



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

06939

(R) AMENAGEMENT
D'INSTALLATIONS
DE BROYAGE
ET D'ENSACHAGE
DE PHOSPHATE,
PRODUCTION DE
SUPERPHOSPHATE,

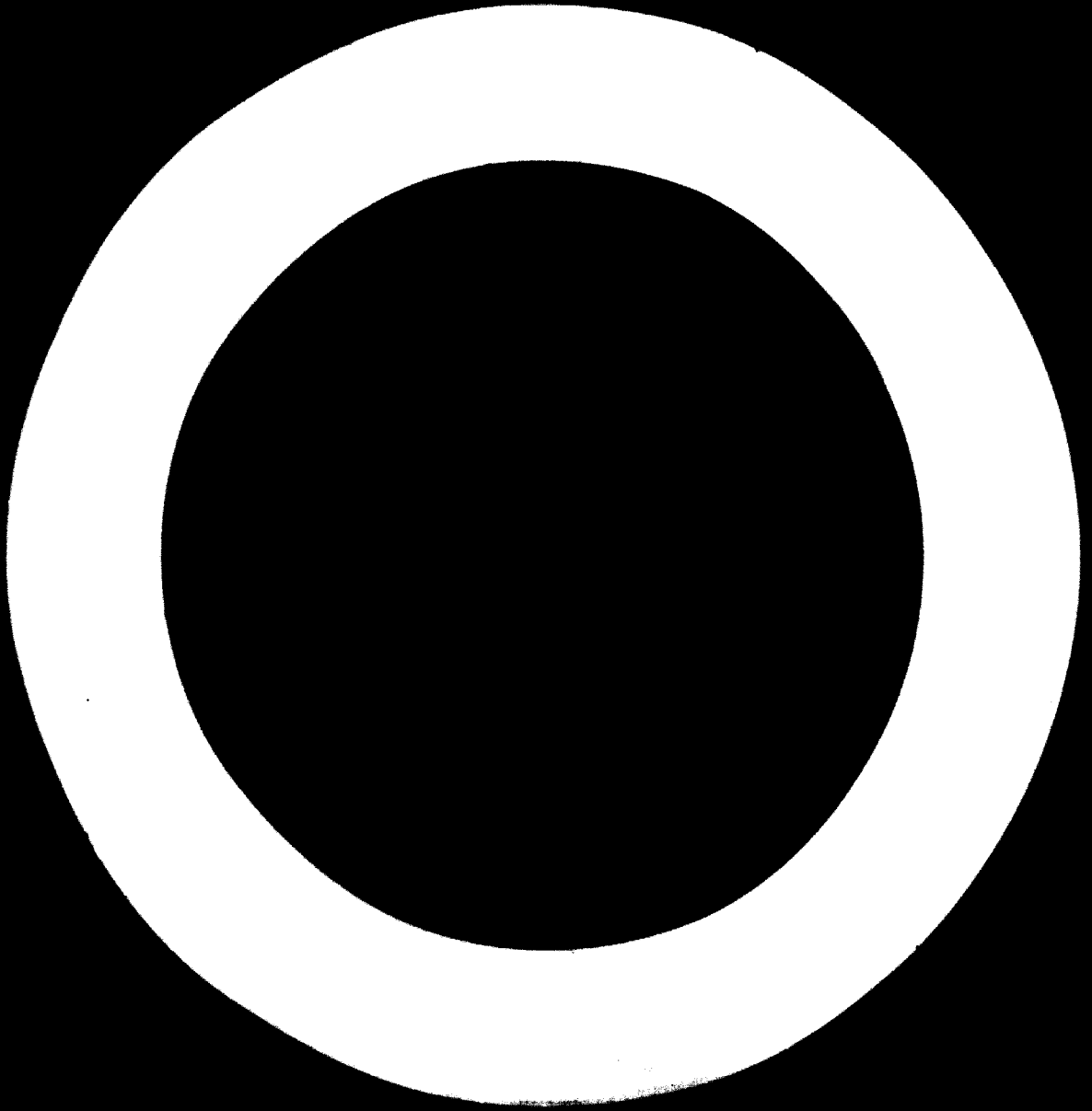
Signature

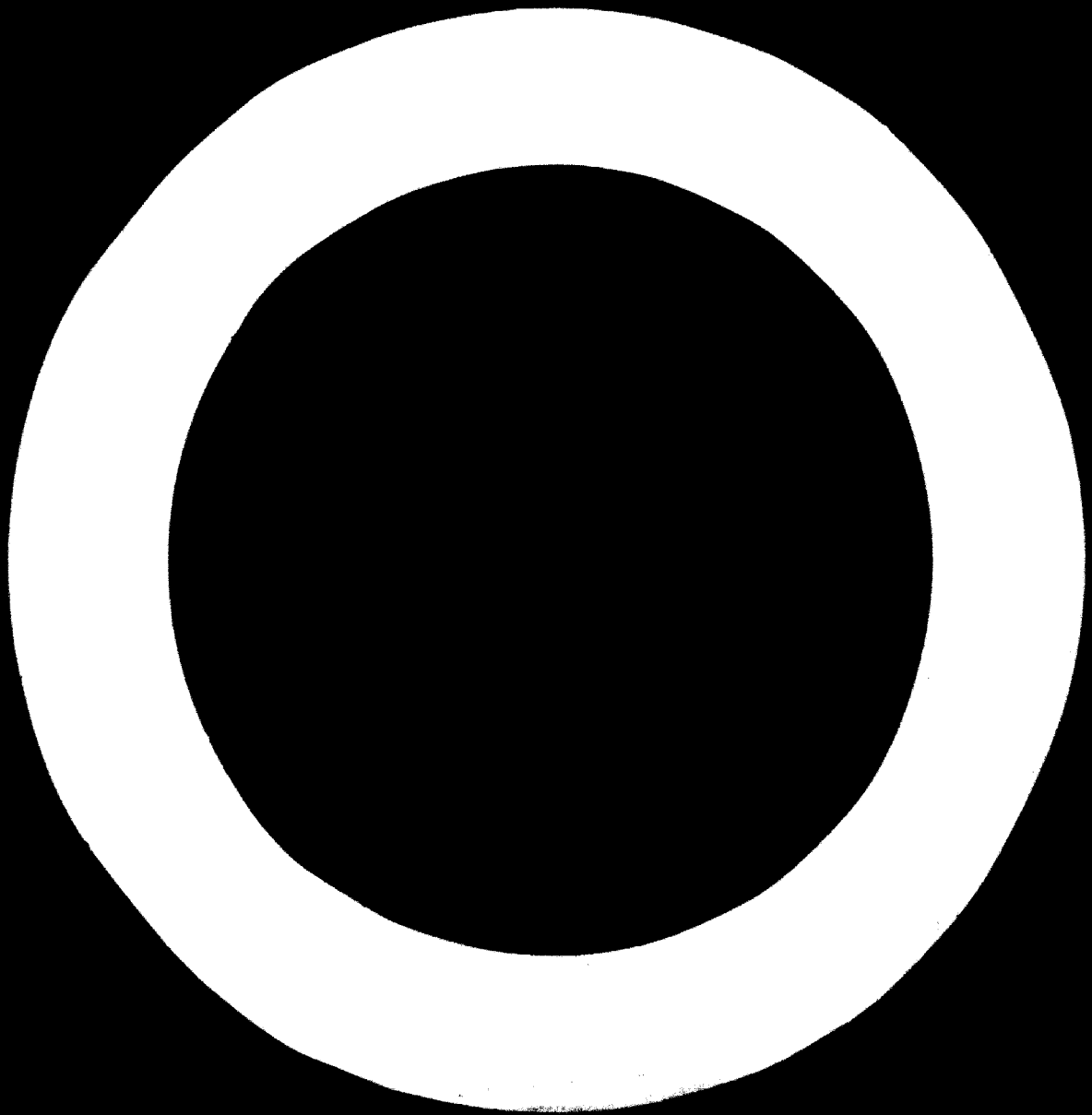
MALI.

RAVUS FIAL. (1995).

[Faint, illegible text]

[Handwritten mark]





Programme des Nations Unies pour le développement

**AMENAGEMENT D'INSTALLATIONS DE BROYAGE ET D'ENSACHAGE
DE PHOSPHATE, PRODUCTION DE SUPERPHOSPHATE**

SM/KLI/74/010

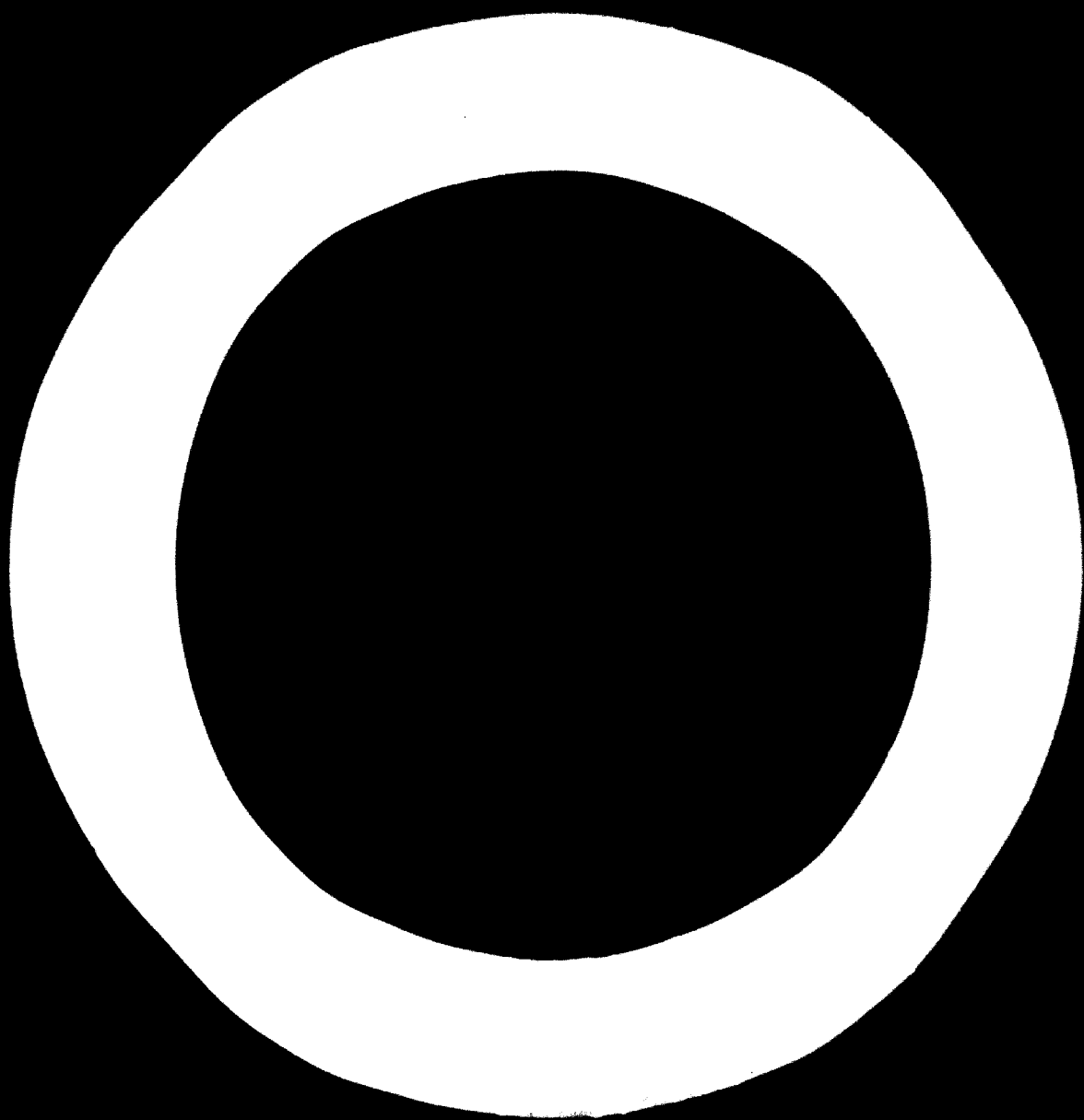
MALI

Rapport final

**Etabli pour le Gouvernement malien 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. Karl Schaefer, expert de l'ONUDI

**Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
Vienna, 1975**



Notes explicatives

Sauf indication contraire, le terme "tonne" désigne une tonne métrique et le terme "dollar" un dollar des Etats-Unis d'Amérique.

Le trait d'union (-) entre deux millésimes, par exemple 1974-78, indique qu'il s'agit de la période tout entière (y compris la première et la dernière année mentionnée).

La monnaie nationale au Mali est le franc malien (FM).

Un franc malien équivaut à 0,0023 dollar des Etats-Unis au 1er novembre 1975.

Les abréviations ci-après ont été utilisées :

FM/h	Franc malien par heure
FM/t	Franc malien la tonne
f.o.b.	Franco à bord..
kcal	Kilocalorie
kWh	Kilowattheure
μ	Micron
ppm	Partie par million
t	Tonne
t/h	Tonne par heure
DIN	Deutsche Industrienormen
ISO	Organisation internationale de normalisation
SOAHR	Société de crédit agricole et d'équipement rural
SOCIMA	Société des ciments du Mali
SOMAHMI	Société nationale de recherches et d'exploitations minières

Nomenclature des instruments de mesure et de régulation

BA	Alarme (chambre de combustion)
FI	Indicateur de flux
FRC	Enregistreur-régulateur de flux
PQI	Compteur à roues ovales avec indicateur de flux
LIAC	Régulateur-indicateur de niveau avec alarme
LIAHL	Indicateur de niveau avec alarme pour le plein et le vide
PI	Indicateur de pression
PIA	Indicateur de pression avec alarme
PIAL	Indicateur de pression avec alarme (basse pression)
PIC	Indicateur-régulateur de pression
PID	Indicateur de pression différentielle
Pd RCA	Enregistreur-régulateur de la différence de pression avec alarme
TI	Indicateur de température
TIC	Indicateur-régulateur de température
TAH	Alarme (température admissible)
TLAH	Indicateur de température avec alarme (température trop haute)
TR	Enregistreur de température
TRC	Enregistreur-régulateur de température
WIA	Indicateur de poids avec alarme
WR	Enregistreur de poids
WRCA	Enregistreur-régulateur de flux avec alarme (bascule)

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 de tel ou tel pays ou territoire, ou de ses autorités, ni quant au tracé de ses frontières.

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.

Les frontières indiquées sur la carte n'emportent ni approbation ni acceptation officielle de la part de l'ONU.

