



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

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



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

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

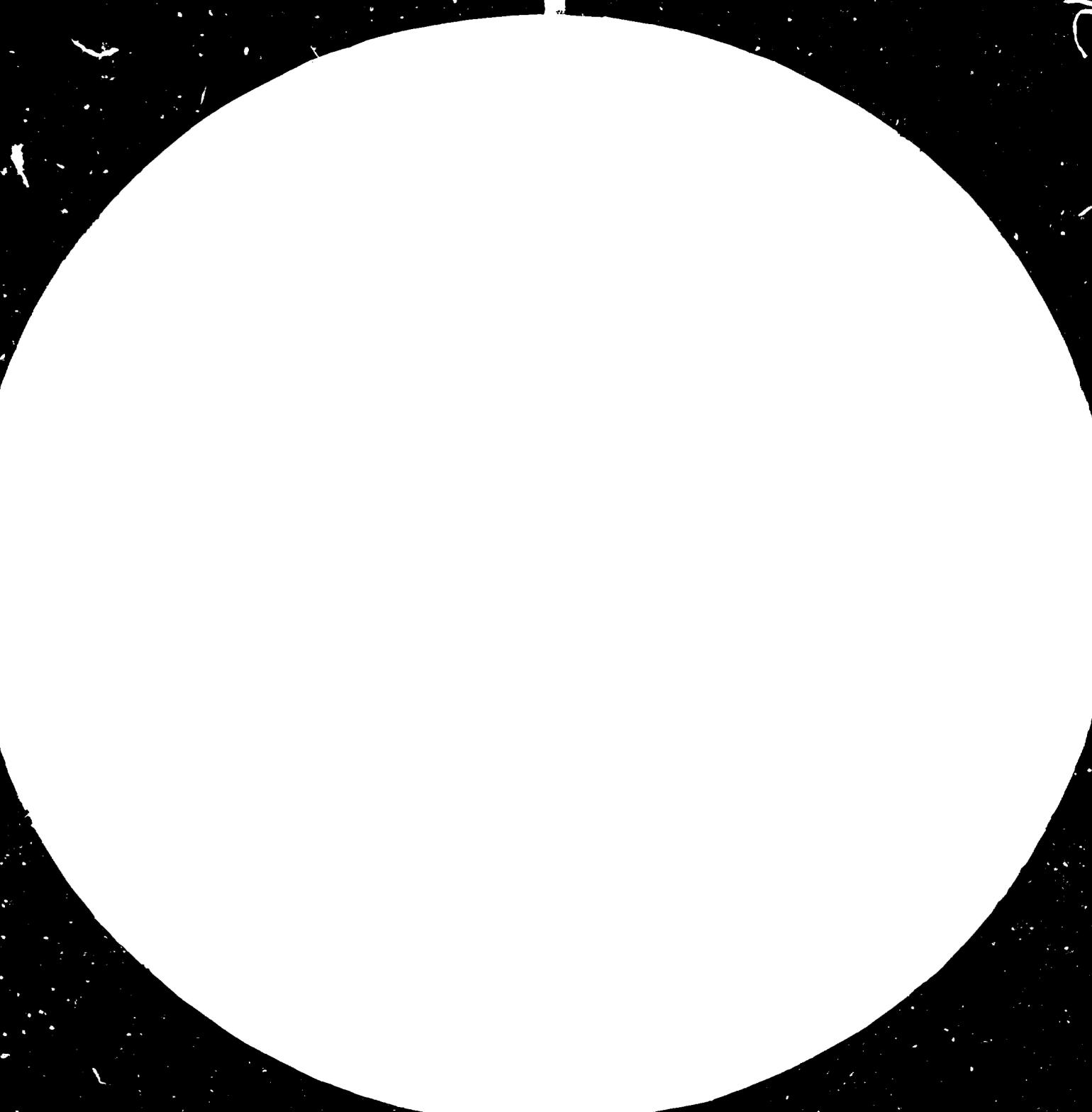
FAIR USE POLICY

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

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

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





2.8



3.2



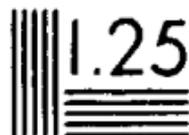
3.6



4.0



4.5



Mc PHERSON, R. L., 1974, *McPHERSON, R. L.*

McPHERSON, R. L., 1974, *McPHERSON, R. L.*

12531

RESTREINTE

DP/ID/SER.A/444
24 janvier 1983
Français

ASSISTANCE AU DEVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE DU CIMENT
SI/UPV/79/802
HAUTE-VOLTA

Haute Volta.

Rapport technique: Assistance à l'établissement d'une usine
de broyage de clinker à Ouagadougou

Etabli pour le Gouvernement voltaïque
par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel,
agent d'exécution du Programme des Nations Unies pour le développement

D'après l'étude de M.A. Basman, expert en cimenterie

Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel
Vienne

V.83-50635

Notes explicatives

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

Pendant la durée de la mission, les monnaies ci-après ont été converties en dollars des Etats-Unis aux taux de change suivants:

Pays	Monnaie
Danemark	Couronne danoise (DKr) 1 \$ - 8,85 DKr
Haute-Volta	Franc CFA (FCFA) 1 \$ - 352 FCFA

Le sigle suivant a été utilisé dans ce rapport

FLS F.L. Smidth

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

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 (ONUDI).

RESUME

La mission relative au projet SI/UPV/79/802, intitulé "Assistance au développement de l'industrie du ciment" a eu lieu du 20 octobre au 6 novembre 1982 à Ouagadougou et du 20 novembre au 4 décembre 1982 à Copenhague.

L'objectif de la mission était d'assister l'Office général des projets de Tambao dans l'évaluation des coûts et dans les négociations relatives au projet de centre de broyage de Ouagadougou révisé par l'auteur du projet - la firme danoise F.L. Smidth et Cie - à la lumière des recommandations de la précédente mission de l'ONUDI qui avait eu lieu en juin/juillet 1982.

Le projet relatif au centre de broyage de Ouagadougou conçu par la firme F.L. Smidth et supposé être financé par un crédit du Gouvernement danois accusait une rentabilité économique très marginale.

Dans le but d'améliorer la rentabilité économique du projet, sans compromettre l'exploitation régulière et continue de l'usine future, le projet a été révisé par l'auteur du projet à la lumière des recommandations de la précédente mission de l'ONUDI.

