main.

En 1980 : L'assistance technique comprendra l'envoi d'une équipe d'experts en cimenterie composée d'un ingénieur mécanicien, d'un ingénieur électricien et d'un ingénieur du génie civil et dirigée par le conseiller en cimenterie dont il a déjà été question, qui en coordonnera les activités, pendant une période de quatre mois (soit, 16 mois de travail pour les 4 experts) éventuellement divisée en deux missions. Cette équipe devra se trouver au lieu d'affectation dès que les soumissions concernant la cimenterie clefs en main aurent été reçues, probablement à partir d'avril 1980. L'équipe d'experts en cimenterie aura pour mission d'aider les services publics intéressés à évaluer tout



d'abord les commissions, à formuler des observations et des conseils au sujet de toute proposition technique de modification rationnelle et, enfin, de donner des avis lors de la rédaction des documents contractuels concernant les différents aspects des travaux de génie civil et les équipements mécaniques et électriques, ainsi que le cahier général des charges. Les délais prévus pour le recrutement desdits experts figurent à l'appendice No 5.5 (Calendrier des activités prévues pour la première phase : 1979-1980).

On trouvera à l'annexe I une proposition de fiche de projet et à l'annexe II les descriptions de poste des quatre spécialistes. On compte également qu'une assistance technique complémentaire sera fournie au cours des phases suivantes pour le suivi et la supervision des travaux d'exécution (y compris le contrôle des travaux de génie civil, l'inspection à la livraison des machines et du matériel, la surveillance des travaux de montage et de réglage du matériel mécanique et électrique), ainsi que, parallèlement, pour la planification de la main-d'oeuvre, le recrutement du personnel national, le perfectionnement du personnel local grâce à des stages de formation en cours d'emploi et à l'octroi de bourses, et pour la mise en service et le démarrage des installations. Au cours de la phase suivante, une assistance technique sera fournie pour la réception et les essais correspondants, pour l'application des garanties de bonne fin, et pour la mise sur pied de programme d'entretien, de schémas d'exploitation et de systèmes de contrôle de la qualité, en attendant que le personnel national acquiert les compétences voulues pour assurer, à lui seul, l'exploitation de la cimenterie dans des conditions techniques satisfaisantes. L'expérience retirée du projet de modernisation de la cimenterie de Malbaza sera très utile, en raison des analogies qui existent entre les projets du point de vue industriel et écologique, et permettra d'éviter certains inconvénients. Les détails exacts de l'assistance technique à fournir au cours de ces phases dépendront cependant de la forme et des dispositions du contrat à conclure avec l'entrepreneur général. En collaboration avec les homologues des services publics, le conseiller en cimenterie rédigera en temps voulu un projet de descriptif, en tenant compte des conditions existant à ce moment.

### III. RECOMMANDATIONS

Compte tenu de ce qui précède, on recommande les mesures suivantes :

- a) De mettre le plus possible à profit les études sur les matières premières, qui seront faites par Klöckner : pour une prospection géologique approfondie dans les secteurs nord et sud du Béli et dans la zone comprise entre Tin Hrassan et Tambao, l'objectif étant de trouver 3 millions de tonnes de calcaire et 2 millions de tonnes de matière argileuse convenant à la fabrication de ciment, pour l'établissement de cartes topographiques des zones étudiées, l'amélioration des analyses chimiques par le dosage des alcalis et des chlorures et l'exécution d'essais semi-industriels, concernant notamment l'aptitude au broyage et à la clinkérisation, et d'études minéralogiques.
- b) De terminer les études sur les matières premières par une proposition détaillée concernant l'exploitation des carrières, les voies d'accès et des méthodes praticables d'extraction sélective et de contrôle de la qualité - afin d'éviter toute surprise due à la présence de constituants dolomitiques gênants.
- c) De mener les travaux de forage de front avec des études hydrologiques, renforcées par des essais de pompage d'une durée suffisante et les essais spéciaux de vérification exécutés pendant la saison sèche, afin d'explorer les diverses possibilités et de bien cerner la puissance de la nappe aquifère.
- d) D'orienter les études compte tenu particulièrement des possibilités d'implantation intégrée de la cimenterie et de la mine de manganèse de Tambao, ce qui permettrait de mettre en commun l'infrastructure, de coordonner l'approvisionnement en énergie électrique et en eau - tout comme les installations d'entretien, et de bénéficier des avantages offerts par la cité industrielle en projet, qui disposera des services sociaux voulus. On améliorerait ainsi l'économie des investissements au point de l'infrastructure, des services généraux et des approvisionnements communs, qu'il faudrait assurer en double au cas où la cimenterie et la mine ne seraient pas intégrées.

- e) Des orientations préliminaires peuvent être recommandées pour ce qui est de la taille de la cimenterie et du genre des machines, orientations qui pourront être révisées après l'exécution des études complémentaires sur les matières premières et les études finales de faisabilité. Les tendances actuelles du marché pencheraient en faveur d'une cimenterie d'une capacité de production annuelle de 120 000 tonnes, encore qu'il reste à prouver l'existence de réserves suffisantes de matières premières de qualité voulue. Le procédé par voie sèche avec un four à préchauffeur cyclone à quatre étages est préférable, car il est moins gourmand d'eau et de combustible. Les machines et le matériel devraient être normalisés dans toute la mesure du possible - qu'il s'agisse du matériel roulant ou de la cimenterie et de la mine de manganèse, afin de mieux intégrer les installations d'entretien, ou des éléments constitutifs des machines propres à la cimenterie, pour en simplifier l'entretien et réduire les frais de maintien du volant de pièces détachées. De même, pour éviter des investissements superflus et la nécessité de recruter des techniciens très spécialisés, il faudra choisir les machines et le matériel les plus simples possible, en évitant les systèmes perfectionnés présentant une surabondance d'interconnexion et d'instruments et dispositifs de contrôle électronique. Il est souhaitable de veiller à la protection de l'environnement, en prévision d'une évolution de l'attitude envers la lutte contre la pollution et en vertu des caractéristiques économiques favorables des dépoussiéreurs électrostatiques, vu la valeur des poussières récupérées, dont le recyclage permet d'augmenter la production.
- f) De consacrer une étude distincte à la possibilité de pourvoir aux besoins d'électricité de la cimenterie par une centrale qui serait exploitée par la VOLTELEC tout comme une des nombreuses centrales de son réseau, couvrant l'ensemble du pays. Aussi bien les études préliminaires que l'exploitation de la centrale devraient être confiées au personnel technique expérimenté de la VOLTELEC, qui connaît bien les conditions locales et possède la compétence professionnelle nécessaire. On pourra s'inspirer des méthodes adoptées au Niger, où la NIGELEC a pris en main, dans les conditions semblables, l'exploitation de la centrale électrique de la SNC, à Malbaza.

- g) De parachever toutes les études techniques et économiques antérieures, ainsi que les recherches sur les matières premières qui restent à exécuter, par une étude finale de faisabilité, ayant pour objet de clarifier en toute connaissance de cause la situation au point de vue des réserves de matières premières, des tendances actuelles et futures des marchés intérieurs et d'exportation et de préciser les détails techniques quant à l'aménagement, au genre de machines et de matériel, aux aspects économiques des investissements, aux coûts de production prévus et à la rentabilité.
- h) L'assistance technique recommandée à fournir par l'ONUDI pendant la phase préparatoire (jusqu'à l'entrée en vigueur du contrat de livraison prévu) pourra être fournie comme suit : par l'octroi, en 1979, pendant trois mois, des services d'un conseiller en cimenterie pour poursuivre des études géologiques, chimiques, physiques, semi-industrielles et technico-économiques décisives, et donner des conseils sur les rapports préliminaires et finals y afférents. Cette assistance serait suivie, en 1980, de quatre missions d'experts (chacune de quatre mois, soit en tout 16 mensualités), en mécanique, en électricité, en génie civil et en cimenterie. Ces experts contribueront à examiner l'offre et donneront des conseils sur la rédaction des documents contractuels. Un complément d'assistance aux phases d'exécution et d'exploitation pourrait être proposé en temps voulu, en collaboration entre l'expert en cimenterie et les homologues du gouvernement.