TABLE DES MATIERES

Chapitres	Pages
REMERCE	9
INTRODUCTION	10
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	12
I. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS A TAMAGUELOLT ET A BOUREM	16
A. Installations minières à Tamaguélolt et transport à Bourém	16
B. Préconcentration à Bourém	17
C. Atelier de broyage à Bourém	20
D. Atelier d'ensachage à Bourém	25
E. Stockage du phosphate broyé et ensaché à Bourém	30
II. ETUDE DES PRIX DE REVIENT DU PHOSPHATE	33
A. Prix de revient du phosphate brut à Tamaguélolt	33
B. Prix de revient du phosphate brut à Bourém	39
C. Prix de revient du phosphate préconcentré à Bourém	40
D. Prix de revient du phosphate préconcentré, broyé et ensaché à Bourém	48
E. Prix de revient du phosphate brut, préconcentré, broyé et ensaché à Nopti	53
F. Prix de revient du phosphate brut, préconcentré, en vrac à Koulikoro	53
III. PRODUCTION DE SUPERPHOSPHATE SIMPLE	54
A. Stockage d'acide sulfurique	55
B. Stockage de phosphate brut	58
C. Atelier de broyage du phosphate brut	59
D. Fabrication du superphosphate simple	60
E. Stockage de mûrissement du superphosphate	71
F. Atelier d'ensachage du superphosphate	72
G. Stockage du superphosphate ensaché	74
H. Installations auxiliaires	76
IV. ETUDE DU PRIX DE REVIENT DU SUPERPHOSPHATE SIMPLE ENRICHIS A N'KOUNDO	84

Annexes

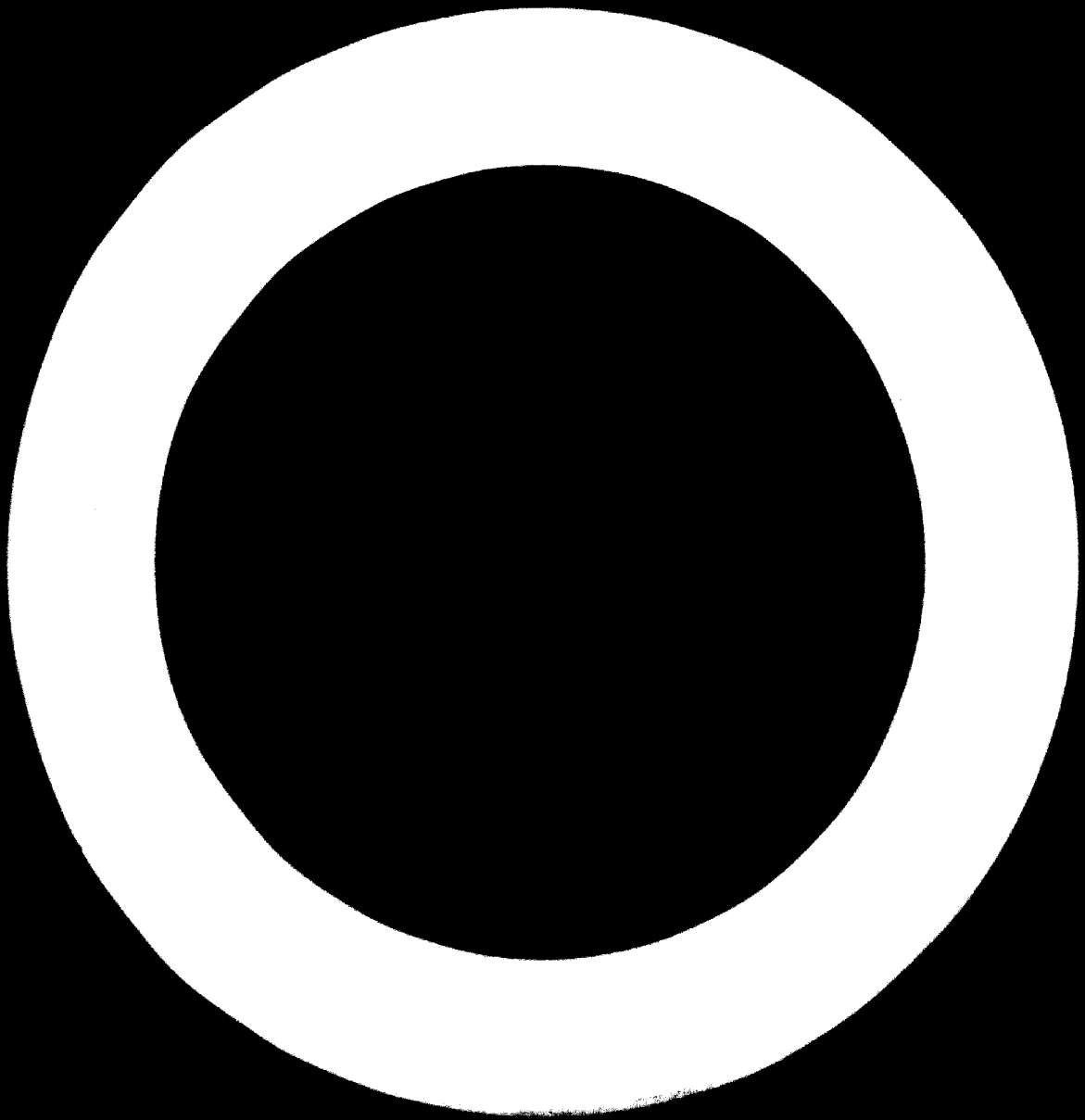
	<u>Pages</u>
I. Personnalités rencontrées au Mali	91
II. Tarifs de transport	93
III. Distances	95
IV. Liste des fournisseurs	96

Liste des tableaux

1. Ventilation des investissements en équipement minier importé	34
2. Ventilation des frais de main-d'oeuvre à Tammoulelt	35
3. Consommation et coût du matériel auxiliaire et des produits d'entretien et d'exploitation	36
4. Frais annuels de réparation à Tammoulelt	37
5. Ventilation des amortissements	37
6. Coûts variables d'un camion de 7,5 tonnes	40
7. Ventilation des investissements dans les installations de production, les machines et les véhicules à Bouroum	41
8. Personnel et frais de main-d'oeuvre à Bouroum	42
9. Frais annuels d'entretien et de réparation	44
10. Calcul des amortissements annuels	44
11. Coût du capital à incorporer	46
12. Ventilation des coûts des installations de production, machines et installations auxiliaires à Bouroum	48
13. Frais de main-d'oeuvre à Bouroum (atelier de bruyage et d'ensachage).....	49
14. Frais annuels d'entretien et de réparation	50
15. Ventilation des amortissements	50
16. Coûts du capital à incorporer	51
17. Ventilation des coûts des installations de production, machines et véhicules à Koulikoro	55
18. Personnel et frais de main-d'oeuvre	56
19. Ventilation des frais annuels d'entretien et de réparation	58
20. Calcul des amortissements annuels	58
21. Coût du capital à incorporer	90

Lista des figures

	<u>PAGES</u>
I. Atelier de broyage du phosphate	21
II. Atelier d'ensachage	27
III. Plan des installations à Bourem	32
IV. Schéma universel du procédé de fabrication du superphosphate	56
V. Plan de situation des installations à Koulikoro	57
VI. Procédé de fabrication de superphosphate granulé	61
VII. Station d'air comprimé et séché	79
VIII. Carte du Mali et des pays voisins	105
IX. Diagramme des coûts d'installations en Allemagne	106



RESUME

Le Gouvernement malien ayant fait connaître son désir d'exploiter les ressources locales de phosphate et de créer un centre de broyage et d'ensachage de phosphate en vue de développer l'agriculture et d'encourager l'emploi des engrais au Mali, l'ONUDI, en 1973, a recommandé la création d'une petite installation d'ensachage d'engrais et, en mai 1973, a proposé la construction d'une usine de mélange en vrac d'une capacité de 10 000 tonnes par an. Le coût de ce projet, dont la réalisation prendrait deux ans, a été estimé à 365 000 dollars des Etats-Unis. Le 27 décembre 1973 le ministère des affaires étrangères et de la coopération du Mali a adressé au PNUD une demande d'assistance dans le cadre des services industriels spéciaux pour étudier la possibilité d'aménager des installations de broyage et d'ensachage du phosphate, déterminer le type d'équipement, l'emplacement les mieux appropriés. Ce projet a été par la suite, en 1974, inscrit dans le cadre des mesures spéciales en faveur des pays en voie de développement les moins avancés sous le numéro SM/MLI/74/010.

L'expert, sur les travaux duquel est basé ce rapport, s'est rendu au Mali, où il a séjourné pendant huit semaines en juillet et août 1975.

INTRODUCTION

À l'issue des années 1974 et 1975 la hausse des prix du phosphate brut a provoqué une baisse de la consommation des engrais, en particulier des engrais phosphatés. Sur le marché mondial le prix de la tonne de phosphate brut a passé de 14 dollars en 1973 à plus de 70 dollars en janvier 1975. La sécheresse des années passées et une diminution des rendements agricoles due à l'insuffisance d'éléments nutritifs importants ont contribué à une détérioration de la situation économique au Mali. C'est pourquoi il faut commencer à exploiter les réserves de matières premières du pays aussi vite que possible et particulièrement les gisements de minerai de phosphate de Tamaguellet dont l'exploitation est d'une importance extraordinaire pour l'agriculture du pays.

D'après le plan quinquennal de développement économique et social 1974-78^{1/}, les informations fournies par les institutions compétentes du Gouvernement et des rapports sur la question, la consommation de P_2O_5 serait de 5 000 t/an en 1978 et de 10 000 t/an en 1981. Actuellement le problème fondamental est le transport du phosphate par voie fluviale. On peut remonter le Niger vers les centres agricoles du 15 août au 1er décembre. Après la mise en marche en 1981 des installations du barrage de Selingué, l'alimentation du pays en courant électrique et la navigation sur le Niger seront assurées. Actuellement, on met sur pied un centre de production des engrais chimiques.

Ce rapport comprend deux parties :

La première partie (chapitres I et II) est l'étude d'une exploitation des gisements de minerai de phosphate à Tamaguellet dont la production annuelle de P_2O_5 serait de 5 000 tonnes, du transport de ce minerai à Bourem, de la pré-concentration du phosphate brut de 27 % à 30 % de P_2O_5 , du broyage, de l'ensilage et du stockage de phosphate préconcentré à Bourem. Pour avoir une vue d'ensemble des prix de revient du phosphate, il a fallu actualiser les calculs du rapport de Kloeckner, Industrie-Anlagen GmbH, Duisburg, établi en 1968, par rapport aux prix d'août 1975.

^{1/} Plan quinquennal de développement économique et social, 1974-78, titre et 2ème partie, République du Mali.

La deuxième partie (chapitres III et IV) traite d'une production de superphosphate simple. Dans le cas d'une production continue de superphosphate, le procédé employé implique une exploitation de 10 000 t/an de P_2O_5 au minimum.

En prévision du développement industriel, on a choisi Koulikoro comme emplacement des installations. La mise en marche des installations du barrage de Selingué fournira toutes les conditions nécessaires à la création d'un centre industriel chimique à Koulikoro. Des communications par routes asphaltées et par voie ferrée existent déjà; le courant sera suffisant et le Niger navigable pendant presque toute l'année.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'augmentation du prix du phosphate brut sur le marché mondial dans les deux dernières années a causé une baisse dans l'utilisation des engrais phosphatés au Mali. La diminution des rendements agricoles a eu pour conséquence la détérioration de la situation économique du pays. C'est pourquoi l'exploitation des ressources minérales est à présent indispensable.

Les calculs de rentabilité pour l'exploitation des gisements de phosphate dans la vallée de Tilemsi ont montré qu'il était possible de redresser cette situation et que les installations nécessaires à la préconcentration, au broyage et à l'ensachage du phosphate brut, construites selon les critères d'une technologie considérablement mécanisée, pouvaient être amorties dans une période relativement courte.

Tout d'abord, il est important de convaincre les paysans de la nécessité d'utiliser le phosphate comme engrais à cause des répercussions favorables de son utilisation sur l'économie malienne. L'emploi répandu du phosphate national éviterait des subventions à long terme.

Il serait à recommander de faire appel aux services de l'ONUDI pour la réalisation du projet dans son ensemble.

Les chiffres suivants ne sont valables que pour les ateliers de broyage et l'ensachage à Bourem, et à la condition qu'au moment de la mise en marche le capital de roulement pour les coûts d'exploitation et pour les frais d'achat de l'emballage soit disponible.

<u>Prix de vente d'une tonne de phosphate broyé et ensaché, stocké à Nopti (en francs maliens)</u>	<u>Période d'amortissement (ans)</u>
65 000	~ 4
70 000	~ 3

Dépenses relatives au projet (en francs maliens) :

Bâtiments (construction en béton)	18 000 000
Installations	247 000 000
Transport maritime	22 000 000
Construction et assemblage	44 000 000
Mise en marche	38 000 000
Fonds de roulement (coûts d'exploitation et frais d'achat de l'emballage au démarrage des ateliers)	207 000 000
Direction du projet	46 000 000
Total	<u>622 000 000</u>

Comme la production du ciment est actuellement insuffisante au Mali et que cette situation risque de se prolonger, il faut prévoir le cas où l'acier devrait être utilisé pour la construction des bâtiments. Le total des dépenses se monterait alors à 650 millions de francs maliens.

L'achat du phosphate à Nopti ne représente pas nécessairement une économie pour le paysan, mais cela permet au pays de réaliser des économies en devises. Le problème de la fabrication de superphosphate simple à Koulikoro sera plus difficile. En calculant un prix de revient de 70 000 FR/t et un prix de vente de 90 000 FR/t l'amortissement est de 7 années. Actuellement le prix du superphosphate simple importé au Mali est de 90 000 FR/t. Grâce à une subvention officielle de 35 000 FR/t, le paysan peut acheter le superphosphate à 55 000 FR/t. Etant donné ces prix, il est probable que malgré des appels aux sentiments nationaux pour l'utilisation des produits du pays le phosphate de Tanagulélt devra lui aussi être subventionné.

Les ateliers de broyage de phosphate, de fabrication de superphosphate et d'ensachage décrits dans ce rapport sont des installations modernes. Ces installations sont pourvues de tous les instruments de mesure et de régulation nécessaires à une production automatisée. Les coûts d'investissement sont, évidemment, très importants. Pour cette raison il semble nécessaire d'indiquer quelques types d'installations meilleur marché et susceptibles cependant d'obtenir les mêmes résultats.

La fabrication de superphosphate peut se faire à l'aide d'installations d'une construction très simple mais fonctionnant de manière discontinue. Dans ce cas on doit faire très attention au dosage de l'acide sulfurique qui doit

être précis et en juste proportion avec le phosphate brut. Un tel procédé fait davantage appel au travail manuel.

Une installation d'ensachage à commandes manuelles a été construite par la maison Norsk Hydro a.s. Fossgrunn Fabrikker, Norvège. Cette installation, qui comporte un ensacheur volumétrique, fonctionne avec une précision de $\pm 0,4\%$, soit environ 200 g par sac de 50 kg. Le rendement (5 sacs par minute) d'un tel ensacheur est presque le même que celui des installations pourvues de balances automatiques de grande capacité. La maison Norsk Hydro met à la disposition de ses clients les dessins détaillés de l'installation sans frais additionnels. En augmentant la main-d'oeuvre, les coûts d'investissement peuvent être réduits à une fraction des frais nécessaires à une installation d'ensachage largement automatisée.

On peut aussi réaliser des économies considérables sur les installations automatiques des ateliers de broyage et d'ensachage en s'adressant directement aux fournisseurs. L'installation de broyage est construite par la maison Claudius Peters AG, 2 Hamburg 60, Kapstadttring 1. L'installation d'ensachage peut être fournie par la maison Haver & Boecker, Maschinenfabrik, 474 Oelde/Westfalen, Carl-Haver-Platz. Les installations de fabrication de superphosphate sont réalisées sous licence par des bureaux de construction, selon des procédés spéciaux. C'est le procédé de la maison néerlandaise Verenigde Kunststofabrieken Nekog-Albatros N.V. Utrecht, qui a servi de base aux données numériques dans ce rapport.

Le choix de Koulikoro comme centre de fabrication d'engrais chimiques peut être motivé par sa situation et par la possibilité d'approvisionnement en énergie électrique au début de 1981 grâce à la mise en marche du barrage de Selingué et de la centrale électrique associée. A ce moment là, d'autre part, l'utilisation des engrais aura progressé de telle manière que l'on pourra envisager d'autres niveaux de développement comme, par exemple, la fabrication de superphosphate triple, de diammonophosphate et d'autres engrais complets. Le procédé de Nekog-Albatros avec une granulation à tambour se prête particulièrement à une reconversion dans la fabrication de produits dérivés.

Dès le début, la grande distance entre les lieux de consommation rendra nécessaire la création de petits dépôts d'engrais dans les centres agricoles. Ces stocks seront à ciel ouvert, et pour cette raison seuls des sacs plastiques seront utilisés.

Le démarrage de la fabrication d'engrais favorisera l'extension industrielle de la région de Koulikoro. En ce moment, il n'y a pas de gisements de charbon ni d'hydrocarbures au Mali.