Les modifications apportées au projet initial ont permis une réduction totale de l'ordre de 20% sur le coût d'investissement du projet initial.

Cette réduction faciliterait l'octroi par le Gouvernement danois du crédit pour le financement du projet, et par suite la mise en oeuvre du projet.

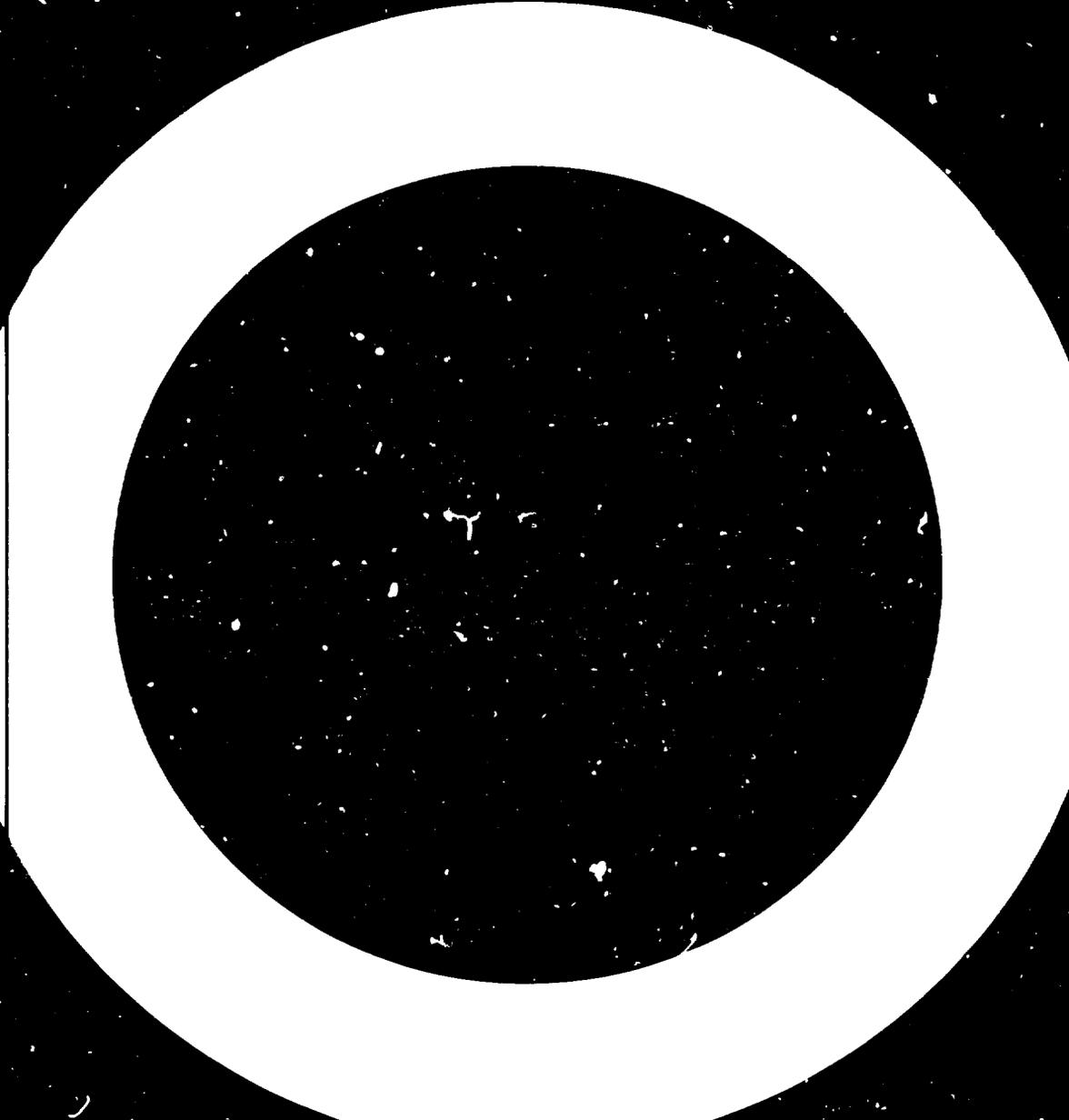


TABLE DES MATIERES

<u>Chapitres</u>	<u>Page</u>
INTRODUCTION	6
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	7
I. ANALYSE DE LA SITUATION	8
II. MODIFICATIONS APORTEES AU PROJET REVISE DU CENTRE DE BROYAGE DE OUAGADOUGOU	9
III. REPERCUSSION DES MODIFICATONS SUR LE COUT D'INVESTISSEMENT DU PROJET	11

Annexes

I. Schéma des installations	15
II. Personnalités rencontrées au cours de la mission	20

Liste des tableaux

1. Comparaison des coûts d'investissement initial et révisé	12
2. Comparaison des coûts d'investissement initial et révisé dans l'offre de 2 février 1982	13

INTRODUCTION

La mission relative au projet SI/UPV/79/802 intitulé "Assistance au développement de l'industrie du ciment" a été réalisée sur la demande du Gouvernement voltaïque. Elle faisait suite à la mission de l'ONUDI qui a eu lieu en juin/juillet 1982 dans le cadre du même projet. Elle avait pour but d'assister l'Office général des projets de Tambao - office gouvernemental chargé du projet d'exploitation des gisements de manganèse de Tambao, du projet de construction de la ligne de chemin de fer Ouagadougou - Tambao et du projet d'établissement de l'industrie du ciment en Haute-Volta - dans l'évaluation et la mise au point de l'offre concernant le projet de centre de broyage d'Ouagadougou révisée par l'auteur du projet - la firme danoise F.L. Smidth et Cie (FLS) - à la lumière des recommandations faites à l'occasion de la mission précédente.

Au cours de la mission précédente, l'expert avait analysé et évalué l'offre préparée par FLS; il avait soumis ses recommandations sur la conception du projet à l'Office et avait aussi participé aux discussions techniques qui avaient eu lieu à l'Office avec l'ingénieur de FLS, responsable du projet en question, et délégué par sa firme pour présenter et expliquer l'offre soumise. L'offre évaluée contenait un projet de centre de broyage conçu avec des installations et des équipements relativement simples et elle apportait aussi une solution de financement particulièrement favorable au projet, un financement d'Etat à Etat, qui se réaliserait après son approbation par le Parlement danois.