Annexe I

Demande d'assistance technique présentée par le Gouvernement de la République de la Haute-Volta

RENSEIGNEMENTS RELATIFS AU PROJET

1. INDICATIONS PRELIMINAIRES

- Pays : République de la Haute-Volta
- Désignation du projet : Assistance à la création d'une industrie cimentière
- No du projet : SI/UPV/79/xxx
- Date de la demande : novembre 1978
- Objet de l'assistance : Aider à fonder, de front avec le projet de mine de manganèse de Tambao, une cimenterie qui exploitera le gisement de calcaire de Tin Hrassan

2. RENSEIGNEMENTS GENERAUX

Tambao, connu pour ses gisements de manganèse, se trouve à 40 km à l'est de Tin Hrassan, le centre du gîte calcaire, à l'extrémité nord-est de la République de la Haute-Volta. Diverses études ont été retenues en vue de la construction d'une cimenterie, coordonnée avec la mise en oeuvre d'un projet de mine de manganèse. Pour aménager l'accès à ces gisements la région sera reliée par une voie ferrée de 350 km de long à Ouagadougou, la capitale, où aboutit le chemin de fer venant d'Abidjan. Le gouvernement a conclu récemment avec la société Klöckner INA (Paris/Duisburg) un contrat couvrant la phase de consultation et prévoyant l'exécution de recherches sur les matières premières et d'études de faisabilité, une clause ménageant la possibilité de livrer et de construire une cimenterie clefs en main. L'élaboration du projet de cimenterie a fait naître le besoin d'une assistance technique, pour aider le gouvernement à donner suite au projet, à obtenir des conseils techniques sur les travaux à exécuter, examiner l'offre et rédiger des documents contractuels.

### 3. DESCRIPTION DU PROJET

En 1979, un conseiller en cimenterie sera affecté auprès du Gouvernement de la Haute-Volta, pendant une période de 3 mois; il donnera des avis et participera aux activités et conseillera le gouvernement quant aux études à exécuter.

L'assistance technique nécessaire pour 1980 sera à fournir par une équipe d'experts en cimenterie, composée de trois ingénieurs - mécanique, électricité, génie civil - et d'un conseiller en cimenterie, qui sera aussi le chef d'équipe et coordonnera les activités; chaque expert est demandé pour une période de quatre mois, éventuellement scindée en deux missions. La tâche de cette équipe d'experts sera de conseiller les fonctionnaires compétents et de les aider à évaluer l'offre et à établir les documents contractuels.

- Le conseiller expert en cimenterie (consultant auprès du Directeur général) devra tout particulièrement :
  - a) Examiner la situation et recueillir les renseignements les plus récents sur la prospection des matières premières, les études de marché et la situation locale sur le plan industriel.
  - b) Donner suite aux travaux accomplis par la société de consultants sur le terrain, au laboratoire et dans des installations pilotes; donner les conseils quant aux conséquences du projet et indiquer les mesures qu'il serait opportun de prendre en vue des études ultérieures.
  - c) Réviser les rapports préliminaires et finals présentés par le groupe de travail, étudier les éléments essentiels de l'industrie cimentière, donner son avis sur les analyses exécutées en ce qui concerne la situation au point de vue des matières premières, les perspectives du marché et l'étude de faisabilité.
  - d) Participer aux discussions et négociations techniques se déroulant au site ou au siège du fournisseur et servir de conseiller auprès du Directeur général.
  - e) Diriger l'équipe d'experts cimentiers et en coordonner les activités pendant l'évaluation de l'offre et l'établissement des documents contractuels.

- f) Elaborer, en collaboration avec ses homologues du gouvernement, une proposition définissant le cadre de l'assistance PNUD/ONUDI qui pourrait être nécessaire pendant les phases suivantes de construction et d'exploitation de la cimenterie.

- L'ingénieur mécanicien cimentier devra tout particulièrement :

- a) Aider les fonctionnaires compétents à faire l'évaluation technique et économique de l'offre de cimenterie et donner son avis sur les propositions techniques de rationalisation des machines et du matériel mécanique, à l'aide d'analyses comparées par rapport à des projets semblables récents et correction faite des différences éventuelles.
- b) Examiner certains détails mécaniques du cahier des charges du projet proposé et en contrôler les données techniques, afin de garantir que les types et les modèles de matériel adoptés, la consommation d'énergie et les rendements prévus répondent aux besoins, et que le plan de la cimenterie et son agencement général se prêtent à des extensions ultérieures.
- c) Recalculer la production nominale et les caractéristiques garanties de l'unité principale et des unités auxiliaires, confirmer l'adaptation des capacités aux opérations prévues ou donner son avis sur leur rationalisation.
- d) Contrôler la consommation garantie de matières et d'énergie et vérifier si tous les éléments mécaniques respectent les normes internationales et le cahier des charges définissant chaque élément de machine, et s'assurer que des précautions de sécurité sont prises.
- e) Réviser la liste des pièces de rechange mécaniques, revoir les machines et instruments d'atelier de mécanique, les installations d'entretien, les circuits d'eau et de combustible, ainsi que les programmes de formation des mécaniciens et faire des remarques sur l'adaptation et la convenance aux conditions locales.
- f) Donner des conseils pour la rédaction des documents contractuels, y compris les spécifications mécaniques, les dessins techniques, les poids et les prix unitaires, les conditions d'inspection, de construction, de mise en service et d'exécution des essais d'acceptation, les garanties de rendement concernant la production et la consommation; participer à l'établissement des conditions générales et à la formulation des clauses contractuelles.

- L'ingénieur électricien cimentier devra tout particulièrement :

- a) Aider les fonctionnaires compétents à faire l'évaluation technique et économique de l'offre de cimenterie et donner son avis sur les propositions techniques de rationalisation du matériel et des machines électriques, à l'aide d'analyses comparées relativement à des projets récents, correction faite de l'évolution des techniques et des différences éventuelles.
- b) Examiner certains détails électriques du cahier des charges du projet proposé et en contrôler les données techniques afin de garantir que les types et les modèles de matériel adoptés, la consommation d'énergie et les rendements prévus répondent aux besoins et que le plan et l'aménagement électrique général se prêtent à des agrandissements ultérieurs.
- c) Recalculer la production nominale et les caractéristiques garanties de l'unité principale et des unités auxiliaires, confirmer que les capacités sont adaptées aux opérations prévues ou donner son avis sur leur rationalisation.
- d) Contrôler la consommation garantie de matières et d'énergie et vérifier si tous les composants électriques respectent les normes internationales et le cahier des charges définissant les éléments électriques et s'assurer que des précautions de sécurité seront prises.
- e) Réviser la liste des pièces de rechange électriques, revoir les instruments de l'atelier d'électricité, les installations d'entretien, les dispositifs de transformation et d'alimentation ainsi que les programmes de formation des électriciens, et faire des remarques sur l'adaptation des matériels en question aux conditions locales.
- f) Donner des conseils pour la rédaction des documents contractuels, y compris les spécifications électriques, les dessins techniques, les poids et les prix unitaires, les conditions d'inspection, les données techniques concernant la construction, la mise en service et les essais de réception, les garanties de fonctionnement concernant l'économie d'énergie électrique et le rendement, et la tropicalisation des installations électriques; participer à l'établissement des conditions générales et à la formulation des clauses contractuelles.



- L'ingénieur du génie civil cimentier devra au premier chef :

- a) Aider les fonctionnaires compétents à faire l'évaluation technique et économique de l'offre de cimenterie et donner des conseils sur les propositions techniques de rationalisation des travaux de génie civil, à l'aide d'analyses comparées relativement à des projets semblables récents, compte tenu des conditions locales.
- b) Examiner certains détails du projet proposé au point de vue des travaux de génie civil, des constructions en acier et des aménagements d'infrastructure, et en contrôler les données techniques afin de garantir que les structures et la résistance aux contraintes répondent aux besoins, que le plan et l'agencement général des parties construites se prêtent à des agrandissements ultérieurs et qu'un bon équilibre est ménagé entre les parties en béton armé et les charpentes en acier.
- c) Réexaminer la tenue du sol au point de vue mécanique, recalculer les charges statiques et dynamiques des principales fondations et constructions, confirmer la qualité de la conception et son adaptation aux conditions climatiques, ou donner des conseils concernant la rationalisation.
- d) Contrôler, en ce qui concerne les éléments en béton armé, les proportions et les qualités proposées de ciment, d'agrégat et d'armatures en acier, afin de vérifier leur conformité avec les normes professionnelles correspondantes et le cahier des charges prévu pour les éléments structurels, et s'assurer de l'existence d'amples dispositions de sécurité.
- e) Réviser les devis détaillés concernant les bâtiments de service, l'approvisionnement en eau, le réseau de drainage et d'eaux usées, l'éclairage interne et externe, les installations de lutte contre l'incendie, les voies et les clôtures, et faire des remarques sur leurs qualités et leur adaptation aux conditions locales.
- f) Donner son avis sur la rédaction des documents contractuels, y compris le cahier des charges relatif aux travaux de génie civil, les dessins industriels relatifs à ces travaux, les volumes et les prix unitaires, les systèmes de révision et d'essai des techniques de coulage du béton et des éléments de construction en béton, les essais de charge, les garanties provisoires et définitives; participer à l'établissement des conditions générales et à la formulation des clauses contractuelles.