La centrale de Sélingué fournira l'énergie électrique en quantité suffisante et à un prix acceptable; on pourra s'intéresser à la production d'hydrogène par électrolyse, ce qui pourrait faire démarrer une industrie des engrais azotés au Mali.

I. DESCRIPTION DES INSTALLATIONS A TAMAGUELELT ET A BOUREM

Les méthodes d'exploitation des gisements de phosphate à Tamaguelelt, le transport par camions vers Bourem et la préconcentration du phosphate brut de 27 à 30 % de P_2O_5 par criblage sont réalisés selon les indications contenues dans le rapport de Kloeckner Industrie-Anlagen GmbH, Duisburg (1968)^{2/}, relatives au traitement et à l'utilisation des machines et des appareils. La capacité initiale annuelle de 18 500 t/an (5 000 t/an de P_2O_5) peut être doublée si on emploie un peu plus de personnel et si on utilise davantage de camions pour le transport de Tamaguelelt à Bourem. En raison des conditions climatiques l'exploitation minière et le transport sont arrêtés pendant la saison des pluies.

A. Installations minières à Tamaguelelt et transport à Bourem

Dans l'ensemble toutes les machines et tous les appareils employés pour l'extraction du minerai à Tamaguelelt, pour le transport à Bourem et pour la préconcentration de phosphate brut correspondent aux spécifications de Kloeckner. Seul le nombre de camions pour le transport du phosphate a été augmenté étant donné que la capacité de production s'élève à 18 500 t/an de phosphate brut.

1. Machines et véhicules dans la carrière :

Nombre requis

1	Camion à benne frontale avec dispositif défonneur
1	Niveleuse
2	Camions à benne basculante d'une capacité de charge de 3 t
1	Équipement de forage avec compresseur
2	Goulottes à trappe à segment
10	Tamis fixes (largeur des mailles = 6 mm)
1	Soute d'une capacité de stockage de 500 t

^{2/} Kloeckner : Etude économique et technique en vue de l'exploitation d'un gisement de phosphates dans la région de Bourem. Tome I-IV, 1968.

sous un simple toit. Au commencement de l'exploitation les installations de préconcentration peuvent fonctionner avec deux équipes par jour à raison de 200 jours de travail par an. Une augmentation de la capacité de cette section du traitement du phosphate dépend de l'augmentation du nombre des équipes et des jours de travail par an.

1. L'atelier de préconcentration comprend :

Nombre requis

- 1 Trémie d'alimentation d'une capacité de 40 m³
- 1 Cunette balourde pour chargement du orible à voie sèche ou du crible à voie humide
- 1 Crible à voie humide (dimensions : 0,9 m x 1,45 m ; largeur des mailles : 0,2 mm)
- 1 Goulotte d'approvisionnement pour la centrifugeuse
- 1 Centrifugeuse à crible oscillant
- 1 Courroie transporteuse (largeur : 500 mm, longueur : distance entre centrifugeuse et tambour de séchage : 11,5 m)
- 1 Installation de séchage, composée de :
 - Tambour de séchage d'1 mètre de diamètre et de 5 m de longueur
 - Boîtiers et goulottes d'entrée et de sortie
 - Générateur de gaz chaud
 - Dispositif tourbillonnaire avec trémie
 - Compresseur à gaz d'échappement
- 1 Courroie transporteuse entre atelier de préconcentration et atelier de broyage
- 1 Crible à voie sèche (dimensions : 0,9 m x 1,45 m ; largeur des mailles : 0,2 mm)
- 1 Bande transporteuse pour les particules très fines et sèches (voie sèche)
- 1 Pompe pour les particules très fines (voie humide)
 - Tuyauterie, soupapes et robinetterie
 - Équipement électrique : moteurs, câbles, éclairage, tableau de distribution
 - Instruments de mesure et de réglage : indicateurs de niveau, thermomètres, manomètres, table de commande
 - Isolation et peinture

2. Les installations auxiliaires se composent de :

Un générateur à moteur Diesel de 200 kW, qui produit le courant nécessaire

Station de pompage de l'eau : pompe à moteur, tuyauterie, robinetterie, supports, filtres et instruments

Station d'air comprimé : compresseur à moteur, installation de séchage, filtre, tuyauterie, robinetterie, supports, instruments

Atelier d'entretien : machines-outils, appareils, outillage, instruments de mesure et de régulation

Laboratoire, pour le contrôle du procédé;

Service d'incendie pour les véhicules et les installations de transport : chariot tambour, pompes mobiles, tuyaux

3. Les installations de transport comprennent :

2 bandes transporteuses, 4 baladeuses et

2 unimog

4. Chiffres de production et de consommation

Atelier de préconcentration

Capacité 16 700 t/an de phosphate préconcentré
5,5 t/h en 16 h par jour environ
en 200 jours de travail par an

Teneur en P_2O_5 30 %

Granulométrie $D_{90} \leq 5$ mm

Matière première 18 500 t/an de phosphate brut
contenant 27 % de P_2O_5

Consommation par tonne
de phosphate préconcentré

Energie électrique 5,5 kWh

Eau 1,1 m³

Gas-oil 7,45 l

Air comprimé 5 m³/h

Main-d'œuvre 1 contremaître par équipe

1 ouvrier par équipe

Utilisation d'électricité et de transport

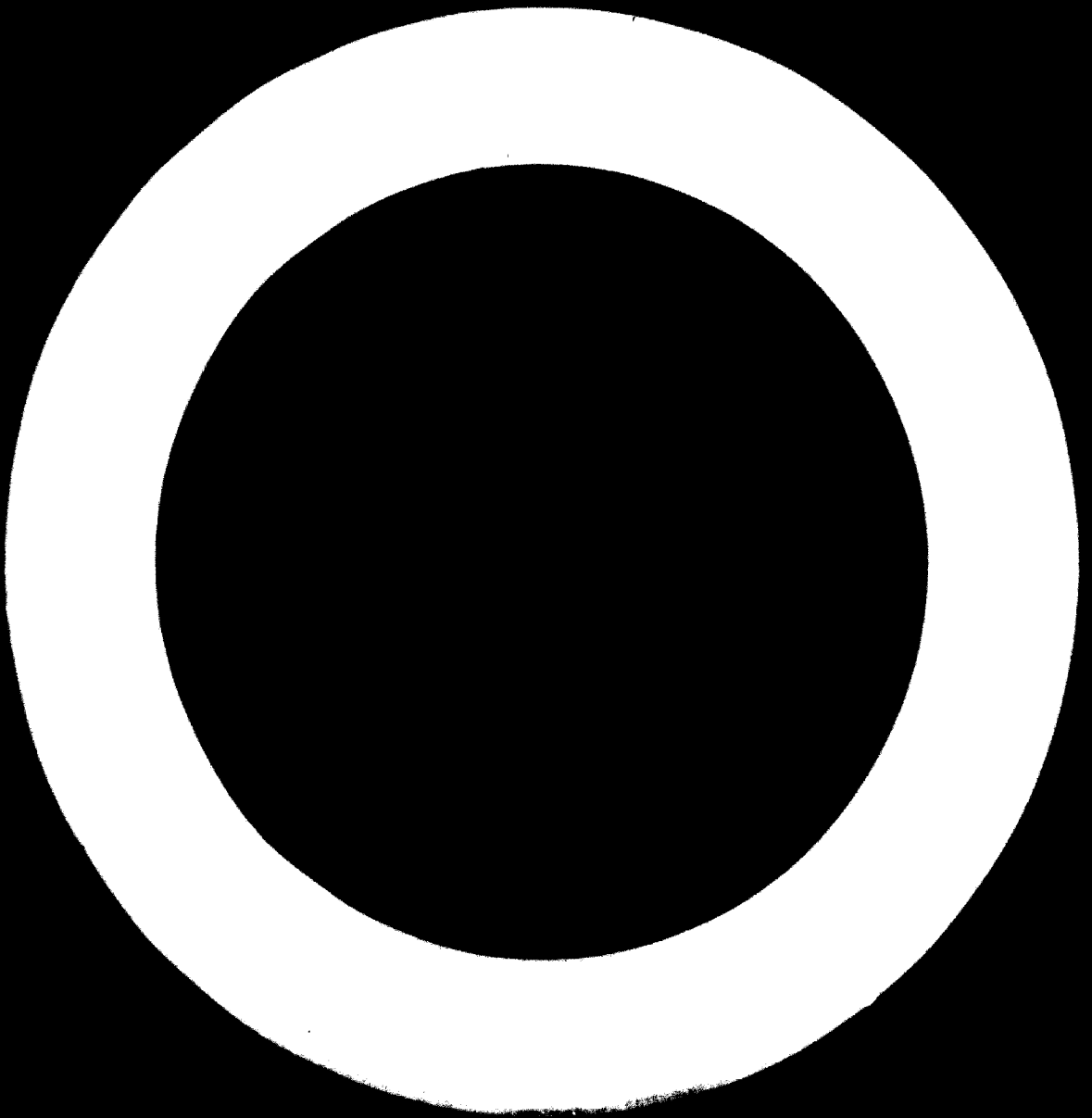
Consommation d'énergie électrique	kWh/t
Station de pompage à l'eau	10
Station d'air comprimé	1
Atelier d'entretien	1
Laboratoire	2
Installation de transport	1
Eclairage	0
Non-œuvre	
Personne	45
Canal technique	20
Administratif	20
Total	80

C. Atelier de broyage à Bourem

1. Description du procédé (figure 1)

Le phosphate brut, préconcentré et sec, est prélevé de la pile de stockage par une pelleuse mécanique et amené à une trémie (3.2.2) par un élévateur à bédets (3.2.1).

Deux pompes à piston rotatif (3.2.13) alimentent en air comprimé un système pneumatique (3.2.14) disposé dans la partie conique de la trémie qui fluidifie le phosphate. A l'intérieur de la trémie l'air d'échappement est dédrossié dans un filtre à air (3.2.12) fixé sur la trémie et secoué automatiquement de temps en temps. Une bande à raclettes (3.2.3) soutire le phosphate de la trémie et alimente un broyeur à pendules centrifuges (3.2.4). Le phosphate broyé est entraîné par un courant d'air provoqué par un ventilateur (3.2.6). Un séparateur à vent (3.2.5) fixé par des brides au corps du broyeur rend possible le réglage de la finesse du phosphate broyé par changement de position de clapets disposés dans un canal. Les grosses particules retombent dans le broyeur. Les fines sont extraites par le courant d'air et amenées au cyclone de séparation (3.2.7) par un canal tangentiel. Le phosphate broyé est extrait de ce cyclone par une écluse à roues cellulaires. Une hélice transporteuse (3.2.9) amène le produit fini à l'atelier d'ensachage.



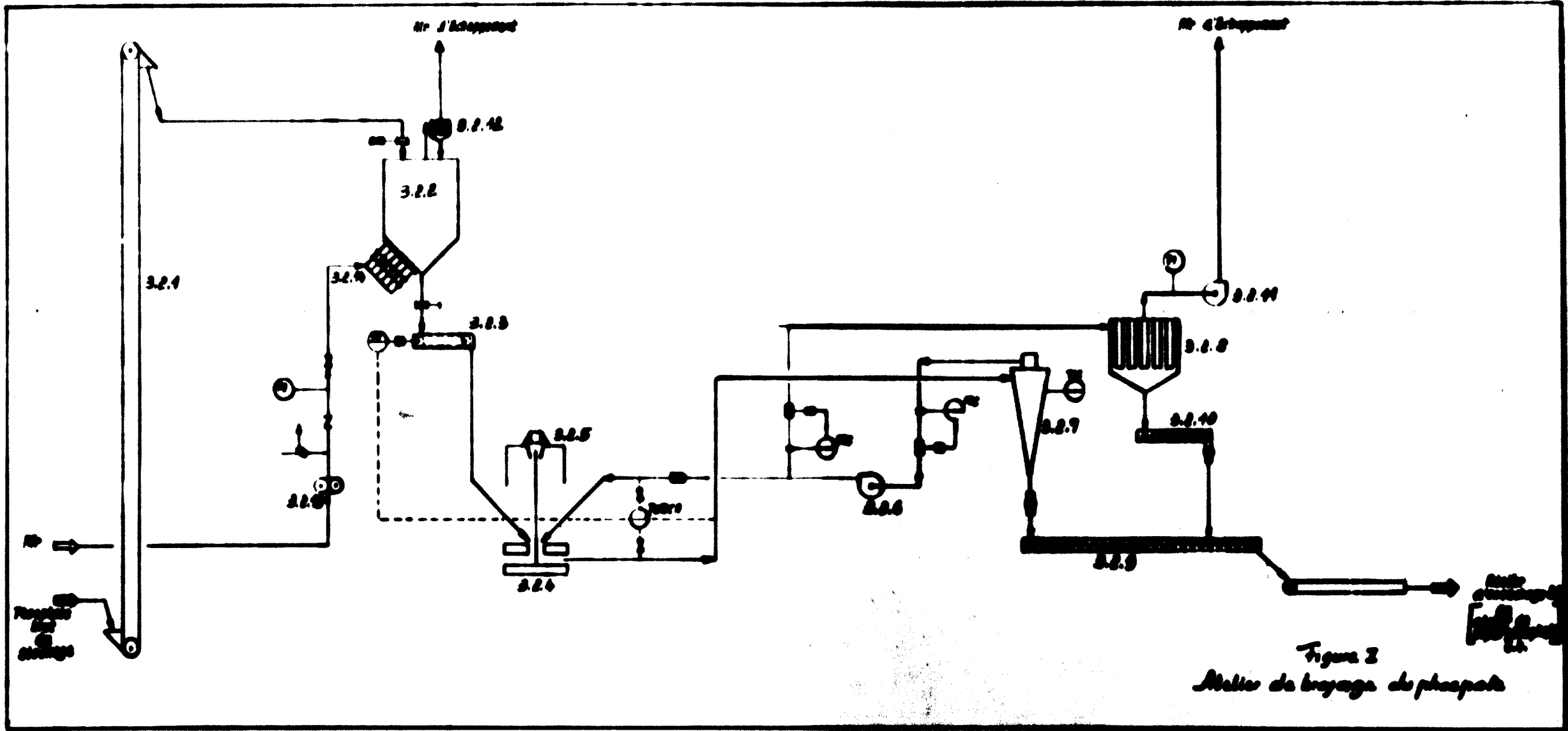
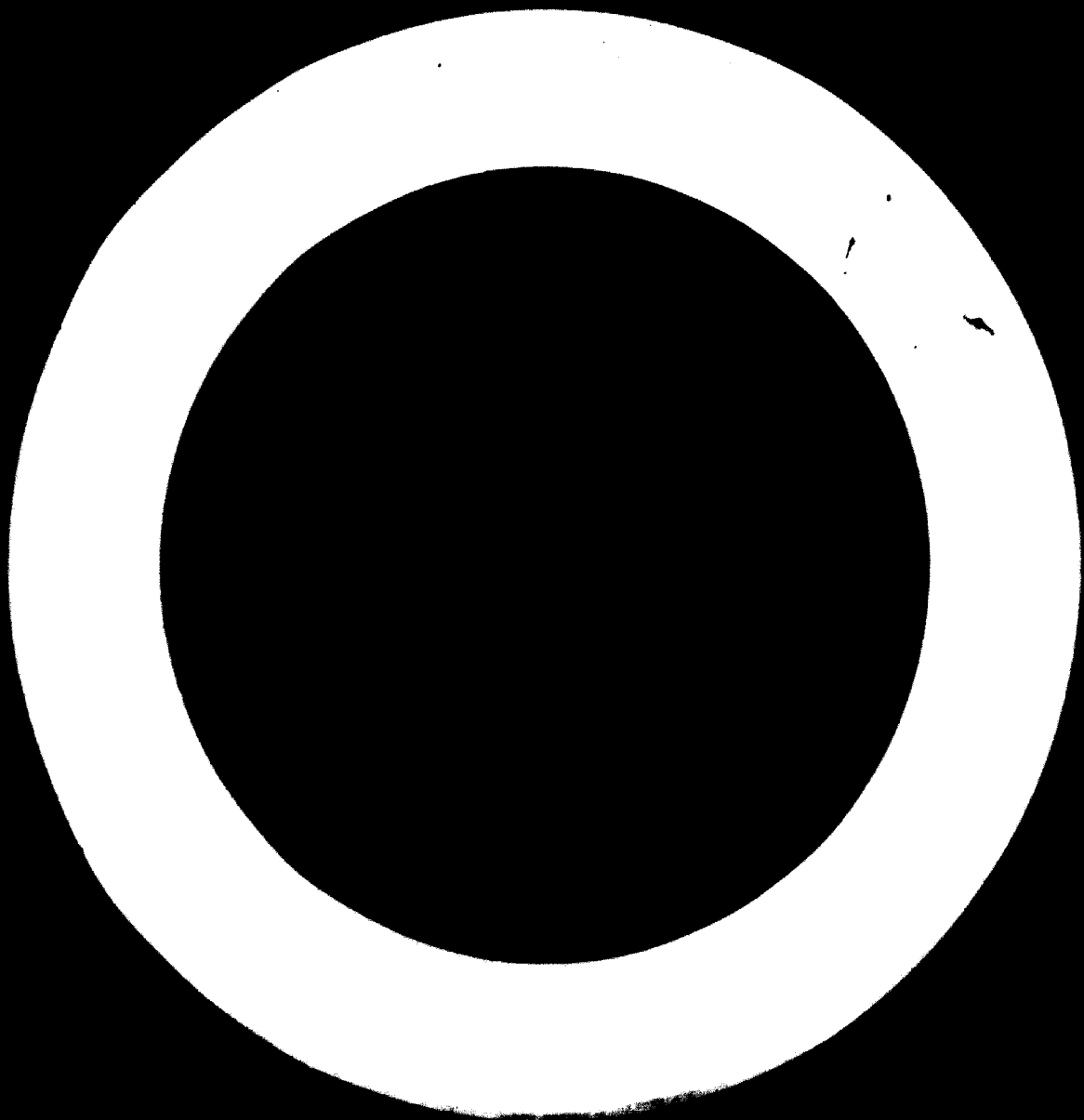