Malgré la simplicité du projet, le montant de l'investissement nécessaire à sa réalisation était assez élevé et, en dépit d'un plan de financement très favorable, la rentabilité économique du projet dans son ensemble paraissait très marginale.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les modifications apportées pendant les réunions à Copenhague au projet de centre de broyage de Ouagadougou pour réduire son coût d'investissement et la formule avancée par le directeur général de l'Office général des projets de Tambao pour réduire la taxe voltaïque sur le bénéfice industriel et commercial après la période d'exemption totale, améliorent substantiellement la rentabilité économique du projet et, en même temps, augmentent la possibilité d'obtenir du Gouvernement danois le financement nécessaire pour sa réalisation.

Dans le cas où le financement du projet serait assuré par le Gouvernement danois, il est particulièrement recommandé à l'Office général des projets de Tambao de:

- Revoir et négocier de nouveau, en détail, tous les points techniques et financiers du projet pour fixer clairement les spécifications, les quantités et les prix f.o.b. des fournitures et aussi pour fixer les termes et le contenu des prestations du fournisseur;
- Solliciter de nouveau l'assistance technique de l'ONUDI pour être conseillé et secondé pendant la revue et les négociations des points techniques et financiers du projet définitif du centre de broyage et pendant les phases importantes de la réalisation du projet; et aussi pour la formation professionnelle des cadres de l'usine future.

Les recommandations de l'expert relatives à l'offre portaient essentiellement sur les mesures possibles pour améliorer la rentabilité économique du projet: simplifier encore plus les installations et les équipements du projet en utilisant un matériel normalisé et moins sophistiqué; réduire substantiellement les capacités des équipements de manutention et des silos de stockage de matières premières en augmentant le taux d'utilisation des premiers et en créant des stocks à ciel ouvert pour les derniers, et en remettant à plus tard tous les investissements du projet qui ne sont pas absolument nécessaires à l'exploitation du futur centre de broyage^{1/}.

Pendant les discussions avec l'ingénieur de FLS à l'Office de Tambao, il avait été convenu en commun accord que le projet en question devrait être révisé à la lumière des recommandations de l'expert dans un délai de trois mois.

La mission, prévue pour une durée totale d'un mois, s'est réalisée en deux étapes: la première à Ouagadougou du 20 octobre au 6 novembre et la seconde à Copenhague du 20 novembre au 4 décembre 1982. La liste des personnalités rencontrées au cours de la mission figure à l'annexe II.

^{1/} Voir DP/ID/SER.A/393, du 10 août 1982.

I. ANALYSE DE LA SITUATION

La décision de réaliser la mission en deux étapes et d'intercaler une période de 15 jours a été prise de concert avec le directeur général de l'Office et l'ingénieur de FLS dès le début de la mission après un court examen, en commun, de l'offre révisée.

Il a également été décidé après examen de l'offre révisée, que la firme FLS entreprendrait tout de suite des études complémentaires pour réduire substantiellement le coût d'investissement du projet afin de pouvoir les revoir et les discuter en détail pendant la seconde étape de la mission à Copenhague. Un schéma préparé par l'expert et basé sur ses recommandations a été remis à la firme FLS et figure en annexe I.

Comme convenu, les études préparés par FLS pour réduire le coût de l'investissement du projet ont été revues et discutées dans les bureaux de la firme FLS à Copenhague pendant la seconde étape de la mission.

Les études ont montré qu'une réduction substantielle, de l'ordre de 20% par rapport au coût d'investissement de l'offre initiale, est possible en apportant des modifications au projet sans compromettre pour autant l'exploitation continue et régulière du futur centre de broyage d'Ouagadougou.

Ce renseignement a été immédiatement communiqué officiellement par la firme FLS à COWI-Consult, la firme de consultants danoise désignée par le Gouvernement danois pour conduire les études de faisabilité techno-économiques du centre de broyage d'Ouagadougou, études qui seront pour le Gouvernement danois la base de l'octroi du financement de projet relatif au centre de broyage. Les études réalisées jusqu'alors, basées sur le coût d'investissement de l'offre initiale, ont indiqué une rentabilité économique marginale même pour un coût d'investissement inférieur de 20% au coût considéré dans leurs études. (Le coût d'investissement considéré dans les études de COWI-Consult et le coût d'investissement dans l'offre de FLS du 15 février 1982 majoré de 5% représentant l'augmentation des prix entre février et octobre 1982).

Pour améliorer le résultat des études entreprises par COWI-Consult, cette firme a aussi été informée officiellement par le directeur général de l'Office des projets de Tambao que le Gouvernement voltaïque était en mesure d'établir, après la période d'exemption de taxe sur le bénéfice industriel et commercial, une imposition à taux progressif étalée sur une période de 10 ans, dont le taux augmenterait de 10% tous les ans pour atteindre dans la dixième année son taux réel.

Au cours de la seconde étape de la mission, il a également été convenu que la firme FLS remettrait dans un délai d'un mois une nouvelle offre détaillée tenant compte de toutes les modifications apportées au projet pendant la mission.

II. MODIFICATIONS APORTEES AU PROJET REVISE DU CENTRE DE BROYAGE DE OUAGADOUGOU

Etablissement d'une installation de stockage de matières premières d'une capacité totale de 1 800 t au-dessous de la ligne de chemin de fer

L'installation de stockage de matières premières d'une capacité totale de 1 800 t au-dessous de la ligne de chemin de fer comprend six trémies adjacentes en béton armé de 8 m de hauteur et de 9 m de profondeur et d'une longueur totale de 30 m - ce qui permet de décharger simultanément trois wagons. Les matières premières sont extraites des trémies par six extracteurs à vibration et transportées au-dessus des silos de stockage au moyen de deux bandes transporteuses en caoutchouc et d'un élévateur à godet. Les matières premières sont déversées dans leur silo de stockage respectif ou sont amenées à l'aire de stockage à ciel ouvert par quatre bandes transporteuses consécutives dont les trois premières sont à marche réversible. Tous les équipements d'extraction et de manutention de matières premières ont une capacité horaire de 50 t. Ces trémies de stockage sont aussi prévues pour recycler les matières premières stockées dans l'aire de stockage à ciel ouvert. Pour le transport des matières premières de l'aire de stockage aux trémies un chargeur (loader) est prévu dans le projet.