4. BUDGET DU PROJET :

Contribution du gouvernement : Le Gouvernement de la Haute-Volta fournira des locaux à usage de bureaux répondant aux normes admises, et un secrétariat suffisant équipé des machines à écrire et à photocopier nécessaires aux travaux de dactylographie et d'imprimerie rattachés aux activités décrites plus haut.

Contribution de l'ONUDI : L'assistance suivante sera fournie, dans le cadre du programme des SIS :

<u>Postes du budget</u>	<u>Exercice 1979</u>		<u>Exercice 1980</u>	
	<u>Mensualités</u>	<u>Coût en dollars</u>	<u>Mensualités</u>	<u>Coût en dollars</u>
11.01 EXPERTS :				
Conseiller expert en cimenterie	3	13 800	4	18 400
Ingénieur mécanicien cimentier	-	-	4	17 600
Ingénieur électricien cimentier	-	-	4	17 600
Ingénieur du génie civil cimentier	-	-	4	17 600
15.01 VOYAGE :				
Transport intérieur et vols internationaux		2 000		4 000
50.01 DIVERS :				
Matériel de dessin industriel et d'imprimerie		-		1 000
CONTRIBUTION TOTALE DE L'ONUDI :	3	15 800	16	76 200

5. PROJET APPROUVE :

ANNEXE II

Demande de services industriels spéciaux présentée par le  
Gouvernement de la République de Haute-Volta

Description de poste

SI/UPV/79/xxx/xx-xx

Désignation du poste : Conseiller expert en cimenterie.

Durée de la mission : Plusieurs missions de courte durée, totalisant sept mois.

Date d'entrée en fonctions : Pour la première mission, d'une durée de trois mois, avril 1979;  
pour les missions suivantes, totalisant quatre mois, avril 1980.

Lieu d'affectation : Ouagadougou, avec déplacements dans le pays.

Attributions : L'expert sera affecté auprès du gouvernement, qu'il conseillera et aidera à évaluer des études techniques et économiques. En coopération avec l'équipe d'experts cimentiers de l'ONUDI, il participera à l'évaluation de l'offre et à la rédaction des documents contractuels. L'expert devra :

- a) Examiner la situation et recueillir les renseignements les plus récents sur la prospection des matières premières, les études de marché et la situation locale sur le plan industriel;
- b) Donner suite aux travaux accomplis par la société de consultants sur le terrain, en laboratoire et dans des installations pilotes, donner son conseil sur les conséquences du projet, indiquer les mesures à prendre en vue des études ultérieures;

- c) Réviser les rapports préliminaires et finals présentés par le groupe de travail, étudier les éléments essentiels de l'industrie cimentière, donner son avis sur les analyses exécutées en ce qui concerne la situation au point de vue des matières premières, les perspectives du marché et les études de faisabilité;
- d) Participer aux discussions et négociations techniques se déroulant au site ou au siège du fournisseur et seconder le Directeur général par ses conseils.
- e) Diriger l'équipe d'experts et en coordonner les activités pendant l'évaluation de l'offre et l'établissement de documents contractuels;
- f) Elaborer, en coordination avec ses homologues du gouvernement, une proposition définissant le cadre de l'assistance FNUD/ONUDI qui pourrait être nécessaire pendant les phases suivantes de construction et d'exploitation de la cimenterie.

L'expert devra aussi rédiger des rapports finals, exposant les conclusions de ses missions et présentant au gouvernement ses recommandations quant aux mesures pouvant être prises.

Formation et expérience requises : Ingénieur des méthodes industrielles ou ingénieur chimiste ayant l'expérience nécessaire de la création de cimenteries.

Connaissances linguistiques : Français.

Renseignements complémentaires : Tambao, connu pour son gîte manganique, se trouve à 40 km à l'est de Tin Hrassan, qui est le centre du gisement de calcaire; à l'extrémité nord-est de la République de la Haute-Volta. Diverses études ont été retenues pour la construction d'une cimenterie, combinée avec le projet de mine de manganèse.

Pour ménager l'accès à ces ressources naturelles, on construira une voie ferrée longue de 350 km et joignant la région à la capitale, Ouagadougou, où aboutit le chemin de fer d'Abidjan. Le gouvernement a récemment conclu avec la société Klöckner IIA (Paris/Duisburg) un contrat relatif à la phase de consultation, courant jusqu'à l'accomplissement des études sur les matières premières et des études de faisabilité et comprenant des dispositions relatives à la fourniture et à la construction d'une cimenterie clefs en main. La création de ladite cimenterie a engendré des besoins d'assistance technique, nécessaire au gouvernement pour assurer la poursuite des travaux, obtenir des conseils techniques concernant les travaux à exécuter, évaluer l'offre et établir les documents contractuels.

Demande de services industriels spéciaux présentée par le  
Gouvernement de la République de la Haute-Volta

Description de poste

SI/UPV/79/xxx/xx-xx

Désignation du poste : Ingénieur mécanicien cimentier.

Durée de la mission : Quatre mois, éventuellement scindée en deux missions courtes.

Date d'entrée en fonctions : Au début d'avril 1980, sous toutes réserves.

Lieu d'affectation : Ouagadougou, avec déplacements dans le pays.

Attributions : L'expert sera affecté auprès du gouvernement et, en coopération avec l'équipe d'experts en cimenterie de l'ONUDI, conseillera et aidera celui-ci à évaluer l'offre et à rédiger les documents contractuels. Il devra plus particulièrement :

- a) Aider les fonctionnaires compétents à faire l'évaluation technique et économique de l'offre de cimenterie et donner son avis sur les propositions techniques de rationalisation des machines et du matériel mécanique, à l'aide d'analyses comparées par rapport à d'autres projets semblables récents et correction faite des différences éventuelles;
- b) Examiner certains détails mécaniques du cahier des charges du projet proposé et en contrôler les données techniques, afin de garantir que les types et les modèles de matériel adoptés, la consommation d'énergie et les rendements prévus répondent aux besoins et que le plan de la cimenterie et son agencement général se prêtent à des extensions futures;

- c) Recalculer la production nominale et les caractéristiques garanties de l'unité principale et des unités auxiliaires; confirmer l'adaptation des capacités aux opérations prévues, ou donner son avis quant à leur rationalisation;
- d) Contrôler la consommation garantie de matières et d'énergie et vérifier si tous les éléments mécaniques respectent les normes internationales et le cahier des charges définissant chaque élément de machine, et s'assurer que des précautions de sécurité sont prises;
- e) Réviser la liste des pièces de rechange mécaniques, prévoir les machines et instruments d'atelier de mécanique, les installations d'entretien, les circuits d'eau et de combustible, ainsi que les programmes de formation des mécaniciens, et faire des remarques quant à l'adaptation et la convenance aux conditions locales;
- f) Donner des conseils pour la rédaction des documents contractuels, y compris les spécifications mécaniques, les dessins techniques, les poids et les prix unitaires, les conditions d'inspection, de construction, de mise en service et d'exécution des essais d'acceptation, les garanties de rendement concernant la production et la consommation; participer à l'établissement des conditions générales et à la formulation des clauses contractuelles.

Formation et  
expérience requises :

Ingénieur mécanicien industriel ayant l'expérience nécessaire de la création de cimenteries.

Connaissances  
linguistiques :

Français.

Renseignements  
complémentaires :

Tambao, connu pour son gîte manganique, se trouve à 40 km à l'est de Tin Hrassan, qui est le centre du gisement de calcaire, à l'extrémité nord-est de la République de la Haute-Volta.

Diverses études ont été retenues pour la construction d'une cimenterie, conjointement avec le projet de mine de manganèse. Pour ménager l'accès à ces ressources naturelles, on construira une ligne de chemin de fer longue de 350 km et reliant la région à la capitale, Ouagadougou, où aboutit actuellement le chemin de fer d'Abidjan. Le gouvernement a conclu récemment avec la société Klöckner EIA (Paris/Duisburg) un contrat relatif à la phase de consultation courant jusqu'à l'accomplissement des études sur les matières premières et des études de faisabilité et comprenant des dispositions relatives à la fourniture et à la construction d'une cimenterie clefs en main. La création de ladite cimenterie a engendré des besoins d'assistance technique, nécessaire au gouvernement pour assurer la poursuite des travaux, obtenir des conseils techniques concernant les travaux à effectuer, évaluer l'offre et établir les documents contractuels.