Figure 2
Moulin de broyage de phosphate



L'air séparé du phosphate broyé est absorbé au moment du broyage (3.2.4) par la partie aspirante du ventilateur (3.2.6).

Une partie de l'air d'échappement est conduite au filtre à air automatique (3.2.7) pour être dépoussiérée. La poussière collectée est ramenée par une autre hélice transporteuse (3.2.10) au produit fini. L'air d'échappement dépoussiéré est entraîné par un ventilateur (3.2.11).

L'installation de broyage (3.2) est construite pour une capacité de 10 t/h. Au commencement il n'y aura qu'une équipe de deux ouvriers travaillant 8 heures par jour pendant 210 jours par an. La capacité est établie en prévision d'une réutilisation de cette installation dans un centre pour la fabrication des engrais chimiques à Koulikoro. Il n'y aura qu'à modifier les accessoires électriques.

L'atelier de broyage est pourvu d'un groupe électrogène à moteur Diesel qui répond aux exigences de cette installation.

2. Chiffres de production et de consommation

Capacité de production :	10 t/h de phosphate brut ayant au maximum 2 % d'humidité à l'entrée, à raison de 8 h par jour et de 210 jours par an
Qualité	20 % de résidus sur un tamis dont les mailles ont une largeur de 150 μ
Consommation par tonne de phosphate brut	
Energie électrique	15 kWh
Air comprimé pour les instruments	3 m ³ /h
Main-d'oeuvre	2 ouvriers

3. Spécifications

		Nombre requis
3.2.1	1	Élévateur à godets avec moteur et engrenage
		Distance d'axe en axe : 20 m
		Largeur : 300 mm
		Matériau : acier et caoutchouc

	Nombre	
	<u>REQUIS</u>	
3.2.2	1	Trémie Forme : rectangulaire Capacité : 80 t Matériau : acier
3.2.3	1	Bande à raclettes à moteur Largeur : 350 mm Longueur : ≈ 5 m Matériau : acier
3.2.4	1	Broyeur à pendules centrifuges à moteur comprenant : rotor de broyage, galets, arbre vertical, corps d'acier, engrenage conique, accouplements élastiques, chassis de fondation Matériaux : acier et fonte d'acier
3.2.5	1	Séparateur à vent Matériau : acier
3.2.6	1	Ventilateur à moteur, comprenant : roue à aubes, moyeu, support pour la commande, poules et courroies trapézoïdales Matériau : acier
3.2.7	1	Cyclone de séparation Matériau : acier
3.2.8	1	Filtre à air automatique Matériaux : acier et tissu
3.2.9	1	Hélice transporteuse Longueur : ≈ 12 m Diamètre : 850 mm Matériau : acier
3.2.10	1	Hélice transporteuse Longueur : ≈ 10 m Diamètre : 850 mm Matériau : acier

	Nombre	
	<u>UNITÉ</u>	
3.2.11	1	Ventilateur Matériau : acier
3.2.12	1	Filtre à air Matériaux : acier et tissu
3.2.13	1	Pompe à piston rotatif Capacité : environ 120 m ³ /h pour chaque pompe Matériau : acier
3.2.14	1	Système pneumatique Matériaux : acier et céramique
3.2.15		Tuyauterie, soupapes, robinetterie, vannes d'arrêt, écluses à roues cellulaires, brides, joints, vis, supports
3.2.16		Plates-formes et installation de support
3.2.17		Installations de mesure et de contrôle : indicateurs de niveau, thermomètres, manomètres, tableau de contrôle
3.2.18		Équipement électrique : moteurs, câbles, boîte de distribution, éclairage

B. Atelier d'emballage à lours

1. Description du procédé (figure II)

Le phosphate broyé est amené par un élévateur à godets (3.3.1) à la soule d'emballage (3.3.2). Dans la partie conique de cette soule se trouve un système pneumatique qui assure l'assemblage du phosphate. Une bascule automatique d'emballage (3.3.3.1) de grande capacité pèse 50 kg de phosphate et les verse par un entonnoir de décharge dans une trémie d'emballage (3.3.3.2), munie d'un dispositif pneumatique pour le blocage des sacs de polyéthylène. Les sacs, attachés manuellement, déclenchent par impulsion de palettes les phases de travail suivantes : blocage du sac, déclenchement de la bascule, largage du sac rempli. Les sacs remplis sont alors amenés

position verticale par une bande transporteuse de construction spéciale (3.3.4) et dispositif (3.3.3.3), qui les écarte et les introduit dans une trémie à déversoir (3.3.3.4). Les sacs remplis et fermés sont transportés par un tapis roulant (3.3.5) au tas de stockage en plein air. Deux diaphragmes (3.3.6) au vent les sacs vides à la plate-forme de commande (3.3.5). La installation de dépoussiérage (3.3.7) comprenant un ventilateur (3.3.7.1) qui aspire l'air chargé de poussière à travers un filtre à air (3.3.7.2) avec une bécasse de déversement et un collecteur de poussière (3.3.7.3) avec un dispositif de blocage des sacs réduit au minimum les inconvénients liés à la poussière dans les opérations d'ensachage.

Une bascule de contrôle (3.3.8) permet grâce à un indicateur la comparaison avec la bascule automatique d'ensachage. En cas de différence, il fait réinitialiser de nouveau la bascule automatique.

L'installation est bloquée électriquement. Les commandes de la station d'ensachage et de toutes les bandes transporteuses se trouvent à la station de déchargement, où le produit fini est stocké.

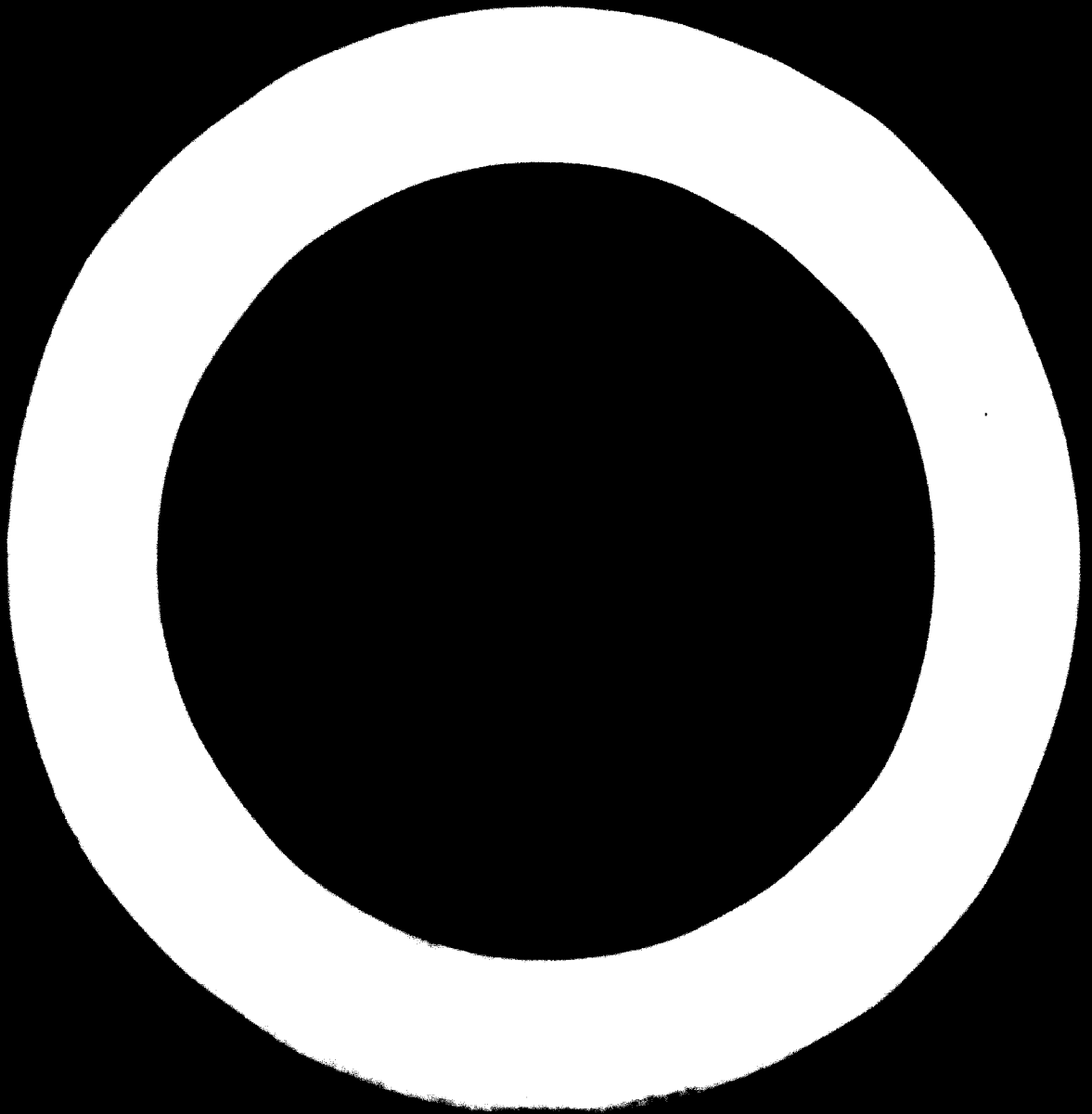
Un indicateur de remplissage optique indique le niveau dans la soude d'ensachage. Un signal acoustique annonce les deux positions extrêmes : plein et vide.

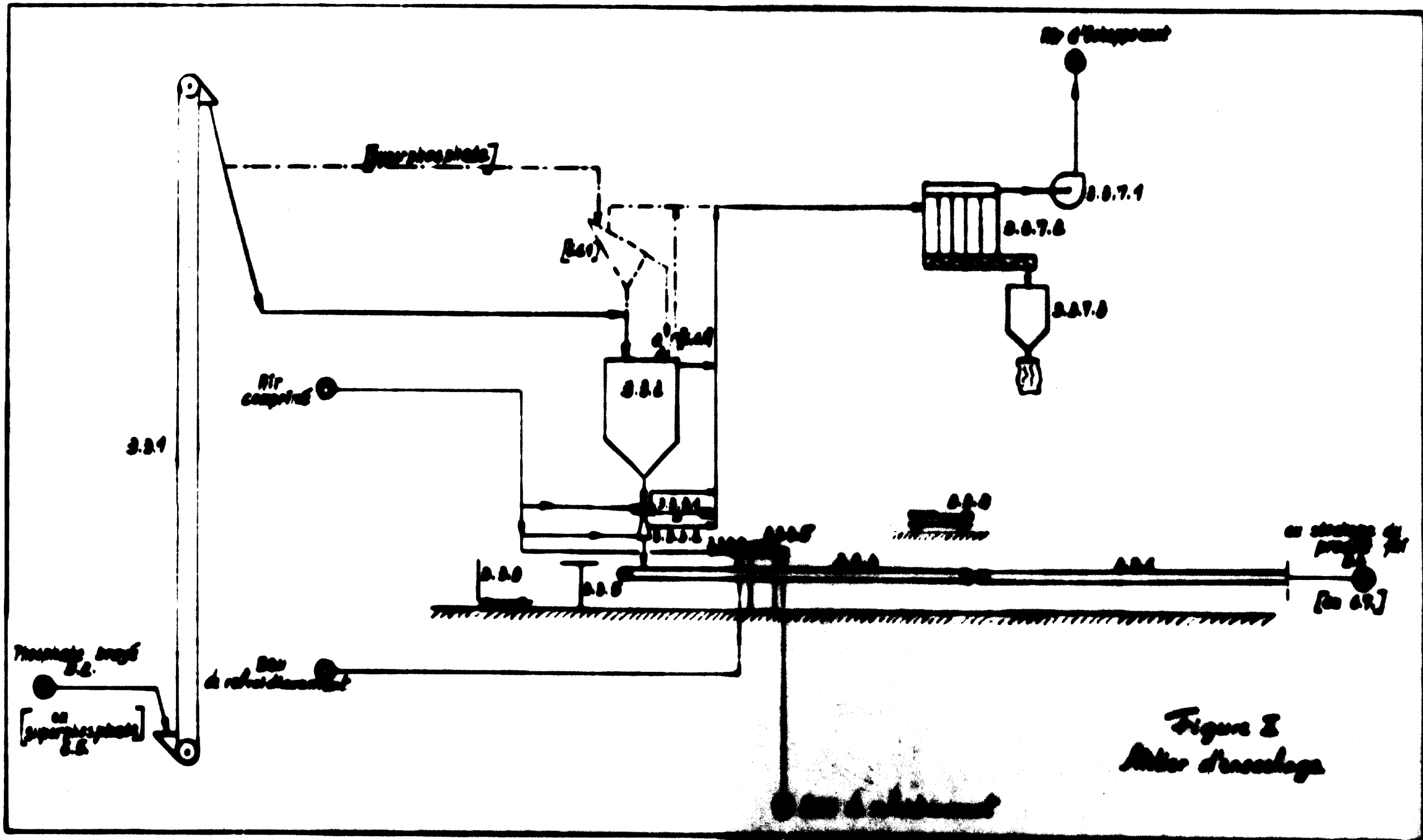
L'emballage (sacs de polyéthylène) est emmagasiné dans l'atelier d'ensachage (3.3). On a besoin d'une provision pour 9 mois (450 000 sacs).