Cette modification assure une exploitation continue et régulière. Le coût de la construction des trémies de stockage est assez élevé mais il est largement compensé par les économies réalisées grâce à la suppression du système de traînage des wagons prévu dans l'offre initiale, par la réduction importante des capacités de stockage des silos de clinker, de gypse et d'additif, et de la capacité de transport des équipements de manutention par rapport aux capacités prévues dans le projet initial.

En outre, cette modification permet de meilleurs taux d'utilisation des wagons et des équipements de manutention.

Etablissement d'une aire de stockage de matières premières à ciel ouvert

Le stockage des matières premières à ciel ouvert se fait au moyen de la dernière bande transporteuse susmentionnée et d'une tour creuse en tôle de 13 m de hauteur. Les matières premières déversées dans la tour creuse s'écoulent par des fentes latérales de la tour pour former autour d'elle le stock à ciel ouvert. Le clinker, le gypse et les additifs peuvent être stockés séparément en différents secteurs grâce aux fentes.

Cette modification réalisée avec un coût d'investissement assez limité permet, elle aussi, une réduction importante des silos de stockage des matières premières.

Addition d'un concasseur aux installations de l'usine

Un système de concassage très simple est ajouté aux installations de l'usine. Il comprend une trémie en tôle suivie d'un concasseur à marteaux d'une capacité maximale de concassage de 30 t/h. Les matières concassées sont déversées à l'entrée de l'élévateur à godet du système de transport des matières premières par une goulotte en tôle. Le concasseur est prévu pour concasser les boules de clinker qui sont retenues sur le grillage des trémies de matières premières ou formées dans l'aire de stockage à ciel ouvert. Le concasseur permet aussi à l'usine de s'approvisionner en gypse non concassé qui peut être transporté par camions et stocké à ciel ouvert.

Cette modification réalisée avec un coût d'investissement peu important assure une certaine souplesse d'exploitation à la future usine.

Changement de la conception des alimentateurs du broyeur

Les doseurs gravimétriques prévus pour l'alimentation en clinker, en gypse et en additifs sont remplacés par des doseurs volumétriques moins sophistiqués ne nécessitant qu'un entretien limité et moins sujets aux pannes.

Cette modification permet une économie appréciable sur le coût d'investissement sans affecter la performance du broyeur.

Changement de la conception de l'attaque du broyeur

L'attaque centrale prévue pour le broyeur dans le projet est remplacée par une attaque latérale. Cette modification permet aussi une économie appréciable dans les coûts d'investissement sans changer la performance du moulin. Les économies sont réalisées au niveau des équipements électriques (moteur) et de l'entretien (vireur) et au niveau de la construction, du génie civil et du montage. En outre, cette attaque facilite le montage éventuel du système de refroidissement interne du broyeur par injection d'eau.

Changement de la conception du système de transport de ciment

Les systèmes pneumatiques de transport du ciment ont, généralement, pour une capacité et une disposition données, des coûts d'investissement moins élevés que les systèmes mécaniques de transport. Les frais d'exploitation des systèmes pneumatiques sont, en général, légèrement plus élevés que ceux des systèmes mécaniques, mais il faut noter que leur entretien est simple et moins onéreux.

Cette modification permet une économie importante sur le coût d'investissement et simplifie beaucoup le système de transport du ciment.

Réduction de la capacité d'ensachage de l'usine

La capacité d'ensachage de l'atelier d'ensachage est réduite de moitié. La capacité d'ensachage prévue dans le projet de centre de broyage, de 120 t/h, était trop élevée pour une production maximale de 25 t/h de ciment.

Cette modification permet de réaliser une économie considérable sur le coût de l'investissement (équipements, génie civil et montage).

Une économie assez importante sur le coût d'investissement a aussi été réalisée par la réduction en quantité de quelques équipements et matériaux des services généraux de l'usine (suppression de deux camionnettes et d'un chargeur, etc.), sans que l'exploitation de l'usine future ait à en souffrir.

En outre, le poste relatif à la formation professionnelle prévu dans l'offre initiale a été supprimé. L'Office des projets de Tambao sollicitera l'assistance technique de l'ONUDI pour former les cadres de l'usine future.

III. REPERCUSSION DES MODIFICATIONS SUR LE COUT D'INVESTISSEMENT DU PROJET

La répercussion des modifications apportées au projet de centre de broyage de Ouagadougou sur le coût d'investissement du projet a été globalement évaluée par les spécialistes de FLS à Copenhague (voir le tableau 1 ci-dessous).

Malheureusement, il n'a pas été possible d'avoir les coûts détaillés de chaque modification considérée, ni même ceux de l'offre initiale du 2 février 1982, qui auraient été certainement très précieux pour entamer des négociations qui, éventuellement, apporteraient des réductions supplémentaires du coût d'investissement du projet.

L'examen de ces comparaisons montre des réductions de coûts appréciables dans presque tous les postes du coût d'investissement du projet. Une majoration de 5% existe dans trois postes du coût d'investissement du projet. Elle représente l'augmentation des prix pour les offres obtenues des régies nationales voltaïques en février 1982.

Le tableau 2 permet de comparer les montants du projet révisé avec ceux du tableau du rapport de la précédente mission.

Tableau 1. Comparaison des coûts d'investissement initial et révisée
(en milliers de DKr)

Eléments des coûts	Offre initiale En milliers de DKr	Projet révisé	Diminution En %
Equipements de production	16 112	14 988	7,0
	8 878		
	8 878	6 312	28,9
Equipement électrique	7 173	6 658	7,2
Pièces de rechange	2 819	1 500	46,8
Fret et assurance	3 945	3 600	8,7
Ingénierie de génie civil	8 604	5 000 ^{c/}	42,0
Formation professionnelle	906		
906	-		
Sous-total	48 437	38 058	
Construction métallique	24 658	14 795	40,0
Construction de génie civil	20 078	19 800	1,5
Montage	21 552	16 742	22,4
Gestion du projet	13 662	9 000	34,0
Assurance tous risques	801	640	20,0
Ligne haute tension (10 km)	1 659	1 742 ^{a/}	(5,0)
Embranchement voie ferrée	2 506	2 631 ^{a/}	(5,0)
Routes extérieures	2 574	1 327	48,0
Etude hydrologique	550	580 ^{a/}	(5,0)
Etude géotechnique et topographique	-	1 000 ^{b/}	-
Sous-total	88 437	68 257	33,0
Total	136 477	106 315	22,1
Imprévus	10 000	7 200	7,0
Fonds de roulement	23 400	23 400	-
Grand total	169 877	136 915	19,4