Demande de services industriels spéciaux présentée par le  
Gouvernement de la République de la Haute-Volta

Description de poste

SI/UPV/79/xxx/xx-xx

Désignation du poste : Ingénieur électricien cimentier.

Durée de la mission : Quatre mois, éventuellement en deux missions courtes.

Date d'entrée en fonctions : Au début d'avril 1980, sous toutes réserves.

Lieu d'affectation : Ouagadougou, avec déplacements dans le pays.

Attributions : L'expert sera affecté auprès du gouvernement et, en coopération avec l'équipe d'experts cimentiers de l'ONUDI; il conseillera et aidera celui-ci à évaluer l'offre et à rédiger les documents contractuels. Il devra plus particulièrement :

- a) Aider les fonctionnaires compétents à faire bien l'évaluation technique et économique de l'offre de cimenterie et donner son avis sur les propositions techniques de rationalisation du matériel et des machines électriques, à l'aide d'analyses comparées relativement à des projets récents, correction faite de l'évolution des techniques et des différences éventuelles;
- b) Examiner certains détails électriques du cahier des charges du projet proposé et en contrôler les données techniques afin de garantir que les types et les modèles de matériel adoptés, la consommation d'énergie et les rendements prévus répondent aux besoins, et que le plan et l'agencement de la cimenterie se prêtent à des extensions ultérieures;

- c) Recalculer la production nominale et les caractéristiques garanties de l'unité principale et des unités auxiliaires, confirmer que les capacités sont adaptées aux opérations prévues, ou donner son avis sur leur rationalisation;
- d) Contrôler la consommation garantie de matière et d'énergie et vérifier si tous les composants électriques respectent les normes internationales et le cahier des charges définissant les éléments électriques, et s'assurer que des précautions de sécurité sont prises;
- e) Réviser la liste des pièces de rechange électriques, revoir les instruments de l'atelier d'électricité, les installations d'entretien, les dispositifs de transformation et d'alimentation ainsi que les programmes de formation des électriciens, et faire des remarques sur l'adaptation des matériels en question aux conditions locales;
- f) Donner des conseils pour la rédaction des documents contractuels, y compris les spécifications électriques, les dessins techniques, les poids et les prix unitaires, les conditions d'inspection, les données techniques concernant la construction, la mise en service et les essais de réception, les garanties de fonctionnement concernant l'économie d'énergie électrique et le rendement, et la tropicalisation des installations électriques; participer à l'établissement des conditions générales et à la formulation des clauses contractuelles

Formation et  
expérience requises : Ingénieur électricien, ayant l'expérience voulue de la création de cimenteries.

Connaissances  
linguistiques : Français.

Renseignements  
complémentaires :

Tambao, connu pour son gîte manganique, se trouve à 40 km à l'est de Tin Hrassan, qui est le centre des gisements calcaires, à l'extrémité nord-est de la République de la Haute-Volta. Diverses études ont été retenues pour la construction d'une cimenterie, combinée avec le projet de mine de manganèse. Pour ménager l'accès à ces ressources naturelles, on construira une voie ferrée longue de 350 km, joignant la région à la capitale, Ouagadougou, où aboutit le chemin de fer d'Abidjan. Le gouvernement a récemment conclu avec la société Klöckner EWA (Paris/Duisburg) un contrat relatif à la phase de consultation, courant jusqu'à l'exécution des études sur les matières premières et les études de faisabilité, et comprenant des dispositions relatives à la fourniture et à la construction d'une cimenterie clefs en main. La création de ladite cimenterie a engendré des besoins d'assistance technique, nécessaire au gouvernement pour assurer la poursuite des travaux, obtenir des conseils techniques concernant les travaux à exécuter, évaluer l'offre et établir les documents contractuels.

Demande de services industriels spéciaux présentée par le  
Gouvernement de la République de Haute-Volta

Description de poste

SI/UPV/xxx/xx-xx

- Désignation du projet : Ingénieur du génie civil cimentier.
- Durée de la mission : Quatre mois, éventuellement en deux missions courtes.
- Date d'entrée en fonctions : Au début d'avril 1980, sous toutes réserves.
- Lieu d'affectation : Ouagadougou, avec déplacements dans le pays.
- Attributions : L'expert sera affecté au gouvernement et, en coopération avec l'équipe d'experts en cimenterie de l'ONUDI, conseillera et aidera celui-ci à évaluer l'offre et à rédiger les documents contractuels. Il devra tout particulièrement :
- a) Aider les fonctionnaires compétents à faire bien l'évaluation technique et économique de l'offre de cimenterie et donner son avis sur les propositions techniques de rationalisation des travaux du génie civil, à l'aide d'analyses comparées relativement à des projets semblables récents, après adaptation aux conditions locales;
  - b) Examiner certains détails du projet proposé au point de vue des travaux de génie civil, des constructions en acier et des aménagements d'infrastructure, et en contrôler les données techniques afin de garantir que les structures et la résistance aux contraintes répondent aux besoins, que le plan et l'agencement général des parties construites se prêtent à des extensions futures et qu'un bon équilibre est ménagé entre les parties en béton armé et les charpentes en acier.

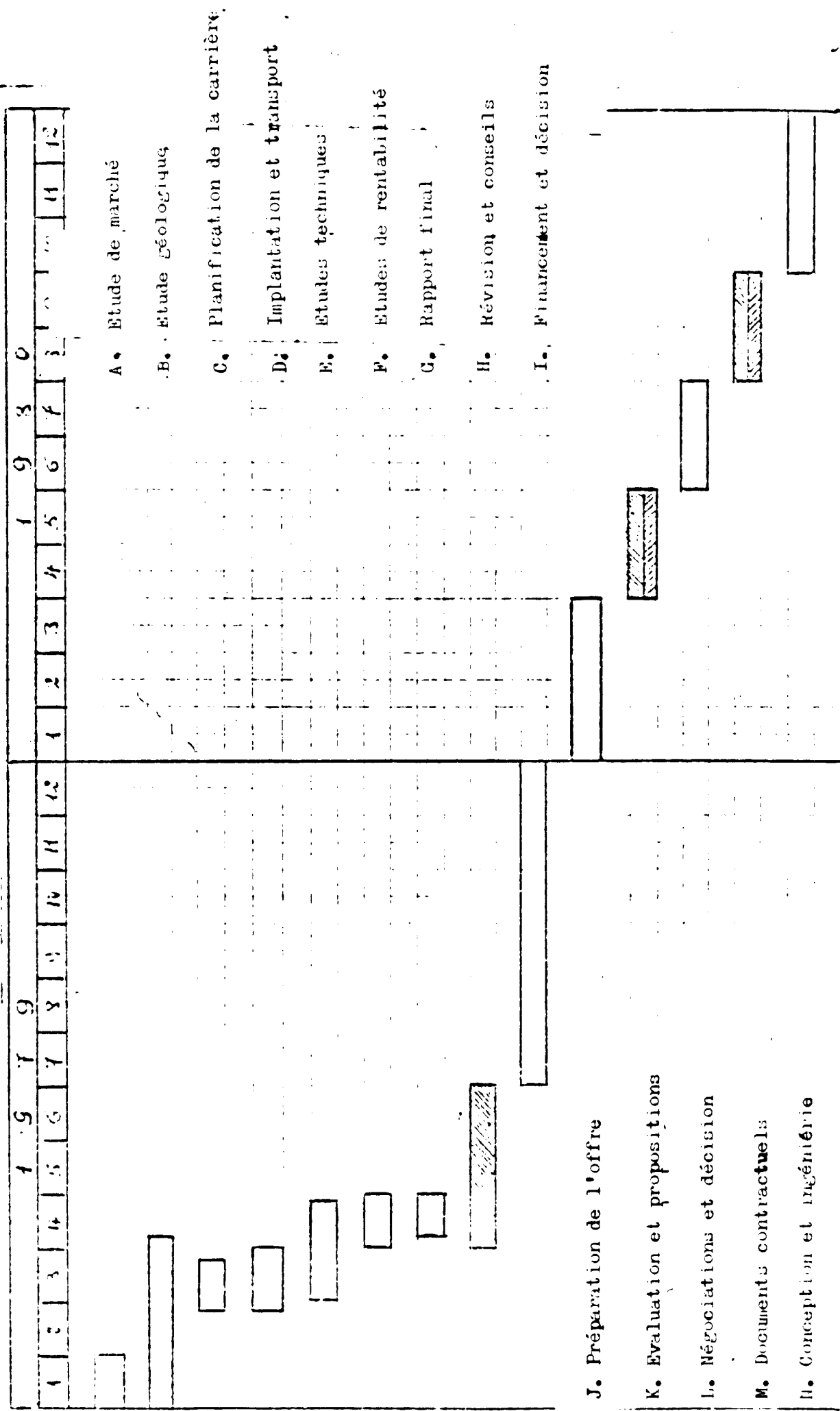
- c) Réexaminer la tenue du sol au point de vue mécanique, recalculer les charges statiques et dynamiques des principales fondations et constructions, confirmer la qualité de la conception et son adaptation aux conditions climatiques, ou donner des conseils concernant la rationalisation;
- d) Contrôler, en ce qui concerne les éléments en béton armé, les proportions et les qualités proposées de ciment, d'agrégat et d'armatures en acier, afin de vérifier leur conformité avec les normes professionnelles correspondantes et avec le cahier des charges prévu pour les éléments structurels, et s'assurer de l'existence d'amples dispositions de sécurité;
- e) Réviser les devis détaillés concernant les bâtiments de service, l'approvisionnement en eau et le réseau de drainage et d'eaux usées, l'éclairage interne et externe, les installations de lutte contre l'incendie, les voies et les clôtures, et faire des remarques sur leurs qualités et leur adaptation aux conditions locales;
- f) Donner son avis sur la rédaction des documents contractuels, y compris le cahier des charges relatif aux travaux de génie civil, les dessins industriels, les volumes et les prix unitaires, les systèmes de révision et d'essai des techniques de coulage du béton et des éléments construction en béton, les essais de charge, les garanties provisoires et définitives; participer à l'établissement des conditions générales et à la formulation des clauses contractuelles.  
L'expert devra aussi rédiger des rapports finals, où il exposera les conclusions de ses missions et ses recommandations au gouvernement quant aux autres activités qu'il faudrait éventuellement entreprendre.