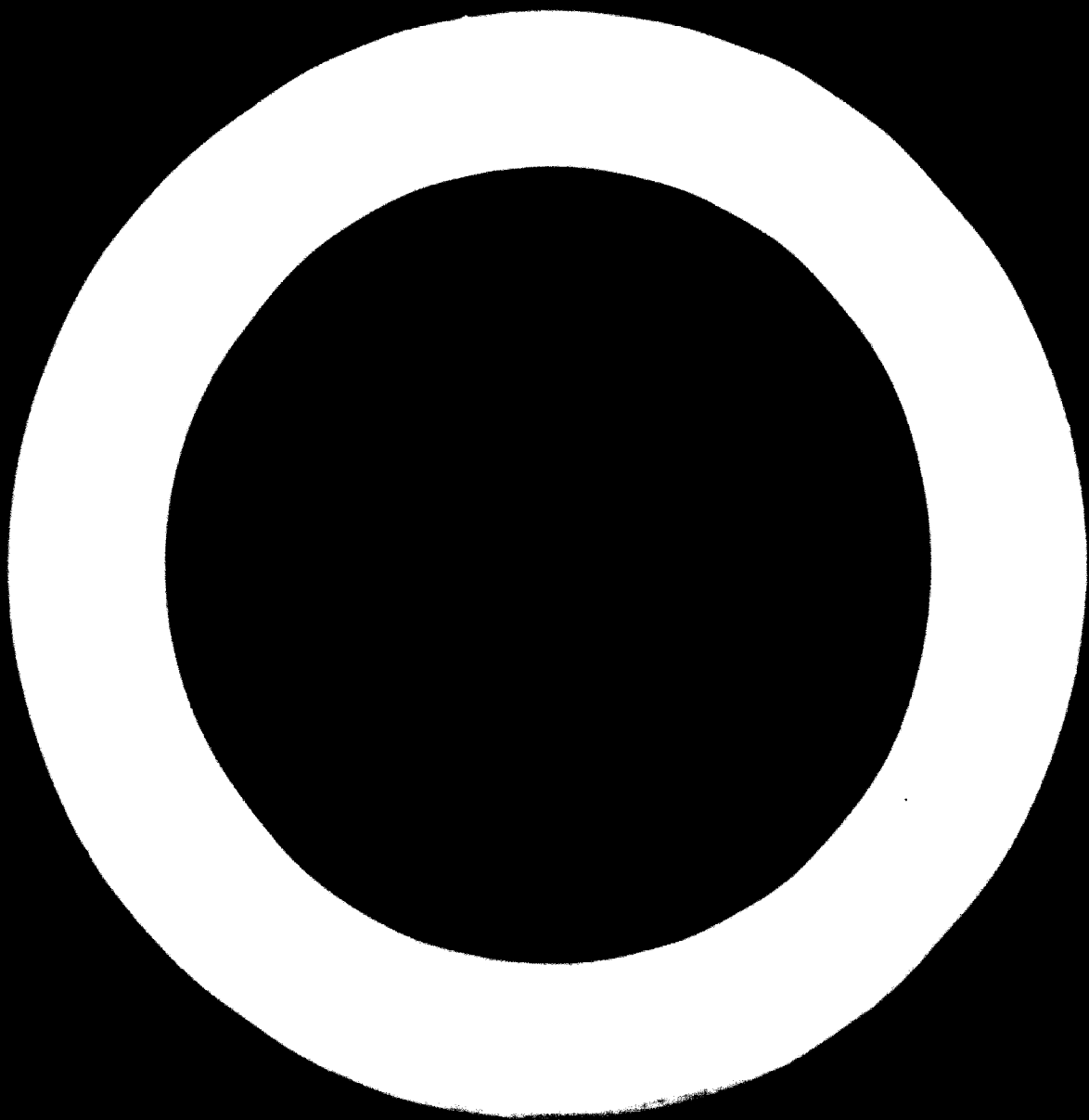
Une capacité d'ensachage de 25 t/h au maximum avec une équipe travaillant 8 heures par jour pendant 210 jours par an est suffisamment importante pour permettre la réutilisation de ces installations dans un centre de fabrication d'engrais chimiques. En ce cas il n'y aurait qu'à adapter les équipements électriques aux conditions du nouvel emplacement.

2. Chiffres de production et de consommation

Capacité de production	25 t/h ou 500 sacs/h
Consommation par tonne de phosphate	
Energie électrique	1,2 kWh
Air comprimé	0,4 m ³
Eau de refroidissement	0,04 m ³
Sacs de polyéthylène	20,5







3. Spécifications

	<u>Nombre</u>	
	<u>requis</u>	
3.3.1	1	Élévateur à godets avec moteur et engrenage Distance d'axe en axe : 20 m Largeur : 300 mm Matières : acier et caoutchouc
3.3.2	1	Soute d'ensachage Matière : acier
3.3.3	1	Station d'ensachage composée de : 3.3.3.1 Bascule d'ensachage 3.3.3.2 Trémie d'ensachage 3.3.3.3 Dispositif pour écarter l'autre train sac dans la machine à souder 3.3.3.4 Machine à souder
3.3.4	1	Bande transporteuse Distance d'axe en axe : 7 m Largeur de la bande : 400 mm
3.3.5	1	Plate-forme de commande Capacité : 200 sacs de 50 kg par heure Matières : acier inoxydable, acier, caoutchouc
3.3.6	1	Tapis roulant Matières : acier, caoutchouc
3.3.7	1	Installation de dépoussiérage composée de : 3.3.7.1 Ventilateur Matière : acier 3.3.7.2 Filtre à air Matière : acier 3.3.7.3 Collecteur de poussière Capacité : 2 m ³ Matière : acier 3.3.7.4 Tuyaux d'aspiration Matières : acier, caoutchouc

	<u>Nombre</u>	
	<u>requis</u>	
3.3.8	1	Bascule de contrôle Capacité : 100 kg Matière : acier
3.3.9	2	Diablos Matière : acier
3.3.10		Goulottes, couloirs, tuyauterie, soupape et robinetterie pour eau de refroidissement et air comprimé Matière : acier
3.3.11		Equipement électrique : moteurs, câbles, boîte de distribution, éclairage

E. Stockage du phosphate broyé et emballé à Bourou

1. Description du procédé

Un système mobile de bandes transporteuses se trouve au tas de stockage du produit fini, en plein air (3.4). Il faut faire très attention à la manipulation des sacs en polyéthylène remplis de phosphate broyé. Si l'entreposage est laissé au hasard les sacs plastiques risquent de glisser et de s'abîmer. Il n'y a pas de problèmes d'encombrement puisque le stockage se fait en plein air; le sol du chantier permet l'écoulement des eaux de pluie.

Il est plus facile de manipuler le produit entreposé si on fait plusieurs petites piles. L'encombrement d'un sac de polyéthylène rempli de 50 kg de phosphate broyé est en mm : 480 x 380 x 130. Il est à recommander de faire au maximum des piles de 8 000 sacs, chaque pile ayant les dimensions suivantes :

Longueur (80 sacs) : 7,6 m

Largeur (10 sacs) : 6,8 m

Hauteur d'une pile (10 couches de sacs) : 1,3 m

Cinq couches de sacs est disposée à 90° de son axe pour éviter le glissement.

Des bandes transporteuses mobiles, avec courroies et engrenages, sont utilisées pour retirer la marchandise et charger les chalands. Le Niger n'étant navigable que du 15 août à la fin novembre, on ne peut retirer les marchandises stockées que pendant cette période. Le stockage se fait à raison de 50 t/h. Le débit est le même à la sortie des marchandises. Il n'y a pas de problèmes pour augmenter la capacité de stockage, qui est actuellement de 10 000 tonnes.

La figure III donne le plan des installations à Bourem

- 1.1 Atelier de préconcentration
- 1.2 Atelier de broyage
- 1.3 Atelier d'emballage
- 1.4 Pile de stockage du phosphate broyé et ensaché

2. Spécifications

	Nombre	
	UNITS	
1.4.1	1	Bande transporteuse mobile Distance d'axe en axe : 90 m Largeur : 400 mm Matériaux : acier, caoutchouc
1.4.2	2	Bandes transporteuses mobiles Distance d'axe en axe : 36 m Largeur : 400 mm Matériaux : acier, caoutchouc
1.4.3	2	Bandes transporteuses mobiles Distance d'axe en axe : 18 m Largeur : 400 mm Matériaux : acier, caoutchouc
1.4.4	1	Bande transporteuse mobile Distance d'axe en axe : 10 m Largeur : 400 mm Matériaux : acier, caoutchouc
1.4.5		Goulettes et couloirs
1.4.6		Moteurs, relais, câbles pour courant de grande intensité, câbles de commande, dispositifs de blocage, installations d'éclairage

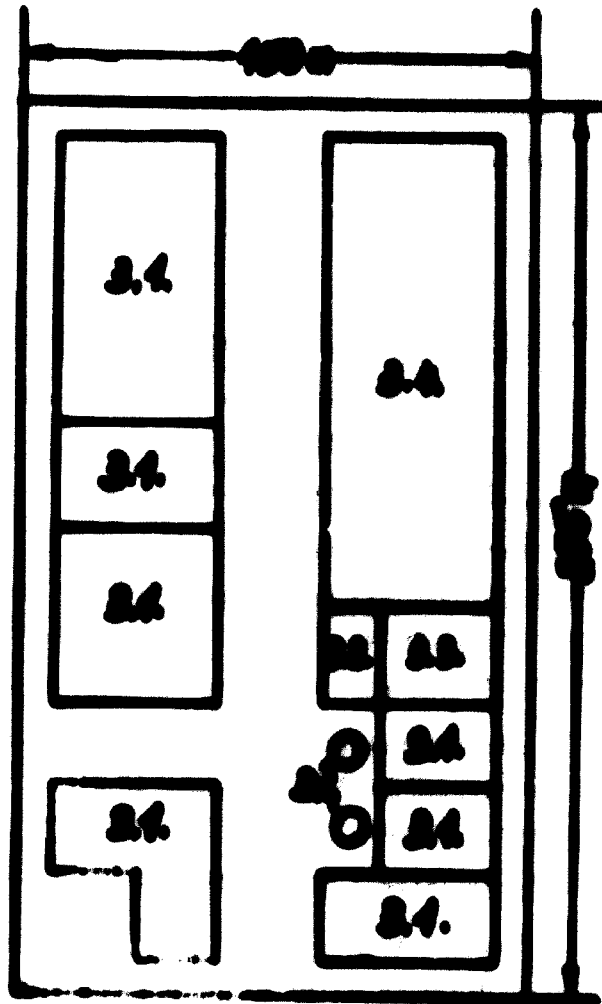


Figure II
 Plan of
 Installation & Design.

Scale: 1/2" = 1'-0"

II. ETUDE DES PRIX DE REVIENT DU PHOSPHATE

A. Prix de revient du phosphate brut à Tamacouélet

Les frais d'investissement, les frais de main-d'oeuvre et les coûts du matériel auxiliaire, établis en 1968 par Kloeckner, Industrie-Anlagen GmbH, Duisburg (Allemagne) ont été actualisés en prenant pour base les prix et salaires d'août 1975. Le matériel auxiliaire, le personnel et le nombre de camions de 15 t pour le transport ont été augmentés étant donné que la capacité d'exploitation du minerai a été portée à 20 000 t/an, c'est-à-dire 18 500 t/an de phosphate brut ayant une teneur de P_2O_5 de 27 %.

1. Investissements (en francs maliens)

Bâtiments : 370 m² (bureaux, dépôts, salle de séjour, atelier de réparation, salle de premier secours)

Coût des bâtiments	15 200 000
Puits pour approvisionnement en eau	<u>2 200 000</u>
Total	17 400 000

Équipement acquis, fabriqué et construit au Mali :

Goulottes	1 590 000
Petits outils	2 010 000
Pompes à eau et réservoir surélevé	<u>1 200 000</u>
Total	4 800 000

Total des investissements (bâtiments et équipement) :
233 761 000 FC

Équipement minier importé (voir tableau 1)

Tableau 1. Ventilation des investissements
en équipement minier importé
(en francs millions)

Équipement	Prix f.o.b. port d'embarcation	Frais de trans- port vers Bahar ou Abidjan	Frais de trans- port du port d'arrivée jusqu'à Tangassali	Prix à Tangassali
Camion à benne frontale avec défonceuse	47 800 000	2 480 000	3 100 000	53 780 000
Niveleuse	41 300 000	4 100 000	304 000	45 704 000
Camions de trois tonnes	12 300 000	1 240 000	186 000	13 666 000
Équipement de forage	4 900 000	236 000	69 000	5 205 000
Tapis fixes	935 000	40 000	91 000	1 066 000
Tôles d'acier pour soude	70 500 000	1 270 000	9 400 000	81 170 000
Deauville	7 750 000	1 040 000	3 180 000	11 970 000
Total				211 561 000

Transport de 18 500 t/an de phosphate brut à Bourm

Prix d'achat d'un camion de 15 t f.o.b. au port
d'embarquement en Europe

34 000 000

Transport maritime jusqu'à Abidjan, assurance
et transbordement

2 200 000

Transport d'Abidjan à Tangassali (2 150 km)
par route, gas-oil, huile de graissage,
pneus, salaire des chauffeurs inclus

130 000

36 530 000

Investissements pour 7 camions de 15 t :

275 710 000 FR

2. Coûts annuels de l'exploitation minière (en francs maliens)

Tableau 2. Ventilation des frais de main-d'œuvre à Tannegdielt
(en francs maliens)

	Nombre de postes	Salaires annuels	Total des Salaires annuels
Ingenieur en chef	1	2 800 000	2 800 000
Machinistes	2	270 000	540 000
Mécanicien	1	267 000	267 000
Chefs d'équipe	5	715 000	3 575 000
Chauffeurs	2	234 000	468 000
Ajusteur-serrurier	1	441 000	441 000
Comptable (salaires)	1	800 000	800 000
Magasinier	1	159 000	159 000
Minors et personnel auxiliaire	115	159 000	18 300 000
Total			27 350 000

Matériel auxiliaire et produits d'entretien et d'exploitation

Tableau 3. Consommation et coûts du matériel auxiliaire et des produits d'entretien et d'exploitation

	<u>Durée de service annuel (heures)</u>	<u>Consommation par heure (en litres)</u>	<u>Consommation annuelle</u>	<u>Prix par litre</u>	<u>Coût total (en francs suisses)</u>
Camion à benne frontale	2 000				
Gas-oil		25	50 000	137	6 750 000
Huile de graissage		1	2 000	512	1 024 000
Niveleuse	2 000				
Gas-oil		30	60 000	137	8 200 000
Huile de graissage		0,5	1 000	512	512 000
Camion de 3 t	1 500				
Gas-oil		11	16 500	137	2 260 000
Huile de graissage		0,12	180	512	92 000
Camion de 3 t	1 500				
Gas-oil		11	16 500	137	2 260 000
Huile de graissage		0,12	180	512	92 000
Équipement de forage					
Gas-oil		4,5	113	137	15 500
Total					21 205 500

✓ Le prix du gas-oil a été calculé à raison de 137 FR le litre au lieu de 140 FR, car il a fallu tenir compte de l'amortissement des réservoirs

Il faut ajouter 10 % pour l'essence, les produits de nettoyage et d'exploitation.

Coût total du matériel auxiliaire et des produits d'entretien :

23 326 050 FR

Entretien et réparations

Les frais d'entretien des bâtiments sont négligeables. Les réparations sont effectuées avec les moyens les plus simples.

Les frais de réparation des véhicules sont estimés en fonction des conditions particulières à Tamagolélt.

Tableau 4. Frais annuels de réparation à Tamagolélt

	Valeur d'achat (en pourcentages)	Frais de réparations (francs maliens)
Camion à benne frontale (sans défonceuse)	10	8 490 000
Niveleuse avec pneus de rechange	10	4 570 000
Camion de 3 t	12,5	855 000
Camion de 3 t	12,5	855 000
Total		14 770 000

Les frais de réparation des outils, des tamis et des wagonnets sont compris dans les frais de main-d'oeuvre et dans les dépréciations de la forge volante de campagne et de l'atelier de réparation.