^{a/} Ce montant contient aussi le système de traînage des wagons qui est supprimé - 1 541 000 DKr

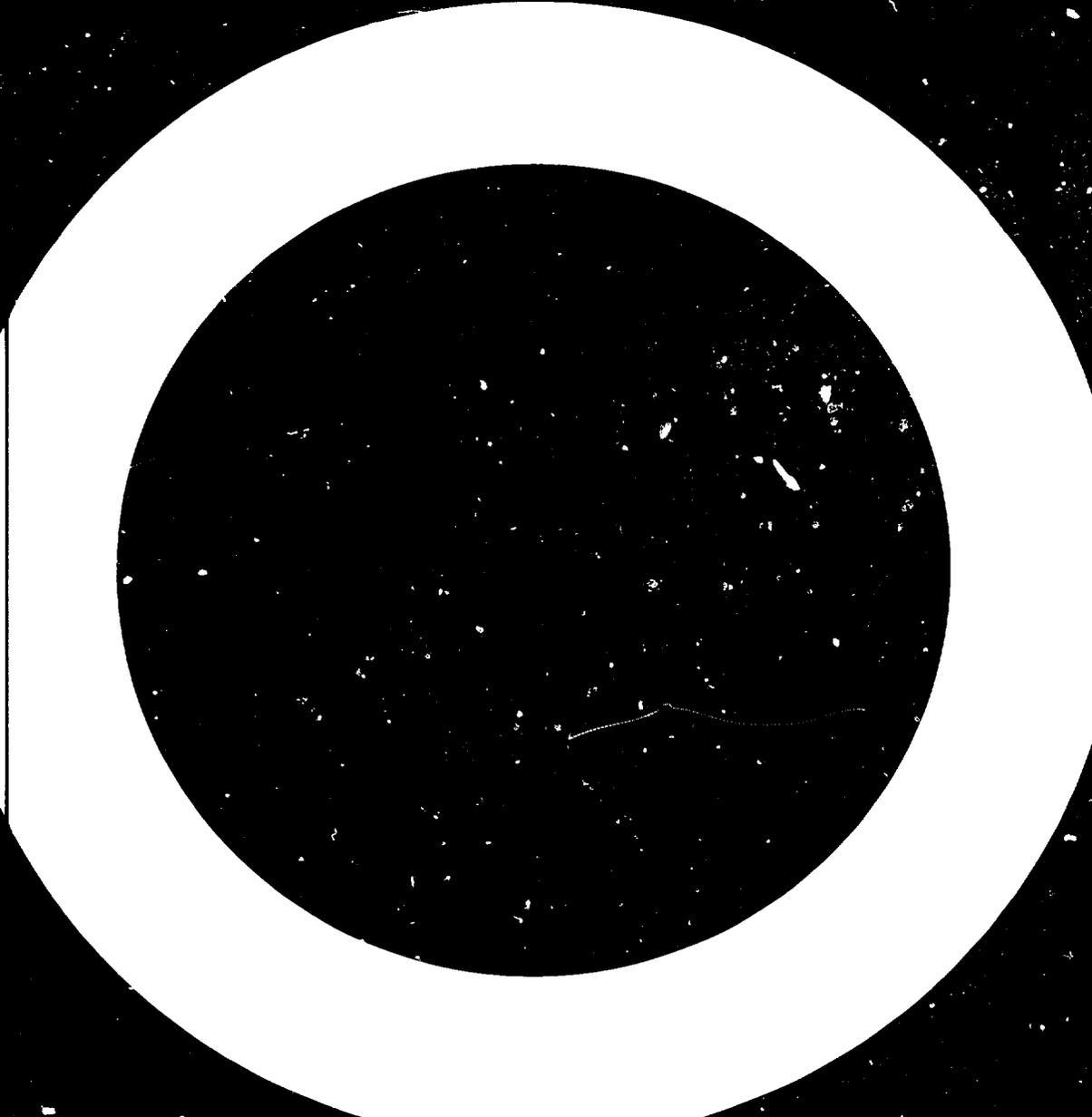
^{b/} Ce montant faisait part du génie civil dans l'offre initiale

^{c/} Tenant compte de b) le pourcentage de diminution devient 34%.

Tableau 2. Comparaison des coûts d'investissement initial et revise dans l'offre du 2 février 1982 (en milliers de DKr)