Formation et  
expérience requises : Ingénieur du génie civil ayant l'expérience nécessaire  
de la construction de cimenteries.

Connaissances  
linguistiques : Français.

Renseignements  
complémentaires : Tambao, connu pour son gîte manganique, se trouve à  
40 km à l'est de Tin Hrassan, qui est le centre du  
gisement de calcaire, à l'extrémité nord-est de la  
République de la Haute-Volta. Diverses études ont  
été retenues pour la construction d'une cimenterie  
combinée avec le projet de mine de manganèse.  
Pour ménager l'accès à ces ressources naturelles,  
on construira une ligne de chemin de fer longue de  
350 km et reliant la région à la capitale, Ouagadougou,  
où aboutit actuellement la voie ferrée d'Abidjan.  
Le gouvernement a conclu récemment avec la société  
Klöckner IMA (Paris/Duisburg) un contrat couvrant  
la phase de consultation et courant jusqu'à  
l'exécution des études sur les matières premières  
et les études de faisabilité, et comprenant des  
dispositions relatives à la fourniture et à la  
construction d'une cimenterie clefs en main. La  
création de ladite cimenterie a engendré des besoins  
d'assistance technique nécessaire au gouvernement  
pour assurer la continuation des travaux, obtenir  
des conseils techniques concernant les travaux à  
exécuter, évaluer l'offre et établir les documents  
contractuels.

CALENDRIER ESSEMBLE DES ACTIVITES PENDANT LA PREMIERE PHASE (1979/80)



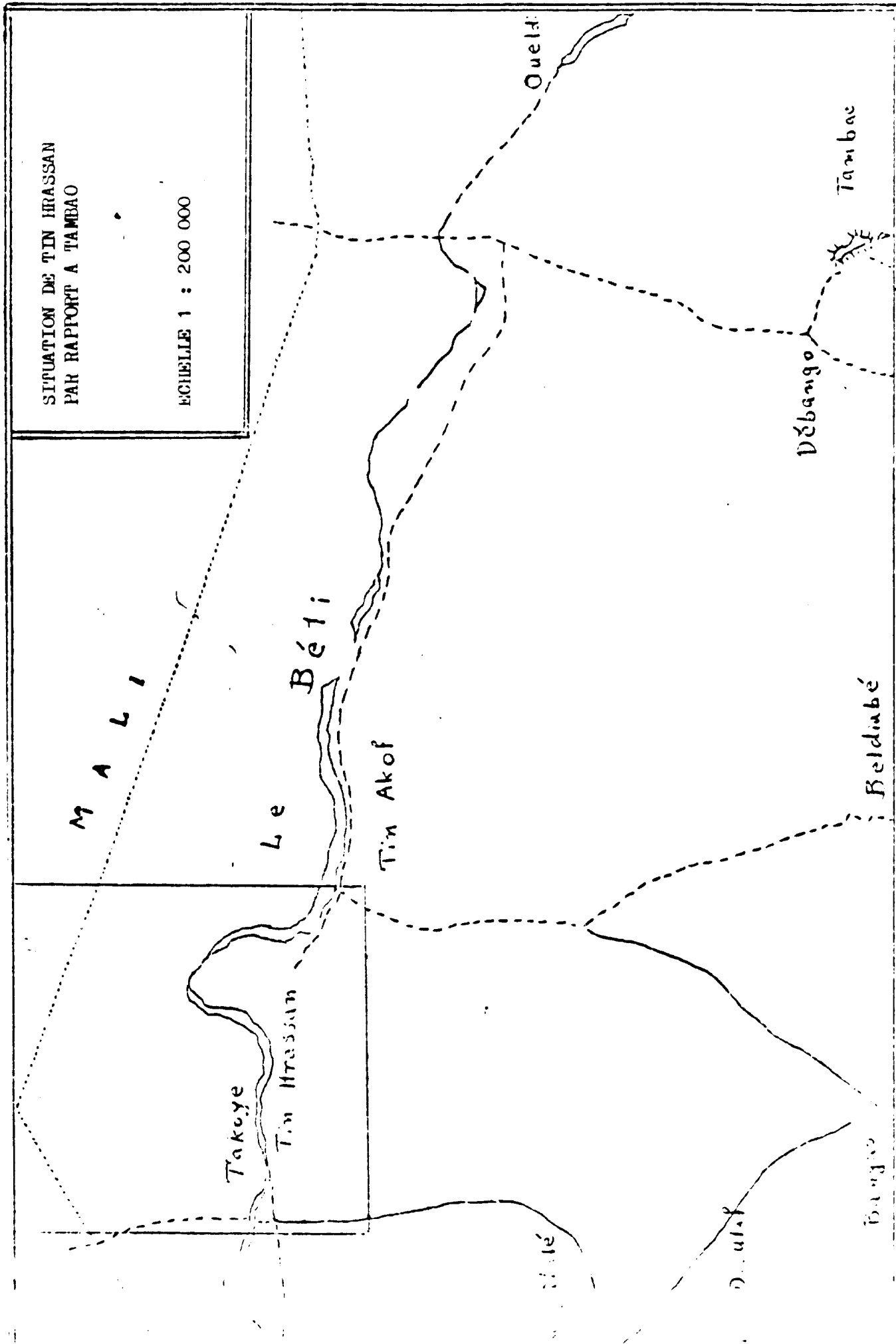
-  Gouvernement de la Haute-Volta
-  K18ckner INA/SCP
-  Conseiller industriel-cimentier de l'ONUDI
-  Equipe d'experts cimentiers de l'ONUDI