Amortissements

Tableau 5. Ventilation des amortissements

	Durée d'utilisation (années)	Taux de dépréciation (en pourcentages)	Amortissement annuel (en francs maliens)
Bâtiments	25	6,75	1 013 000
Camion à benne frontale	5	20	10 756 000
Niveleuse	5	20	9 140 800
Camion de 3 t avec pneus	4	25	1 708 850
Camion de 3 t avec pneus	4	25	1 708 850
Équipement de forage	10	10	580 500
Boute	10	10	8 117 000
Besserville	10	10	1 197 000
Goulettes	5	20	318 000
Tamis fins	2	50	533 000
Outils	2	50	1 005 000
Puits	20	5	110 000
Pompe et réservoir surélevé	10	10	180 000
Total			36 246 800

✓ Les taux de dépréciation tiennent compte des conditions particulières à Tamagolélt.

✓ Utilisation seulement en cas exceptionnels.

Intérêts incorporables sur le capital immobilisé (en francs maliens)

Le calcul du prix de revient devrait tenir compte de l'intérêt effectif et incorporable sur le capital nécessaire à l'exploitation. Le prix de revient doit au moins tenir compte de l'intérêt du capital usuel sur le marché. En considérant une période dont le nombre d'années s'élève au multiple de toutes les différentes périodes d'amortissements, le montant moyen devant porter intérêt est équivalent à la moitié du capital investi initialement (233 761 000 FM). Si on prend un taux d'intérêt de 6 % sur le capital immobilisé calculé à son prix d'achat on a un service d'intérêt annuel de : 7 000 000 FM

Frais administratifs

Comme il s'agit de travail dans une carrière, les frais administratifs sont estimés à 10 % des frais de main-d'oeuvre et s'élèvent à :
2 735 000 FM

En résumé :

	FM
Frais de main d'oeuvre	27 350 000
Matériel auxiliaire, produits d'entretien et d'exploitation	23 326 000
Frais de réparation	14 770 000
Dépreciations à amortir	36 246 800
Intérêts	7 000 000
Frais administratifs	2 735 000
Total	111 427 800

A ces frais d'exploitation, il convient d'ajouter 10 % pour frais imprévus.

Frais d'exploitation	111 427 800
	<u>11 142 785</u>
Total	122 570 615

Pour une extraction annuelle de 18 500 t de phosphate brut les coûts par tonne de phosphate s'élèvent à : 6 625 FM

B. Prix de revient du phosphate brut à Bouren

1. Coûts fixes d'un camion de 15 t

<u>Catégorie des coûts</u>	<u>Coûts annuels</u>	<u>Observations</u>
Main-d'oeuvre	286 000	Salaires du chauffeur (y compris les charges sociales et autres)
Intérêts	1 900 000	6 % de la moitié du prix d'achat
Assurance	120 000	

<u>Catégorie des coûts</u>	<u>Coûts annuels</u>	<u>Observations</u>
Réparations y compris les pièces de rechange	3 653 000	10 % du prix d'achat
Coûts fixes ✓	5 159 000	

2. Coûts variables d'un camion de 15 t

Étant donné les conditions particulières à cette région, un camion doit être amorti après 800 000 km.

Consommation de gas-oil	45 l/100 km
Consommation d'huile de graissage	1 l/100 km
Autres lubrifiants	1 FR/km
Durée des pneus	60 000 km
Prix d'un jeu complet de pneus	1 200 000 FR
Distance parcourue annuellement	200 000 km

Chaque camion doit transporter	1 2 600 t/an
Un voyage à Bouren aller et retour	1 216 km
Nombre de voyages par camion	1 176
Distance parcourue annuellement par camion	200 000 km

✓ Les taxes et les impôts s'élevant à 5 000 FR par an. Ils ne sont pas applicables pendant les cinq premières années d'exploitation et il n'en a pas été tenu compte dans ce calcul.

Tableau 6. Coûts variables d'un camion de 15 tonnes
(en francs maliens)

Catégorie des coûts	Coûts par km	Coûts annuels pour 40 000 km
Amortissements	183,00	7 320 000
Gaz-oil (137 FR/l)	61,75	2 470 000
Huile de graissage (512 FR/le litre)	5,12	205 000
Lubrifiants	1	
Pneus	20,00	800 000
Total	270,87	10 835 000

Les coûts fixes et variables pour une distance de 40 000 km s'élèvent par an à : 15 994 000 FR.

Pour une quantité de 2 640 t transportées par an, les coûts pour un camion et par tonne s'élèvent à 6 060 FR.

En résumé, pour une production annuelle de 18 500 t, le prix de revient d'une tonne de phosphate à Bourem est de :

	FR
Coûts d'extraction	6 485
Coûts de transport	6 060
Total	12 605

6. Prix de revient du phosphate artisanal à Bourem

1. Prix d'amortissement (en francs maliens)

Prix du terrain et coûts de la mise en valeur

Terrain de 38 000 m ² à 500 FR/m ²	19 000 000
Développement	28 500 000
Routes	7 900 000
Enlèvement	12 600 000
Écoulement des eaux résiduaires	4 800 000
Purage des dépôts	22 150 000
Total	94 950 000

Bâtiments

Administration, installations sociales, atelier mécanique, laboratoire	12 000 000
Atelier de préconcentration	26 500 000
Halles de stockage	21 500 000
Total	60 000 000

Machines et véhicules

Tableau 7. Ventilation des investissements dans les installations de production, les machines et les véhicules à Bourem
(en francs maliens)

	Prix f.o.b.	Transport à Dakar	Transport à Bourem	Construction et assemblage	Prix total à Bourem
Installation de préconcentration	127 000 000	10 700 000	10 400 000	30 500 000	178 600 000
Installation de transport	78 000 000	6 100 000	5 900 000	5 100 000	89 100 000
Groupe électro- gène à moteur Diesel	30 500 000	2 600 000	2 500 000	6 350 000	41 950 000
Installations auxiliaires	53 500 000	4 500 000	4 400 000	9 450 000	71 850 000
2 véhicules à usages multiples de 1 t	10 150 000	1 530 000 jusqu'à Abidjan	505 000 auto- propulsion		23 865 000
4 remorques de 6 t	10 150 000	1 530 000 jusqu'à Abidjan			
Total	303 300 000	26 960 000	23 705 000	51 400 000	405 365 000

Prix d'un réservoir à gas-oil

Besoin annuel approximatif de gas-oil (en litres)

à Tanagobé	190 000
pour les véhicules de transport	150 000
pour les installations de Bourem	220 000
Total	560 000

Un réservoir à gas-oil d'une capacité de 200 000 litres est suffisant pour trois mois d'exploitation si on travaille pendant neuf mois.

Prix d'un réservoir de 200 000 litres 15 000 000 FR

Dépenses imprévues

Elles représentent 5 % du capital à investir (420 365 000 FR) :

21 000 000 FR

Pour l'ensemble des installations mécaniques comprenant les véhicules, le réservoir à huile et les dépenses imprévues le capital à investir à Bouroum s'élève à : 441 365 000 FR

2. Coûts annuels d'exploitation

Tableau 8. Personnel et frais de main-d'œuvre à Bouroum

Main d'œuvre	Nombre de postes	Rémunération annuelle (comprenant les taxes et contributions) (en francs sénégalais)	Frais annuels
Cadres			
Directeur (malien)	1	3 168 000	3 168 000
Ingénieur en chef (expatrié)	1	7 380 000	7 380 000
Contrôleur (expatrié)	1	5 880 000	5 880 000
Personnel technique et administratif			
Ingénieurs	2	1 056 000	2 112 000
Chef comptable	1	1 200 000	1 200 000
Employés	4	294 000	1 176 000
Secrétaire	1	184 000	184 000
Chefs d'équipe	7	715 000	5 005 000
Chauffeurs	2	214 000	468 000
Ouvriers	45	199 000	7 190 000
Total			33 663 000

Matières premières

Calculés avec les frais de transport et les coûts d'extraction (12 000 FR/t) les coûts des matières premières s'élèvent pour 18 500 t/an à : 235 000 000 FR.

Matériel auxiliaire et produits d'entretien et d'exploitation

Consommation de gas-oil :

a) Courant électrique

Le besoin annuel de courant électrique pour la production de 16 700 t/an de phosphate préconcentré est évalué à 400 000 kWh. Le groupe électrogène à moteur Diesel consomme 230 g de gas-oil pour produire un kilowattheure.

Consommation annuelle de gas-oil pour la génération de courant électrique : 92 000 kg = 102 500 l

b) Exploitation des véhicules

Consommation de gas-oil pour les véhicules :

Nombre de kilomètres parcourus par an par véhicule	: 7 000 km
Consommation	: 20 l/100 km
Consommation pour 2 véhicules	: 3 000 l/an
Consommation totale de gas-oil	: 105 500 l/an

Les frais annuels pour 105 500 l. de gas-oil à 130 FR/l s'élèvent à : 15 000 000 FR

Supplément pour lubrifiants : 200 000 FR

Coûts annuels de gas-oil et de lubrifiants : 15 200 000 FR

Petits outils, autres produits et matériaux de consommation : 600 000 FR

Coûts totaux pour le matériel auxiliaire et les produits d'entretien et de fonctionnement : 15 800 000 FR

Entretien et réparations

Tableau 9. Frais annuels d'entretien et de réparation

	Prix d'achat (en pourcentages)	Prix d'achat (en francs maliens)	Frais annuels (en francs maliens)
Routes, enclos, pavage	2	47 450 000	949 000
Bâtiments	2	80 000 000	1 600 000
Installation de préconcentration	5	381 500 000	19 075 000
Installation de transport	5		
Groupe électrogène à moteur Diesel	5		
Installations auxiliaires	5		
Véhicules et remorques	10	23 865 000	2 386 500
Réservoir de gas-oil ✓	2	15 000 000	100 000
Total			24 110 500

✓ Les frais de réparations du réservoir de gas-oil s'élevaient en tout à 300 000 FR. Deux tiers ont déjà été imputés aux frais de consommation de gas-oil à Tamaguellet et des véhicules de transport. C'est pourquoi seulement 100 000 FR figurent dans ce calcul.

Amortissements

Tableau 10. Calcul des amortissements annuels

	Durée d'utilisation (années)	Taux d'amortissement (en pourcentages)	Amortissement (en francs maliens)
Installations extérieures (routes, etc.)	30	3,15	1 580 000
Bâtiment	30	3,15	2 660 000
Installations de préconcentration, transport, groupe électrogène et installations auxiliaires	15	6,75	25 400 000
Véhicules et remorques (pneus y compris)	5	20	4 773 000
Réservoir de gas-oil ✓	20	5	250 000
Total			34 663 000

✓ 750 000 FR au total. Deux tiers de cette somme ont déjà été imputés aux frais de consommation de gas-oil à Tamaguellet et des véhicules de transport. C'est pourquoi 250 000 FR seulement figurent dans ce calcul.

Coût du capital à incorporer (voir tableau 11)

Phosphate brut (stock de sécurité) : 4 000 t

Transport par barges de phosphate préconcentré
aux centres agricoles (15 août jusqu'à fin novembre) 4 775 t/mois

Production : Janvier-mai : 10 450 t

Octobre-décembre : 6 250 t

Stockage de phosphate préconcentré, en moyenne, par an : 7 300 t

Frais administratifs

15 % des coûts de la main-d'oeuvre (33 663 000 FR) :

5 050 000 FR

En résumé :

Coûts d'exploitation annuels

	<u>FR</u>
Main-d'oeuvre	33 663 000
Matière première	235 000 000
Matériel auxiliaire et produits d'entretien et de fonctionnement	15 800 000
Entretien et réparations	24 110 000
Amortissements	34 663 000
Intérêts	26 726 000
Frais administratifs	5 050 000
Dépenses imprévues ^{4/}	14 001 450
Total	389 015 950

Pour une production de 16 700 t/an, le prix de revient d'une tonne
de phosphate préconcentré s'élève à 23 700 FR.

^{4/} Les dépenses imprévues sont estimées à 10 % des frais de traitement de
la matière première, c'est-à-dire des frais d'exploitation sans le prix de
la matière première qui comprend déjà les frais imprévus.

Tableau 11. Coût du capital à inscrire
(en francs millions)

	Montant des services de l'intérêt	Valeur	Valeur en service / d'intérêt (5)	Montant des intérêts
Service		47 500 000	6	2 050 000
Capital d'équipement sans réservoir de gaz-ell	Pris et frais de mise en valeur Moins de prix d'achat	266 738 500	6	16 050 000
Réservoir de gaz-ell	Moins de prix d'achat	7 500 000	6	
	Coût de main-d'œuvre à charge	27 350 000		
	Commission de gaz-ell et autres produits d'entretien et d'exploitation à charge	23 386 050		
4 000 t de minerai de phosphate (avant décaillage)	Pris de réparations à charge	14 770 000	6	1 555 000
	Transport de phosphate à charge	2 008 000		
	Pris de main-d'œuvre	20 905 500		
	Commission de gaz-ell et autres produits d'entretien et d'exploitation	25 571 000		
	Pris de réparations	6 160 000		
				<u>20 905 000</u>

à reporter

	Valeur de l'intérêt	Valeur au prorata b/	Taux d'intérêt %	Montant des intérêts
7 300 t de phosphate brut (stock, en moyenne)				
	122 570 635			
	33 663 000	85 600 000	6	5 150 000
	15 800 000			
65 000 t de gas-oil	8 450 000	8 450 000	6	505 000
	2 200 000	2 800 000	6	168 000
Total				26 726 000

Même coût que pour l'exploitation du minéral de phosphate

Min-d'oeuvre à Bouron

Matériel auxiliaire et produits d'entretien et d'exploitation

Frais de réparations à Bouron

Stock de sécurité

Frais de main-d'oeuvre (1 Mois)

a/ Coût de toute la production de minéral de phosphate et de phosphate brut.

b/ Coût au prorata de la production entreposée de minéral de phosphate et de phosphate brut.

D. Prix le revient du phosphate préconcentré, broyé et ensaché à Bourem

1. Investissements (francs maliens)

Installations de broyage et d'ensachage à Bourem

- a) Bâtiments : construction très simple étant donné que les installations, machines et appareils seront transférés dans la deuxième phase de développement à un centre de fabrication d'engrais chimiques à Koulikoro.

Atelier de broyage	20 000 000
Atelier d'ensachage	42 000 000
Total	62 000 000

- b) Installations de production, machines et installations auxiliaires à Bourem

Tableau 12. Ventilation des coûts des installations de production, machines et installations auxiliaires à Bourem (en francs maliens)

	Prix locaux	Transport à Dakar	Transport à Bourem	Construction et assemblage	Prix total à Bourem
Installation de broyage	133 000 000	11 100 000	10 750 000	30 150 000	185 000 000
Installation d'ensachage	69 000 000	5 400 000	5 300 000	15 300 000	95 000 000
Groupe électro-gène à moteur Diesel	30 500 000	2 600 000	2 500 000	6 350 000	41 950 000
Total	232 500 000	19 100 000	18 550 000	51 800 000	331 950 000

Investissements (bâtiments + équipement) **331 950 000**

Dépenses imprévues (5 % de capital à investir) **19 197 500**

Total **403 147 500**

2. Coûts annuels d'exploitation (en francs maliens)

Tableau 13. Frais de main-d'œuvre à Bouren
(atelier de broyage et d'emballage)

Main-d'œuvre	Nombre de postes	Salaires annuels (taxes et contributions incluses) (en francs maliens)	Coûts annuels
Chef d'équipe	1	715 000	715 000
Ouvriers	15	159 000	2 400 000
Total			3 115 000

Matériel auxiliaire et produits d'entretien et d'exploitation

Consommation de gas-oil pour la génération du courant électrique

Le besoin annuel des ateliers de broyage et d'emballage pour une production de 16 700 t/an de phosphate préconcentré est estimé à 150 000 kWh. Le groupe électrogène à moteur Diesel consomme 230 g de gas-oil pour produire un kilowatt-heure.