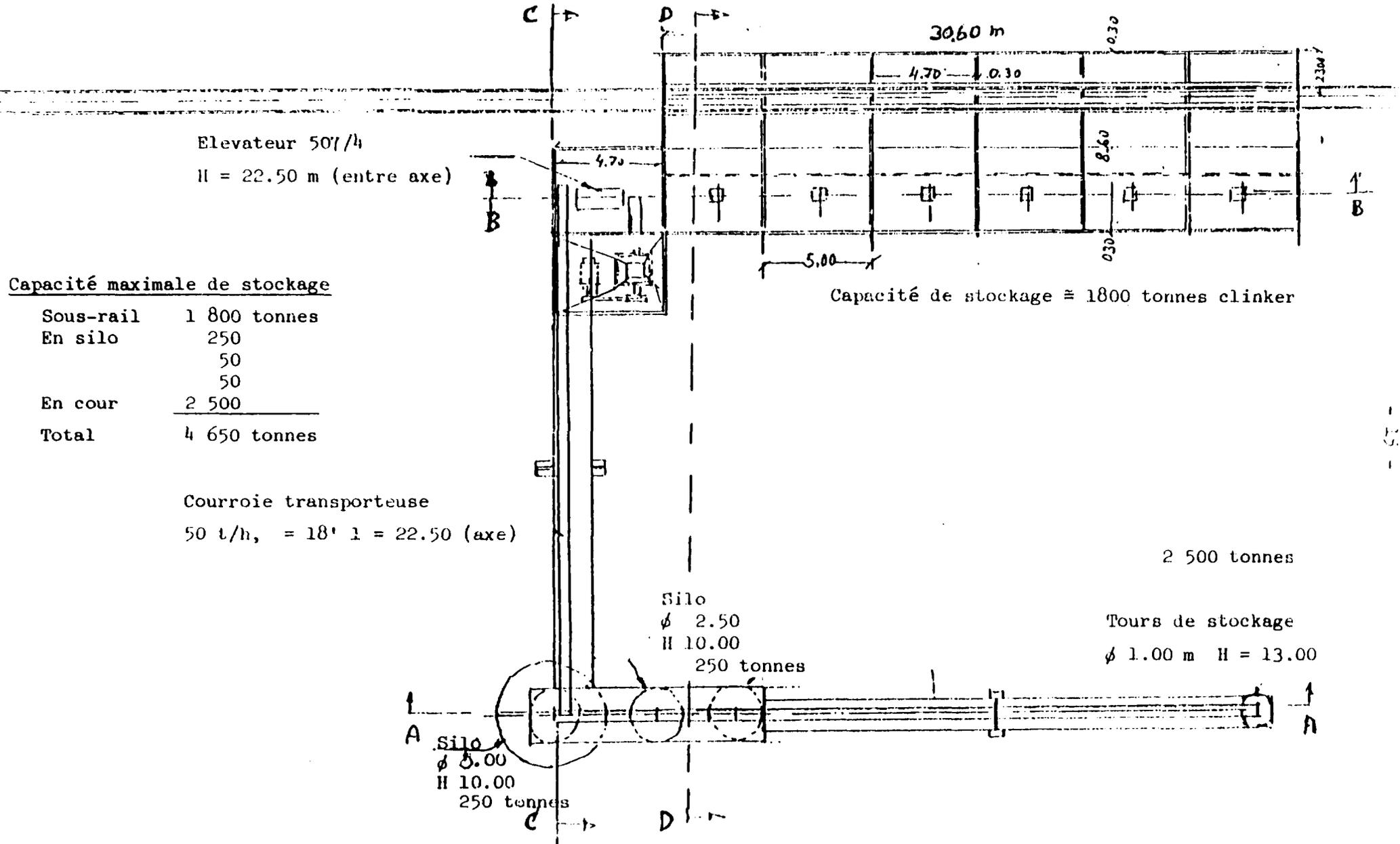
	Offre initial 2 février 1982 En milliers de DKr	Projet révisé	Diminution	Rapport au coût total
<u>Fournitures FLS</u>				
Equipements de production	16 112	14 988	7,0	
Equipements des services généraux	8 878	6 312	28,9	
Equipements électriques	7 173	6 658	7,2	
Pièces de rechange	2 819	1 500	46,8	
Sous-total des fournitures FLS	<u>34 982</u>	<u>29 458</u>	15,8	27,7
Fret et assurances	3 945	3 600	8,7	3,3
Total des fournitures FLS	<u>38 927</u>	<u>33 058</u>	15,1	31,0
<u>Constructions internes</u>				
Construction métallique	22 420	13 450	40,0	
Génie civil	18 252	18 000	1,5	
Montage	<u>19 592</u>	<u>15 220</u>	22,4	
Total des constructions d'usine	60 264	46 670	32,6	43,8
<u>Constructions externes</u>				
Ligne électrique	1 508	1 583	(5,0)	
Embranchement du chemin de fer	2 278	2 392 ^{a/}	(5,0)	
Routes extérieures	2 340	1 206	48,5	
Total des constructions externes	<u>5 126</u>	<u>5 181</u>	15,5	4,8
Total des assurances tous risques	728	581	20,0	0,5
<u>Prestations FLS</u>				
Ingénierie de génie civil	8 604	5 000	42,0	
Formation du personnel	906	-	-	
Etude hydrologique	500	527	5,0	
Gestion du projet	13 662	9 000	34,2	
Responsabilité du projet	<u>6 760</u>	<u>5 298</u>	21,7	
Total des prestations de FLS	30 432	19 825	35,0	18,6
		<u>1 000</u>	-	1,3
Grand total des investissements	136 477	106 315	22,0	100,0
Imprévus	10 000	7 200	28,0	
Fonds de roulement	<u>23 400</u>	<u>23 010</u>	1,8	
Grand total des investissements	169 877	136 525	19,6	

a/ Ce montant contient aussi le système de traînage des wagons qui est supprimé - 1 541 000 DKr.