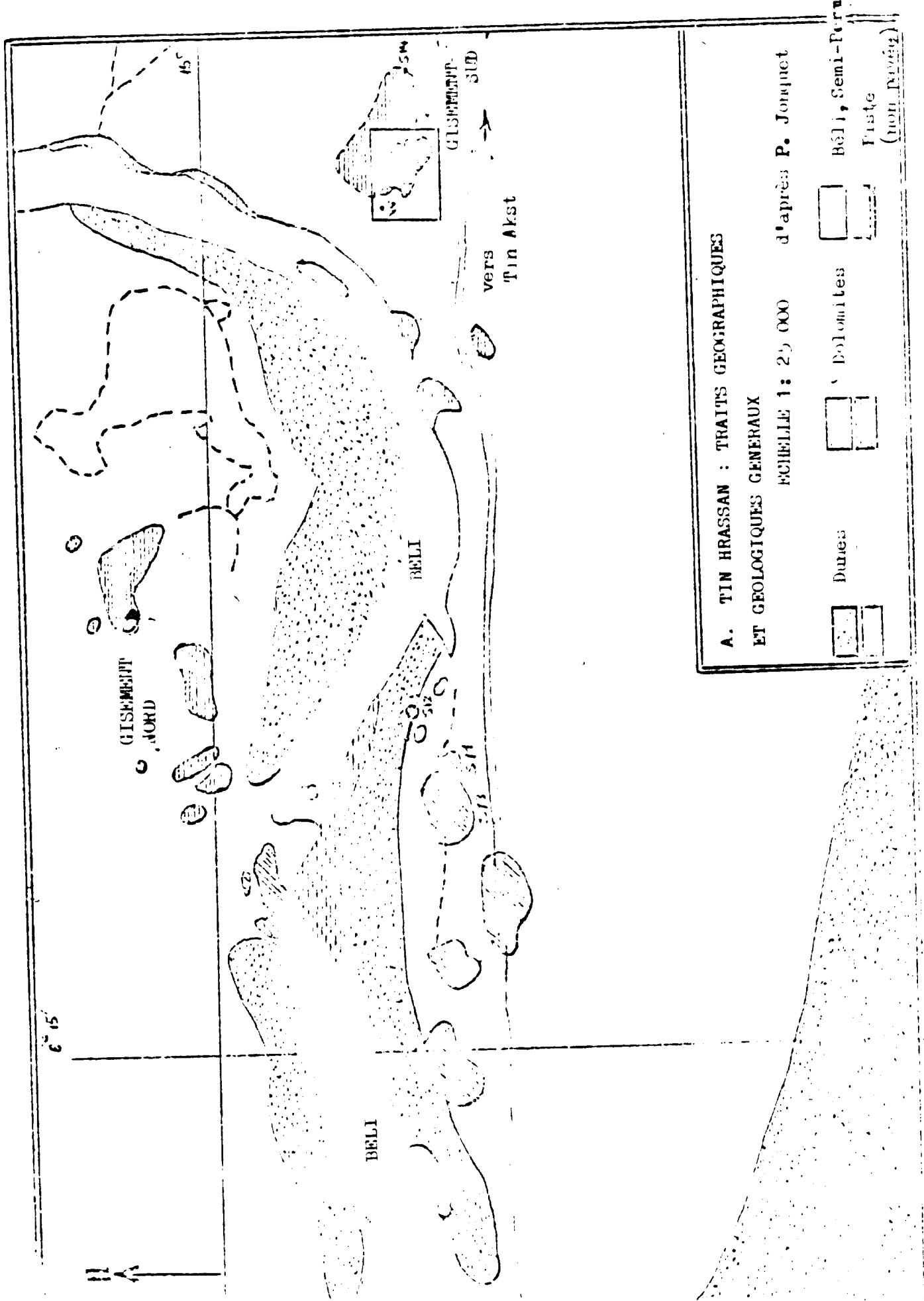






Annexe VI





A. TIN HRASSAN : TRAITES GEOGRAPHIQUES  
 ET GEOLOGIQUES GENERAUX  
 ECHELLE 1: 25 000 d'après P. Jonquet

	Dunes		Dolomites		Béli, Semi-Dur (non protégé)
--	-------	--	-----------	--	------------------------------



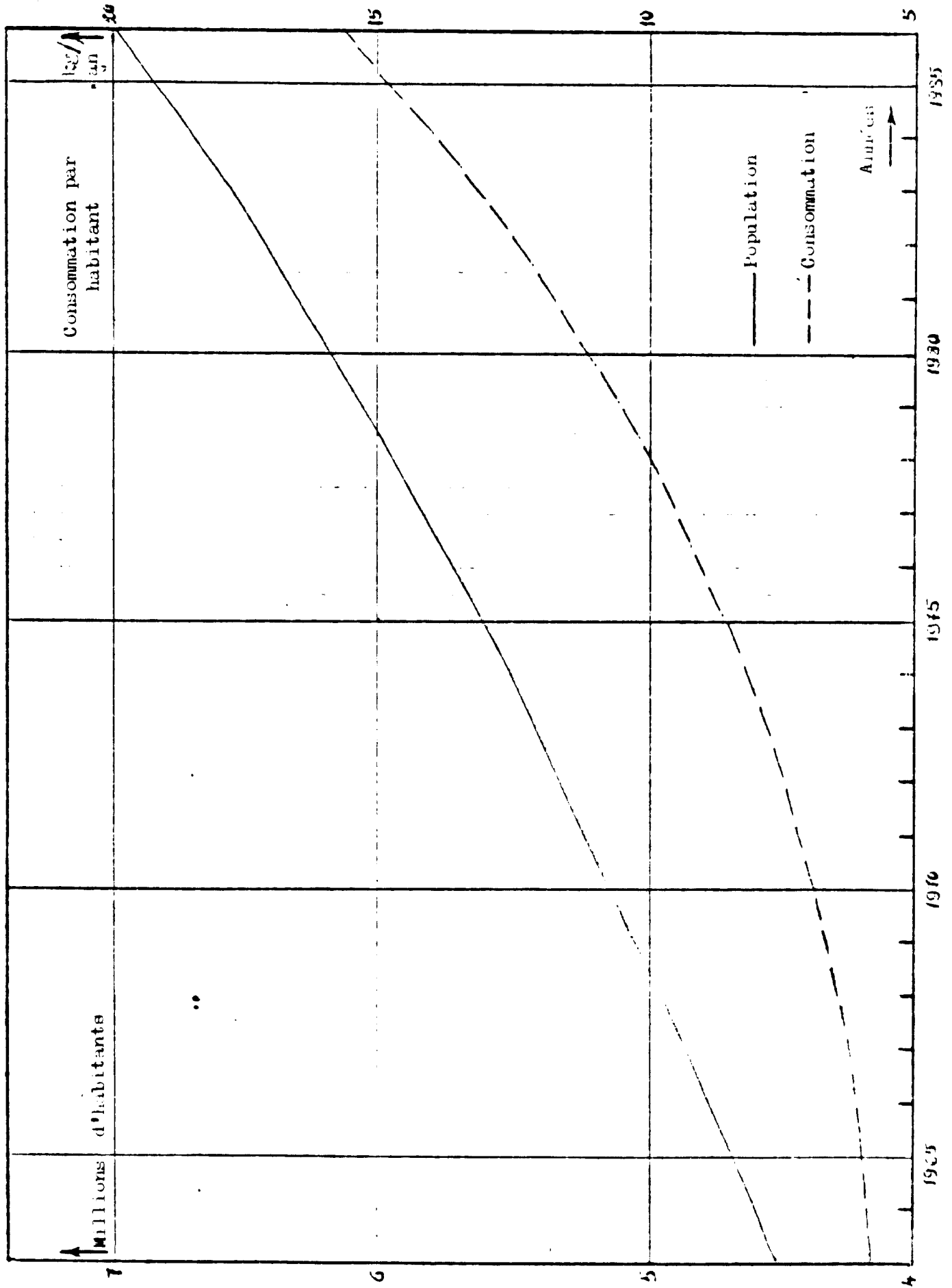
ANNEXE VIII

CROISSANCE DE LA POPULATION ET CONSOMMATION DE CIMENT  
PAR HABITANT, 1963-1985

Accroissement annuel de la population, consommation totale  
de ciment et consommation par habitant dans la  
République de la Haute-Volta