Consommation annuelle de gas-oil 80 500 kg = 90 000 l

Coûts annuels pour 90 000 l de gas-oil à 130 FR/l 11 750 000

Lubrifiants 170 000

Total partiel 11 920 000

Petits outils, autres produits auxiliaires et matériaux de consommation 300 000

Coût total 12 220 000

Entretien et réparations

Tableau 14. Frais annuels d'entretien et de réparation

	<u>Pourcentage du</u> <u>Prix d'achat</u> <u>(en %)</u>	<u>Prix d'achat</u> <u>(en francs millions)</u>	<u>Frais annuels</u> <u>(en francs millions)</u>
Bâtiments	2	62 000 000	1 240 000
Installation de broyage	5	185 000 000	9 250 000
Installation d'embochage	5	95 000 000	4 750 000
Groupe électrogène à moteur Diesel	5	41 950 000	2 100 000
Total			17 340 000

Amortissements

Tableau 15. Ventilation des amortissements

	<u>Durée</u> <u>d'utilisation</u> <u>(années)</u>	<u>Taux</u> <u>d'amortissement</u> <u>(en pourcentage)</u>	<u>Amortissement</u> <u>annuel</u> <u>(en francs</u> <u>millions)</u>
Bâtiments	30	3 1/3	2 070 000
Installation de broyage	15	6 2/3	12 350 000
Installation d'embochage	15	6 2/3	6 325 000
Groupe électrogène à moteur Diesel	15	6 2/3	2 795 000
Total			23 540 000

Coût du capital à incorporer (voir tableau 16).

Tableau 16. Coûts du capital à incorporer
(en francs suisses)

	Montant en francs	Montant en francs	Montant en francs
de l'intérêt	de l'intérêt	de l'intérêt	de l'intérêt
7 300 % de prépaiement basé (calculé en moyenne)			
Montant du prix d'achat	201 573 750	201 571 750	6 12 100 000
Frais de main-d'œuvre	3 175 000		
Matériel militaire et produits d'entretien et d'exploitation	12 200 000		
Frais de réparations	17 300 000	74 250 000	6 4 460 000
Matériel	137 000 000		
Frais de main-d'œuvre (1 mois)	240 000		6 15 600
Total			16 575 600

Frais d'administration

15 % des frais de main-d'oeuvre (3 115 000 FR) : 468 000 FR

En résumé :

Coûts annuels d'exploitation (en francs maliens)

Main-d'oeuvre	3 115 000
Matériel auxiliaire et produits d'entretien	12 220 000
Frais de réparations	17 340 000
Amortissements	23 540 000
Intérêts	16 575 600
Frais administratifs	448 000
	<hr/>
	73 238 600
Dépenses imprévues (10 %)	7 323 860
	<hr/>
Total	80 562 460

Coûts de broyage, d'ensachage et d'emballage d'une tonne de phosphate (sans les coûts de préconcentration), pour une production de 16 700 t/an :

Broyage et ensachage	4 025
Frais d'emballage	
Prix de 1 000 sacs de polyéthylène : 400 000 FR	
Nombre de sacs par tonne : 20,5	8 200
	<hr/>
Total	13 025

Prix de revient d'une tonne de phosphate brut, préconcentré, broyé, ensaché et emballé pour une production de 16 700 t/an :

Prix d'une tonne de phosphate préconcentré	22 700
Broyage et ensachage	4 025
Emballage	6 800
	<hr/>
Total	33 525

**E. Prix de revient du phosphate brut, préconcentré, brut
de Souren à Napti**

Distance : Souren \longrightarrow Napti	710 km
Coût de transport par voie fluviale (par tonne)	FR
Chargement des barges	850
Déchargement des barges	850
Tarif fluvial (en km)	8,5
Frais de transport : $710 \times 8,5$	6 050
Prix d'une tonne de phosphate brut, préconcentré, broyé et ensaché à Napti	FR
de stockage à Souren	35 785
Chargement à Souren	850
Frais de transport	6 050
Déchargement à Napti	850
Total	43 475

**F. Prix de revient du phosphate brut, préconcentré,
en vase à Koulikoro**

Distance : Souren \longrightarrow Koulikoro	1 214 km
Coût de transport par voie fluviale (par tonne)	FR
Chargement des barges	850
Déchargement des barges	850
Tarif fluvial (en km)	8,5
Frais de transport : $1 214 \times 8,5$	10 319
Prix d'une tonne de phosphate brut, préconcentré, en vase à Koulikoro	FR
de stockage à Souren	22 700
Chargement à Souren	850
Frais de transport	10 319
Déchargement à Koulikoro	850
Total	36 719

III. PRODUCTION DE SUPERPHOSPHATE SIMPLE

Un procédé de granulation mis au point par la firme néerlandaise Verenigde Kunstmestfabrieken Mekog - Albatros N.V. Utrecht a été proposé pour la fabrication du superphosphate. Ce procédé de granulation du superphosphate qui utilise un tambour rotatif est particulièrement apte à être utilisé pour la granulation d'autres sortes d'engrais. En raison de la grande flexibilité des installations, ce procédé peut être employé pour la fabrication de superphosphate triple mais aussi à l'aide d'installations auxiliaires pour la fabrication de phosphate de diammonium et d'autres engrais complexes.

L'équipement nécessaire à la production du superphosphate a été prévu pour une capacité de 12 t/h. Il est évident que cette capacité de production ne peut être atteinte que si l'on dispose de la matière première et des matières auxiliaires indispensables ainsi que de personnel qualifié. Etant donné qu'il s'agit d'un procédé en continu, le démarrage d'une telle installation devrait avoir lieu avec un stock de matières premières plus important. Tout d'abord, la fabrication des engrais chimiques se fera avec de l'acide sulfurique importé du Sénégal. Après quelques années, on pourra juger si le procédé de contact avec combustion de soufre est le seul procédé économique au Mali pour la fabrication de l'acide sulfurique. Il est possible qu'en cours du développement technique soient envisagés d'autres procédés permettant l'utilisation directe des gaz sulfureux provenant de la fabrication de ciment avec du gypse ou d'installations métallurgiques.

Dans cinq ans environ on pourra disposer de 10 000 t/an de P_2O_5 à Tanaguélélt. Avec cette quantité de phosphate brut l'installation de fabrication de superphosphate, construite pour une capacité minimale de 12 t/h, serait assez rentable en fonctionnant 210 jours par an. En fonctionnant 330 jours par an la production pourrait être augmentée de plus de 50 %.

Les installations de broyage et d'emballage utilisées à Bouron jusqu'au démarrage de la fabrication du superphosphate seront transférées à Koulikoro. En outre le phosphate brut préconcentré à Bouron sera transporté en voie par voie fluviale à Koulikoro.

Après la mise en marche du barrage de Selingué les obstacles actuels à la navigation sur le Niger disparaîtront.

La figure IV donne une vue d'ensemble des diverses étapes de la fabrication du superphosphate.

La figure V est un plan montrant l'emplacement des installations à Koulikoro :

- 6.1 Stockage d'acide sulfurique
- 6.2 Stockage de phosphate brut
- 6.3 Atelier de broyage de phosphate brut
- 6.4 Atelier de fabrication du superphosphate
- 6.5 Stockage de mûrissement du superphosphate
- 6.6 Atelier d'ensachage du superphosphate
- 6.7 Stockage de superphosphate ensaché
- 6.8 Installations auxiliaires

A. Stockage d'acide sulfurique

1. Description

L'acide sulfurique nécessaire à la fabrication du superphosphate est fourni par w. atelier du Sénégal à une concentration de 96-98 %. Le transport se fait par voie ferrée en wagons-citernes spéciaux. Le stockage en deux réservoirs de 3 000 t chacun (6.1.1) représente une provision pour 2 mois. Cette réserve suffit, Koulikoro étant très facile d'accès. Le déchargement des wagons-citernes est effectué par deux pompes centrifuges (une en service, une en réserve) (6.1.3). La possibilité de corrosion à l'intérieur des récipients (6.1.1) est éliminée par des dispositifs de séchage (6.1.2) de l'air de la ventilation causée par abaissement du niveau.

2. Spécifications

	Nombre	REMARQUE
6.1.1	2	Réservoirs
		Capacité : 3 000 t chacun
		Diamètre : 15 000 mm
		Hauteur : 10 000 mm
		Matériau : acier

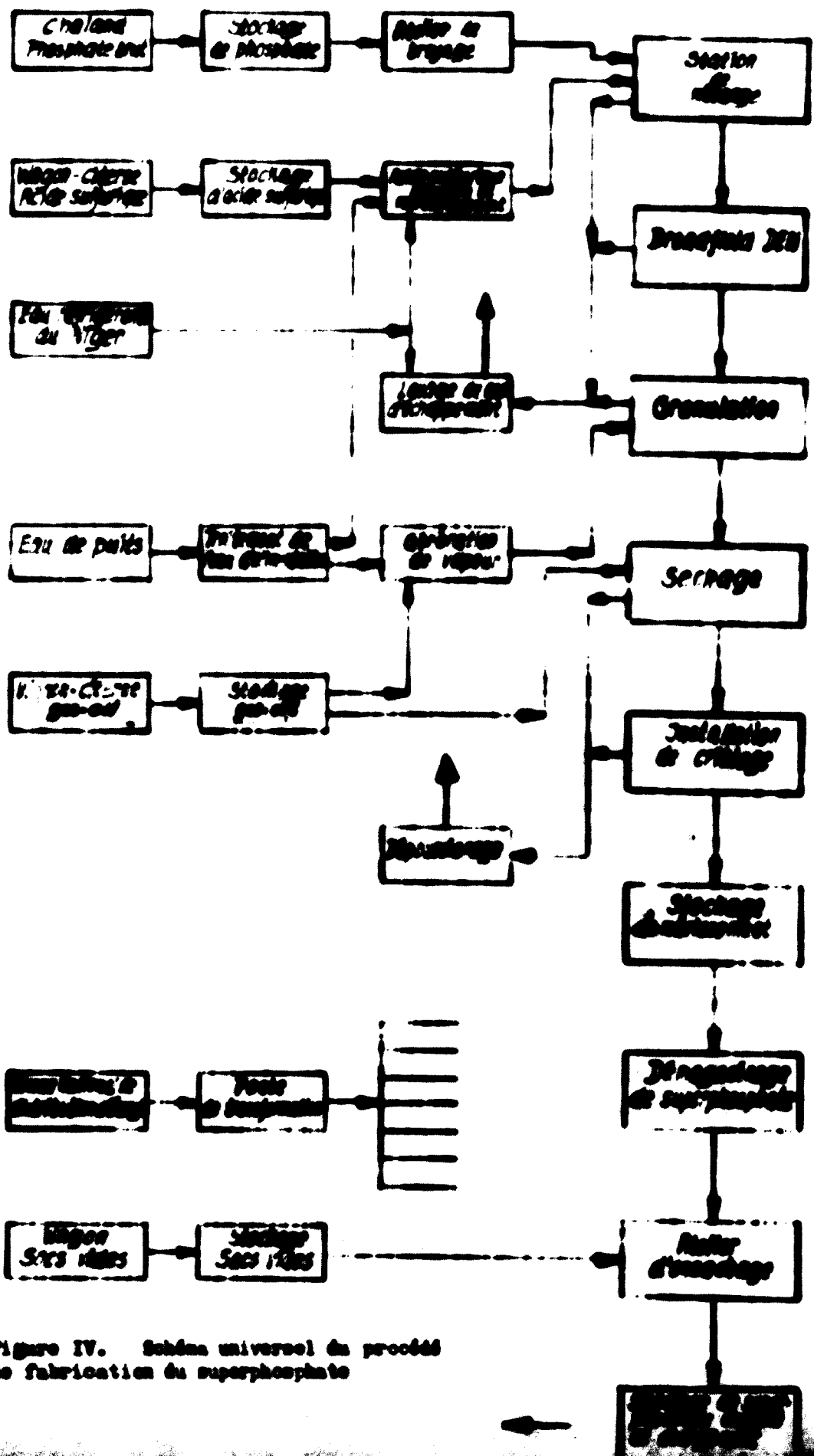


Figure IV. Schéma universel du procédé de fabrication du superphosphate

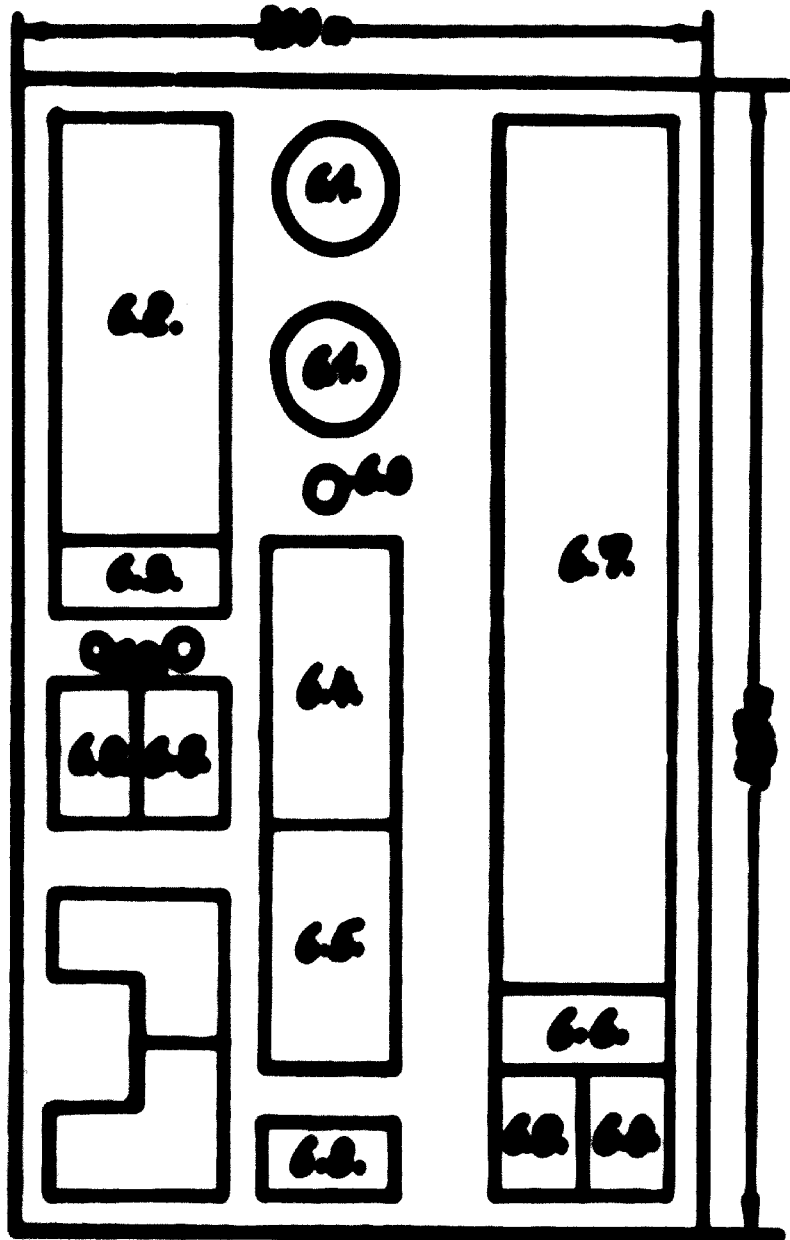


Figure V. Plan de situation des installations à Boulthère

	Nombre <u>requis</u>	
6.1.2	2	Dispositifs de séchage de l'air Matières : acier, silicagel
6.1.3	2	Pompes centrifuges avec moteurs et plaque de fondation Quantité : 20 m ³ /h Hauteur de levage : 20 m de liquide Matière : acier
6.1.4		Tuyauterie et robinetterie
6.1.5		Supports et plates-formes
6.1.6		Instruments de mesure et de réglage
6.1.7		Équipement électrique
6.1.8		Isolements