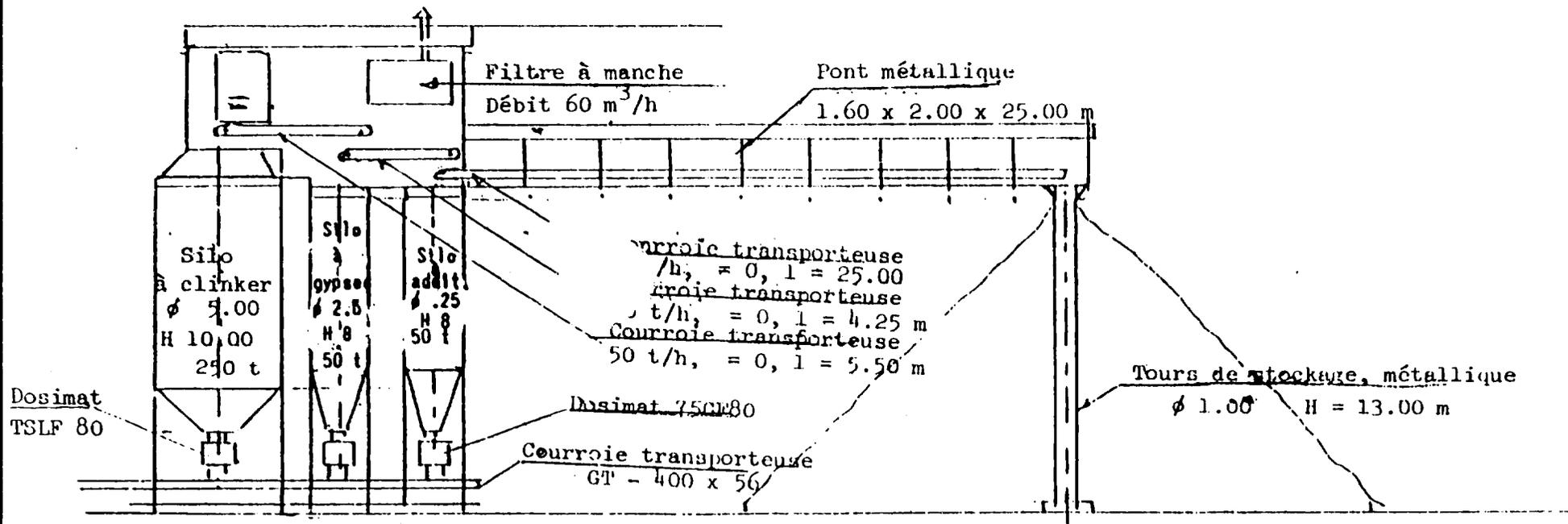


Annexe I

SCHEMA DES INSTALLATIONS

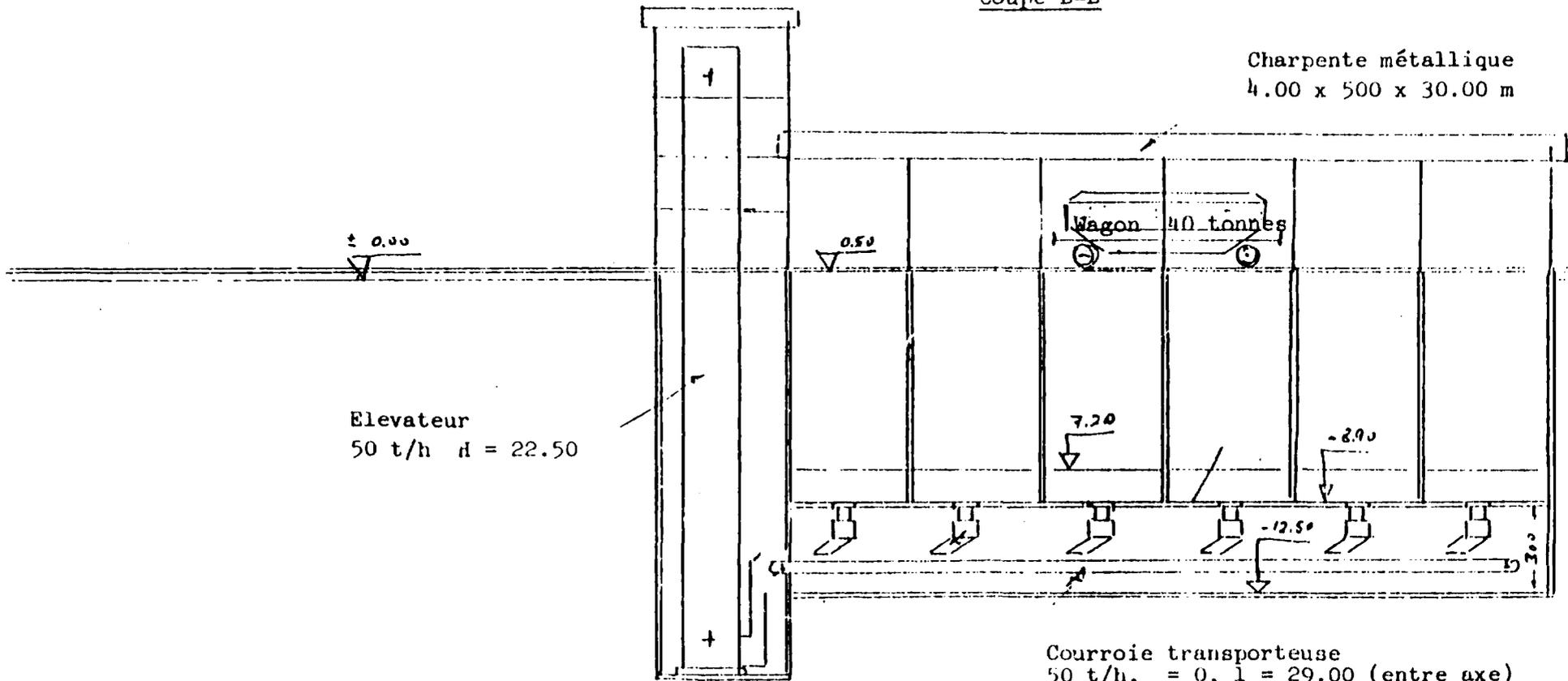


Coupe A-A



Coupe B-B

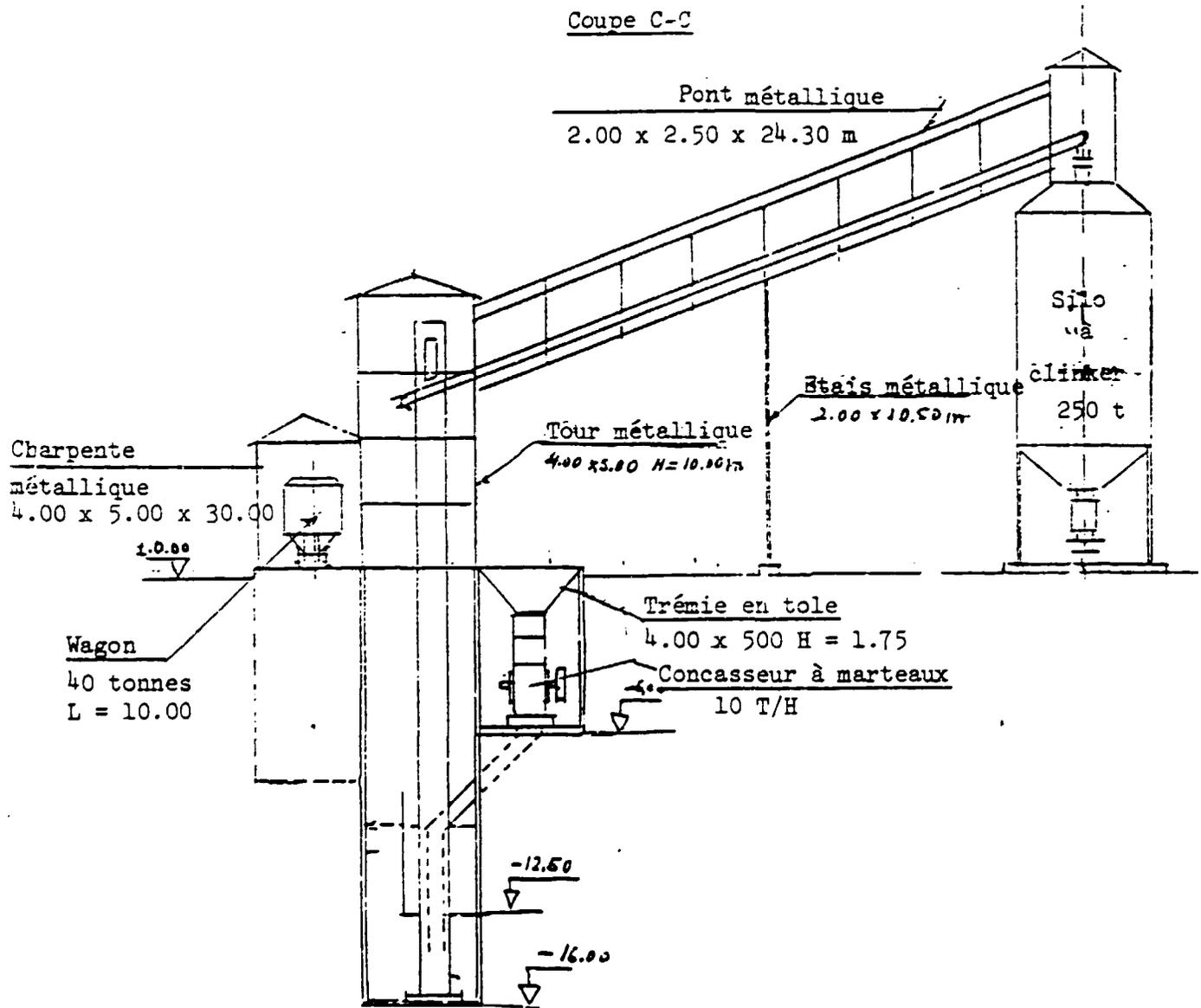
Charpente métallique
4.00 x 500 x 30.00 m