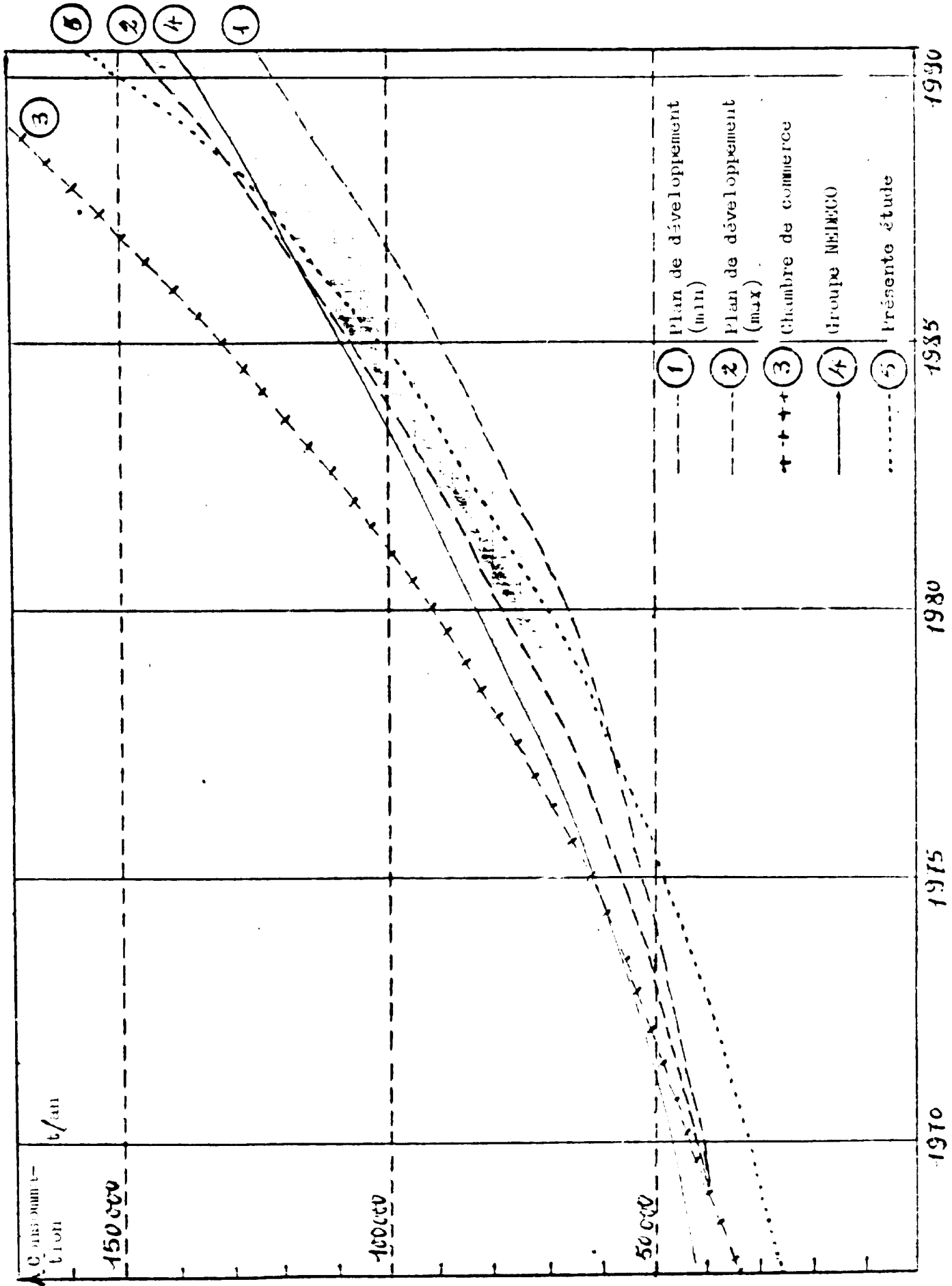
Année	Importations (consommation locale)	Population x 1000	Consommation par habitant kg/an
1963	27 200	4 045,0	6,7
1964	26 100	4 534,5	5,8
1965	28 300	4 625,2	6,1
1966	22 600	4 717,7	6,3
1967	20.500	4 812,1	4,3
1968	23 400	4 908,3	4,8
1969	37 500	5 006,5	7,5
1970	22 405	5 106,6	7,4
1971	33 161	5 208,8	6,4
1972	34 332	5 312,9	6,5
1973	40 367	5 419,2	7,4
1974	53 332	5 527,6	9,6
1975	48 757	5 638,2	8,6
1976	49 252	5 751,0	8,6
1977	46 393	5 866,0	11,1
Prévisions			
1978	59 700	5 983,3	10,0
1979	64 400	6 103,0	10,6
1980	69 500	6 225,0	11,2
1981	75 000	6 349,5	11,8
1982	80 000	6 476,5	12,5
1983	87 300	6 606,0	13,2
1984	94 100	6 733,2	14,0
1985	101.600	6 872,0	14,6

CROISSANCE DEMOGRAPHIQUE ET CONSOMMATION DE CIMENT PAR HABITANT



ANNEXE LX

MARCHE POTENTIEL DU CIMENT : COMPARAISON DES DIVERSES PREVISIONS



ANNEXE K

Comparaison de la consommation annuelle de ciment (x 1000 t)  
et de la consommation par habitant (kg/habitant/an)  
dans les pays d'Afrique de l'Ouest

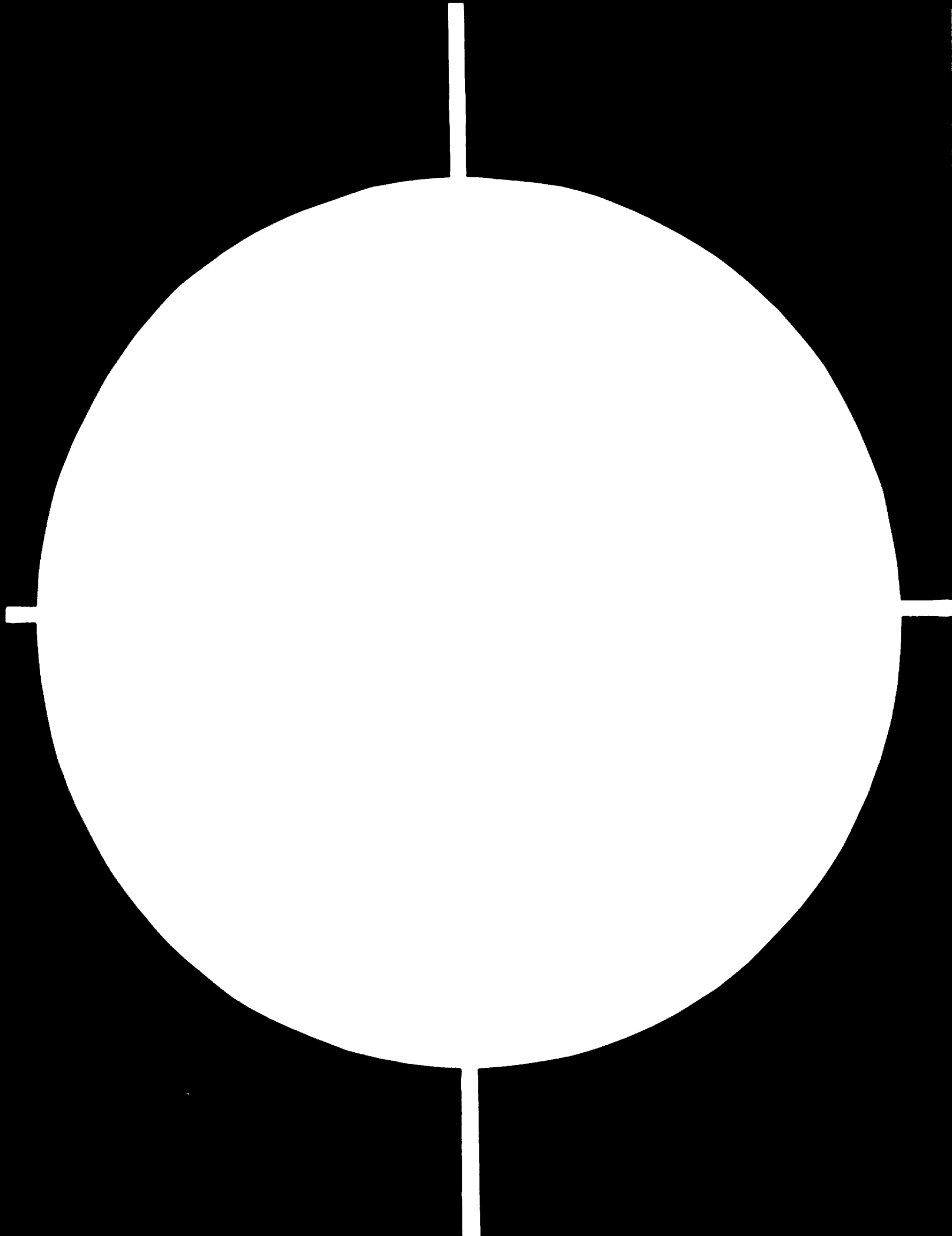
CONSOMMATION TOTALE	1972	1973	1974	1975	1976	1983
Haute-Volta	34	40	53	4	49	27
Mali		50	41	57	56	30
Nigéria	1214	1323	2027	2110	2025	3300
Bénin	112	121	137	130	135	250
Togo	141	117	147	110	146	320
Ghana	411	399	523	400	374	1240
Côte-d'Ivoire	506	600	573	603	637	123
Libéria	20	22	23	20	25	100
Sierra Léone		23	22	20	25	115
Guinée	60	65	70	80	35	100
Gambie		16	18	21	16	29
Sénégal	250	233	240	270	363	727
Mauritanie	18	20	30	50	60	141
Maroc	1620	1677	1833	2249	2908	7500
CONSOMMATION PAR HABITANT	1972	1973	1974	1975	1976	1983
Haute-Volta	6	7	10	9	9	13
Mali		10	8	9	10	15
Nigéria	31	36	36	50	52	70
Benin	39	42	40	42	42	30
Togo	58	50	55	31	73	140
Ghana	45	41	54	37	37	124
Côte-d'Ivoire	121	129	121	125	123	257
Libéria	56	50	53	53	60	100
Sierra Léone		33	23	25	24	37
Guinée	15	15	16	19	19	40
Gambie		33	76	31	30	54
Sénégal	61	55	56	63	71	121
Mauritanie	15	16	13	36	46	108
Maroc	102	102	112	100	163	420



**B-363**



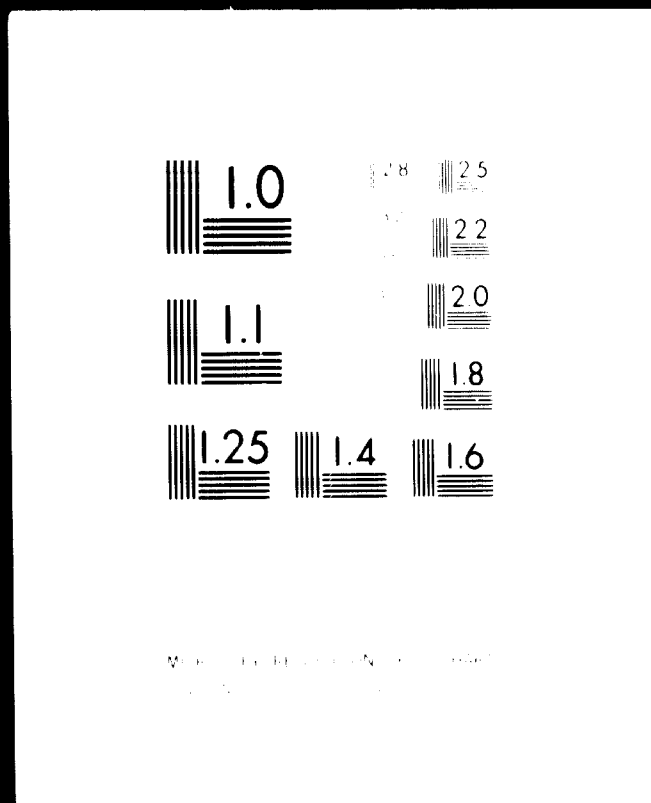
**80.12.01**



# 2 OF 2

# 09110

# F



# 24x C

REFERENCES

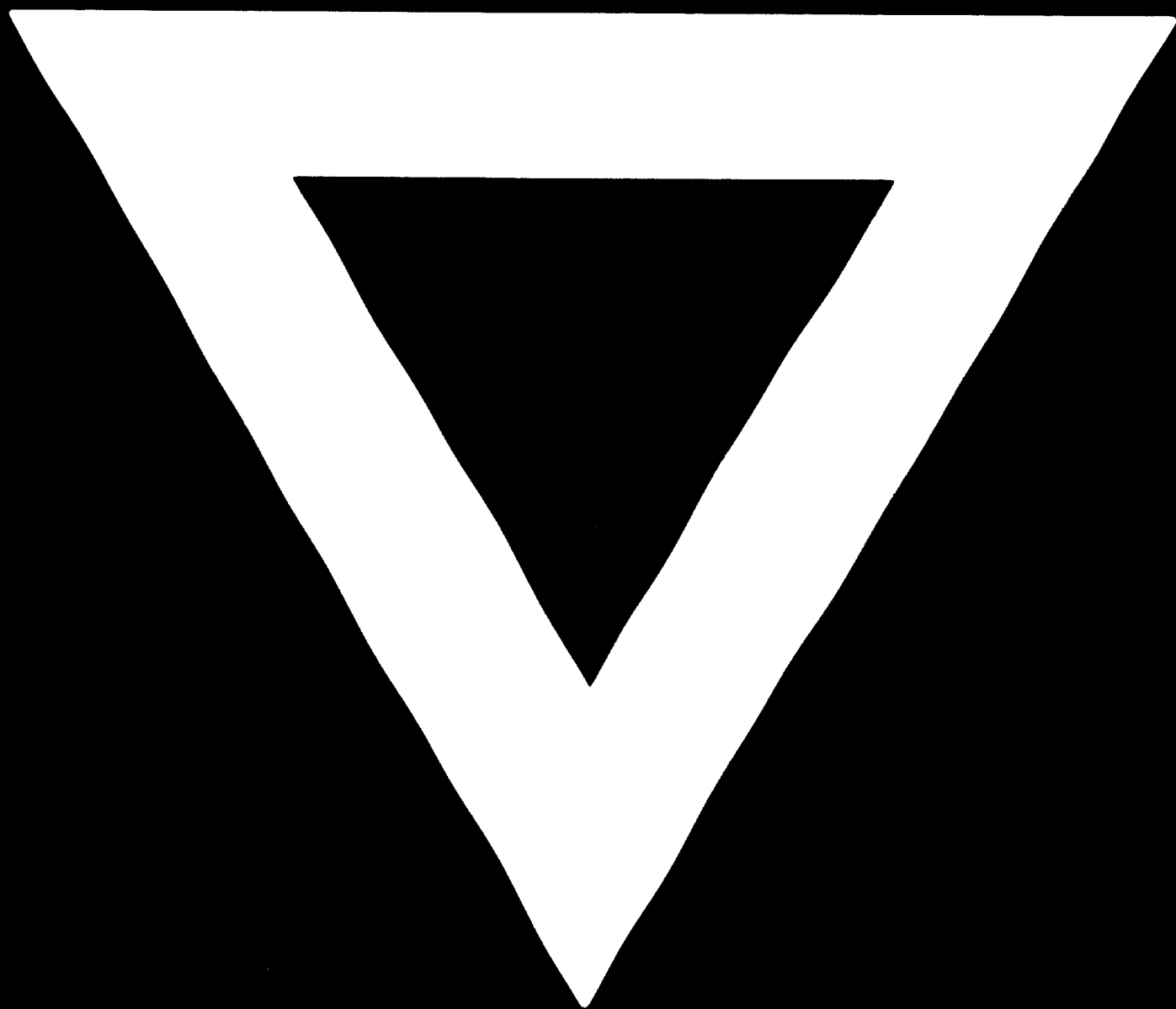
1. Les calcaires de Tin Hrassan (Cercle de Grom-Grom); Etude de projets de carrières en vue de l'établissement d'une cimenterie, par J. Recy, géologue à la DGM.
2. Etudes des possibilités d'implantation d'une cimenterie à Tin Hrassan, déc. 1967, B. du Vigwand, Direction de la géologie et des mines, Ministère du Plan et des travaux publics.
3. Etudes de faisabilité des projets Tambao, mines, cimenterie et prolongement ferroviaire; déc. 1972, Jean-Claude, groupe OTAM, Paris.
4. Enquête sur le marché du ciment en Haute-Volta, 1974, Office général des projets de Tambao, Ministère du commerce, du développement industriel et des mines.
5. Etudes de possibilité des projets Tambao; Note de synthèse du volume III : cimenterie; août 1973, haut-commissariat au Plan, Présidence du Conseil de Gouvernement.
6. Premières réflexions sur l'implantation d'une cimenterie en Haute-Volta, Société des cimenteries françaises, division internationale, Paris, nov. 1977.
7. Projet cimentier de Haute-Volta : possibilité d'utilisation des matières reconnues; reconnaissance préliminaire des matériaux silico-alumineux, mission Klöckner INA/Ciment français, avril-mai 1978, Klöckner juin 78.
8. Résultats des analyses chimiques des échantillons : projet cimentier de Tin Hrassan, Société des ciments français, Centre de recherches et d'essais de Guerville, avril 1978.
9. Projet cimentier de Tin Hrassan de Haute-Volta : les calcaires de Tin-Hrassan, études géologiques, GEO-5459, août 1978, Klöckner Industrie-anlagen GmbH Duisburg.
10. Ciments de l'Afrique de l'Ouest CIMAO, Usine A Clinker du Mono, République togolaise, 1973, Lambert Frères & Co., and PEG (Etude prévisionnelle, Gestion).

11. L'usine de clinker de la CIMAO, plan de financement prévisionnel (cf. "Afrique Industrie" No. 145; septembre 1977).
12. Etudes de faisabilité économique pour la réalisation d'une unité de production de clinker dans l'Ile de MAIO, Republica de Cabo Verde, January 1978, Lafarge conseils et études.
13. Industrial Branch Report : The Cement Industry, Nov. 1972, Etude fondée sur les documents présentés par (PEG) Genève, UNIDO/ITD. 156.
14. Fundamentals for Success in the Establishment of Cement Projects, Dec. 1975, Aly Afify, UNIDO/ITD 361.

- - - - -



**B-363**



**80.12.01**