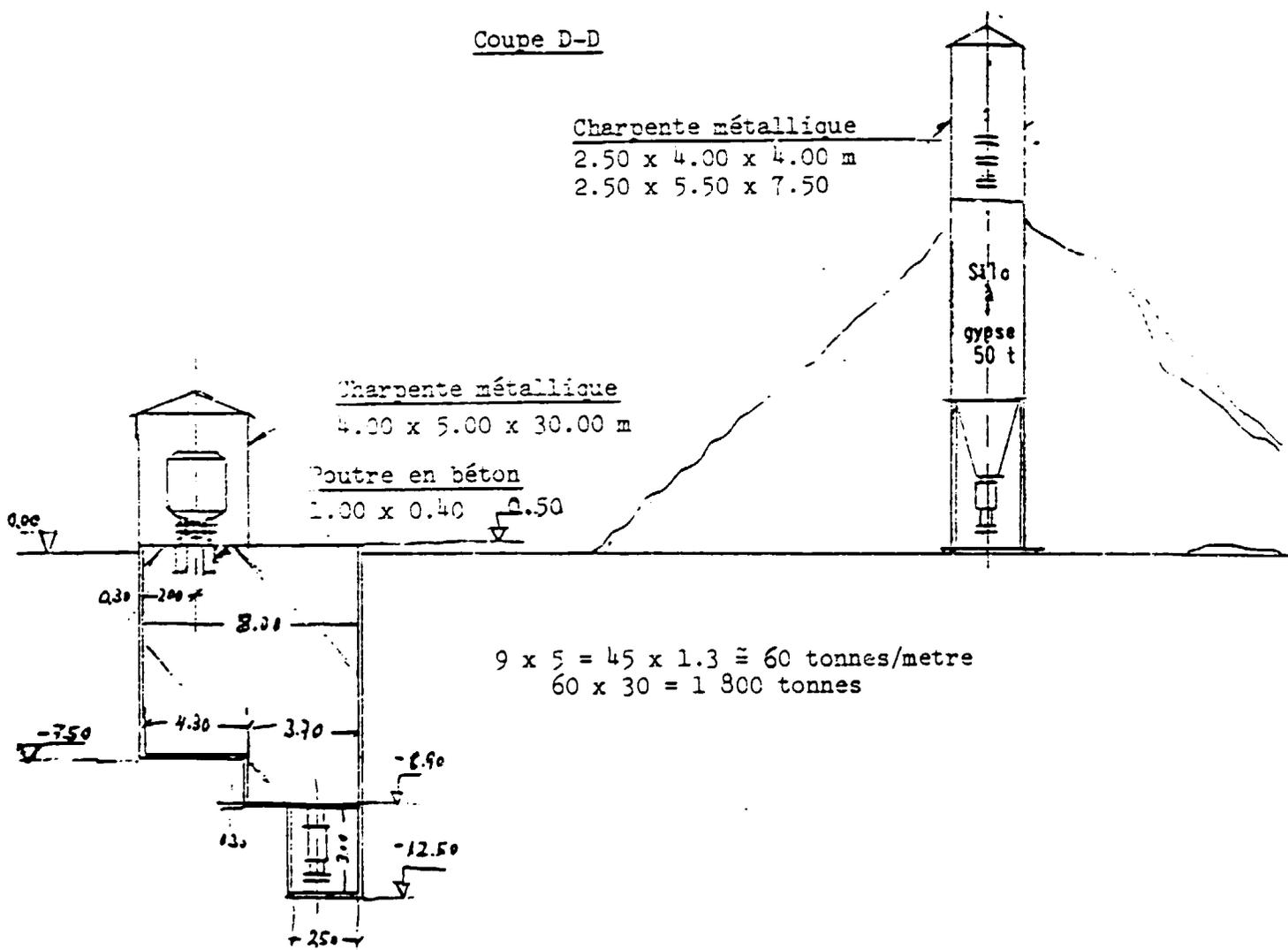
Elevateur
50 t/h $\phi = 22.50$

Courroie transporteuse
50 t/h, $l = 29.00$ (entre axe)

Vibrateur-extracteur
0 - 50 t/h



Coupe D-D



Annexe II

PERSONNALITES RENCONTREES AU COURS DE LA MISSION

M. Yao	Ambassadeur de la Haute-Volta à Copenhague
M. François Ouedraogo	Director général adjoint de l'Office général des projets de Tambao
M.C. Widstrand	Représentant résident du PNUD
M.M. Suppli	Ingénieur en chef de la firme F.L. Smidth et Cie
M.H. By Jorgensen	Ingénieur de la firme F.L. Smidth et Cie