B. Stockage du phosphate brut

1. Description

Le phosphate brut nécessaire au procédé provient de l'atelier de préconcentration de Boura. Une fois préparé à 30 % de P_2O_5 et séché le transport peut se faire en vracs par voie fluviale si le Niger est navigable. On a tout de même prévu un stockage de 20 000 t environ de phosphate brut à Koulikoro. Le tas de stockage est entouré de murs assez élevés afin d'éviter des pertes de phosphate dues au vent. Il est utile de couvrir une partie du tas de stockage d'un toit afin de maintenir à environ 2 % la quantité d'humidité du phosphate à l'entrée de l'atelier de broyage. Les chaudières sont déchargées à l'aide de pelles mécaniques (6.2.4) et de bandes transporteuses avec courroies, courroies de caoutchouc et engrenages (6.2.1) (6.2.2) (6.2.3)

Chiffres de capacité de consommation

Capacité : 20 000 t

Débit à l'entreposage : 100 t/h

à la sortie : 30 t/h

Consommation par tonne de superphosphate

Energie électrique 0,5 kWh
Gas-oil pour pelles mécaniques : 0,06 l

2. Spécifications

Nombre
FOURIS

- 6.2.1 1 Bande transporteuse avec trémie de chargement mobile
Distance d'axe en axe : 100 m
Largeur : 600 mm
Matières : acier, caoutchouc
- 6.2.2 1 Bande transporteuse
Distance d'axe en axe : 80 m
Largeur : 600 mm
Matières : acier, caoutchouc
- 6.2.3 1 Bande transporteuse avec chariot déverseur mobile
Distance d'axe en axe : 40 m
Largeur : 600 mm
Matières : acier, caoutchouc
- 6.2.4 2 Pelles mécaniques avec câbles tracteurs
Matière : acier
- 6.2.5 1 Pelleteuse mécanique à moteur Diesel
Capacité : 30 t/h
Matières : acier, caoutchouc
- 6.2.6 Moteurs, relais, câbles pour courant de grande intensité,
câbles de commande, éclairage

3. Atelier de travaux de phosphate brut

Description

Le procédé employé dans l'atelier de broyage est le même que celui de l'atelier de broyage de Suwen (Figure I). L'équipement électrique a été adapté aux conditions de service à Houlès et toutes les installations de broyage

de Bourem sont réutilisées. C'est la raison pour laquelle la capacité de ces installations a été dès le début fixée à 10 t/h. Deux équipes suffisent au fonctionnement de l'atelier de superphosphate. Le phosphate brut est enlevé du tas de stockage par une pelleuse mécanique (6.2.5) et porté par un élévateur à godets au récipient d'alimentation de l'atelier de superphosphate.

Chiffre de capacité et de consommation par tonne de phosphate brut

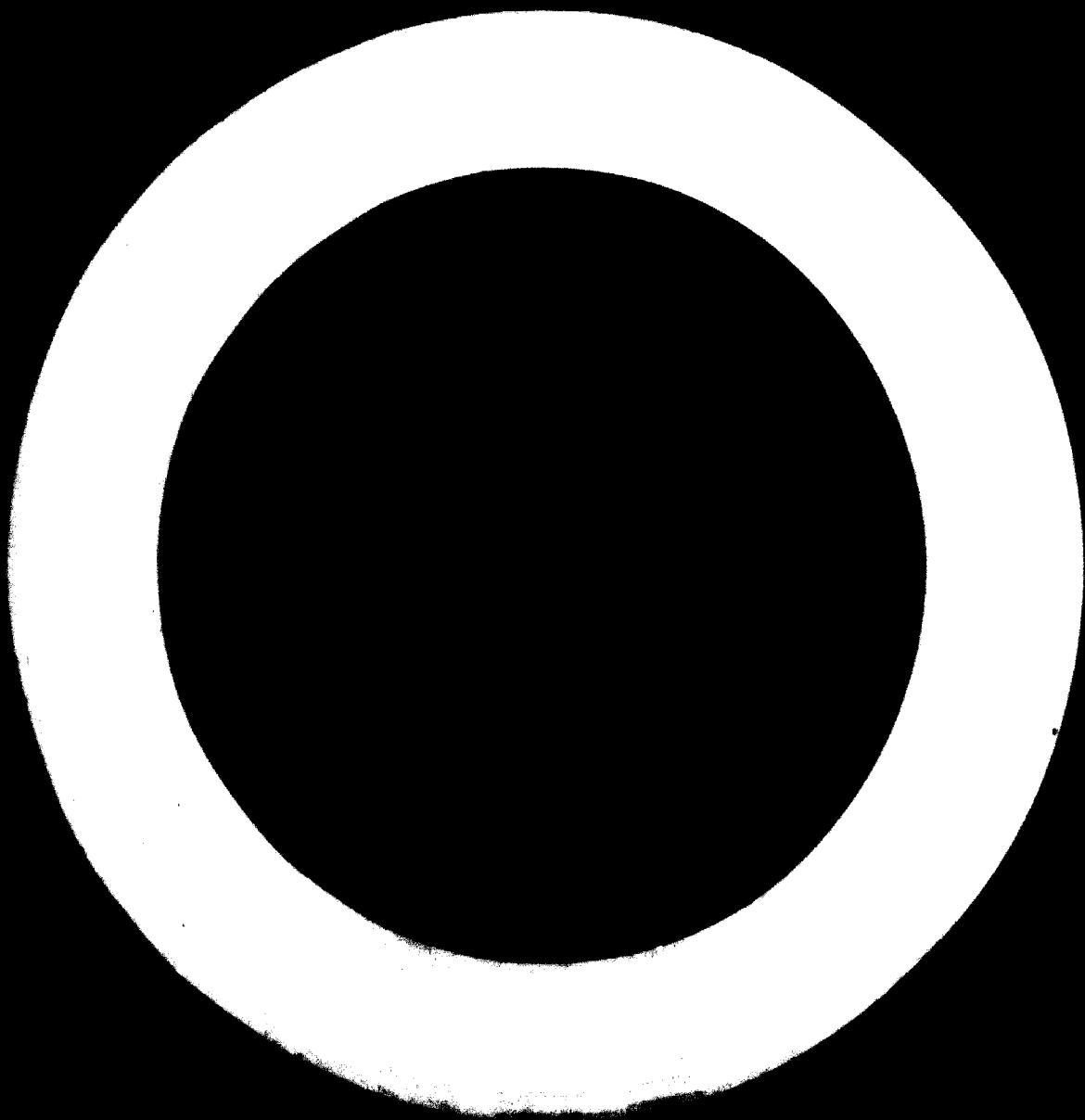
Capacité	:	10 t/h
Finesse de broyage	:	15-20 % de refus sur crible de 150 μ
Granulométrie	:	0,2-30 mm
Energie électrique	:	15 kWh
Air comprimé	:	3 m ³ /h

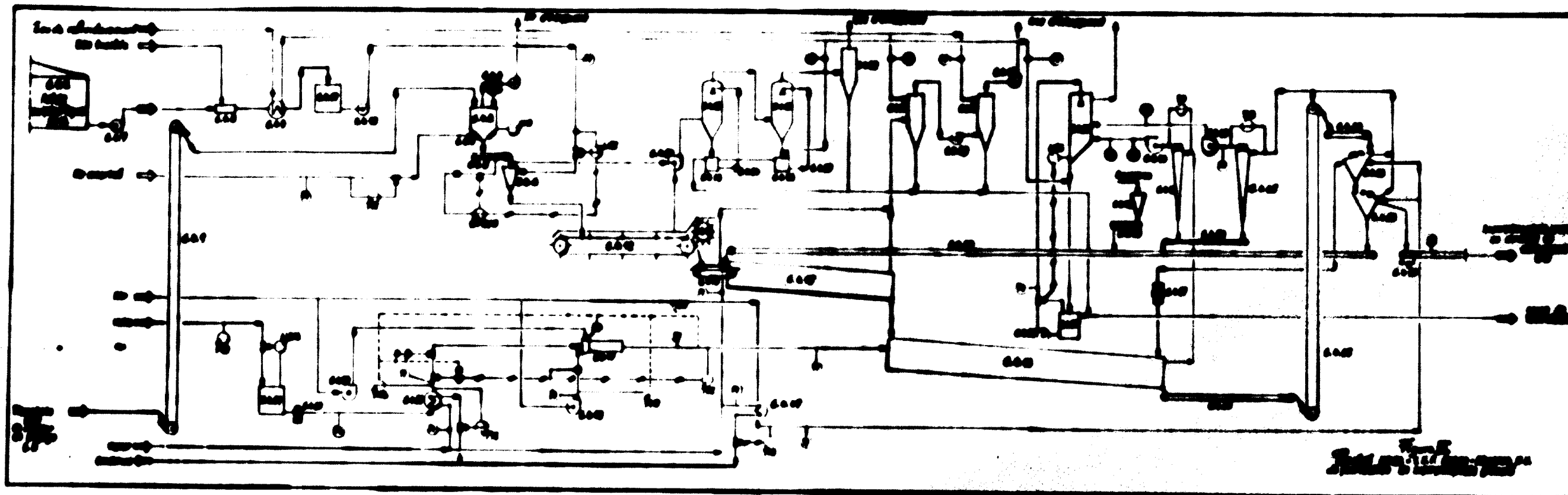
D. Fabrication du superphosphate simple

(Procédé Uhde-Nakog-Albatros)

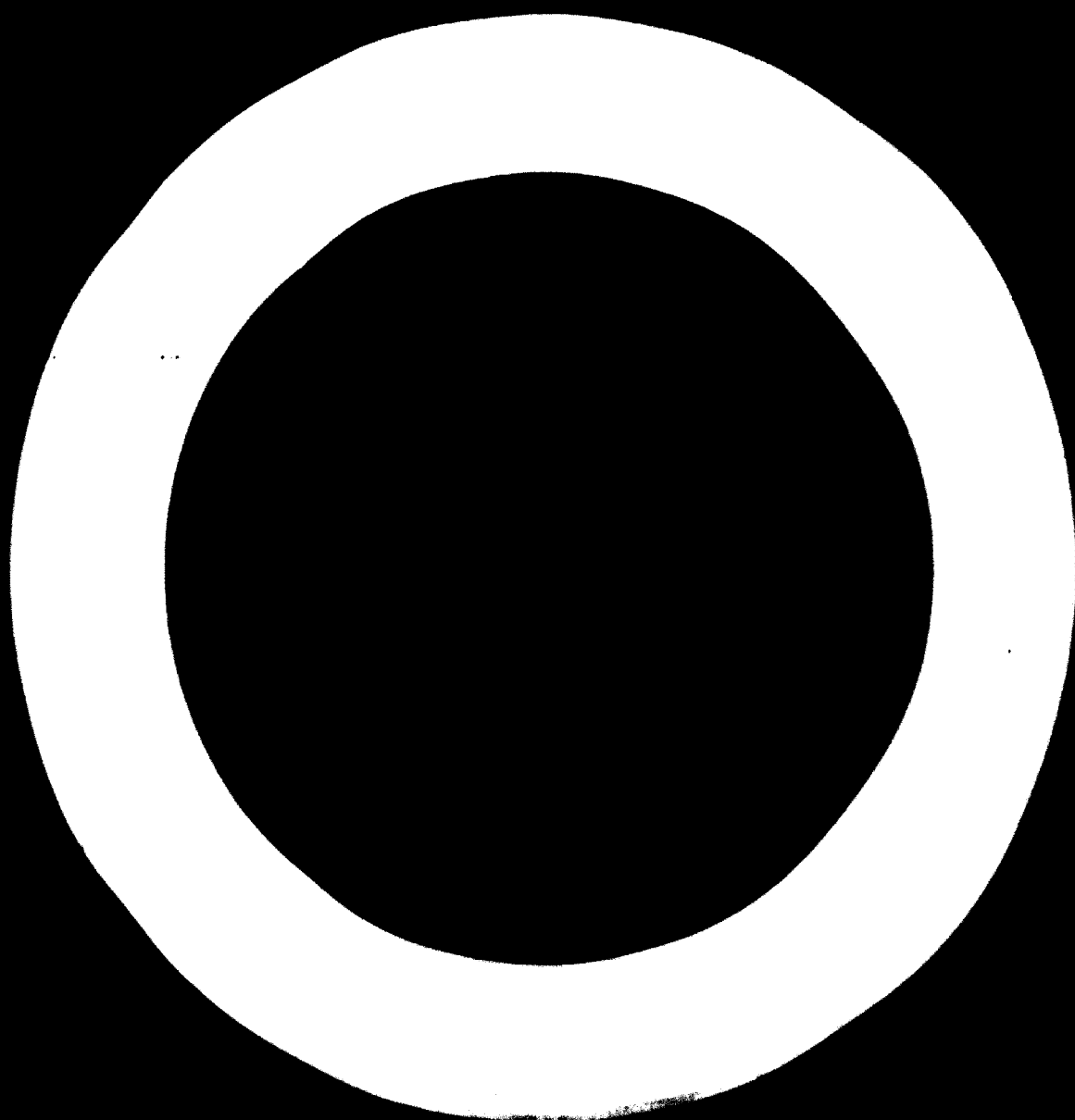
1. Description du procédé (Figure VI)

Le phosphate broyé est transporté par un élévateur à godets (6.4.1) de l'atelier de broyage à la trémie d'alimentation (6.4.2) équipée d'un filtre à air (6.4.3) avec ventilateur pour séparer la poussière de phosphate de l'air d'échappement et dans la partie conique munie des plaques d'assemblage (6.4.4). Cette trémie a une capacité calculée pour environ 20 heures. À la base de la trémie une bascule mécanique (6.4.5) dose les quantités de phosphate alimentées au mélangeur conique (6.4.6). L'acide sulfurique nécessaire au procédé est retiré par les pompes centrifuges (6.4.7) du réservoir d'acide (6.1.1) avec une concentration de 96 %. Dans une chambre de mélange (6.4.8) où se trouve un échangeur de chaleur (6.4.9) l'acide sulfurique à 96 % est dilué par addition d'eau traitée à 70 %. Cet échangeur de chaleur fonctionne comme un refroidisseur à ruissellement en cascade, et élimine la chaleur résultant de la dilution de l'acide sulfurique. Des pompes centrifuges (6.4.10) prélèvent dans un réservoir intermédiaire (6.4.11) la quantité nécessaire d'acide sulfurique dilué pour attaquer le phosphate dans le mélangeur conique. Le phosphate parfaitement inhibé d'acide sulfurique est repris à la base du mélangeur et tombe en pulpe dans le Broadfield MM (6.4.12). Le temps





Radio Receiver



de séjour dans ce DEE peut être réglé et devrait être de 20 à 25 minutes au moins à cause de la réaction. Le superphosphate mûri est amené à un grutteur (6.4.13) et envoyé sous une forme solide et friable par une bande transporteuse (6.4.14) à un tambour de granulation (6.4.15). La granulation du superphosphate dans ce tambour est réglée par addition de vapeur ou d'eau et peut être contrôlée par des dispositifs spéciaux. Le tambour de séchage (6.4.16) pour le produit granulé est chauffé par les gaz d'échappement d'une chambre de combustion (6.4.17). L'air est chauffé par la combustion d'huile avec air comprimé par les compresseurs à air primaire (6.4.18) et à air secondaire (6.4.19). L'huile du réservoir (6.4.21) est aspirée par une pompe à engrenages (6.4.20) et portée à travers un réchauffeur (6.4.22) à la chambre de combustion (6.4.17). Le produit fini passe du tambour de séchage par une bande transporteuse à l'élevateur à godets (6.4.25). Un tuyau de distribution (6.4.23) assure l'alimentation uniforme du tamis à grosses mailles (6.4.26). Ce tamis sépare des autres les grains trop grands (> 5 mm) qui sont broyés dans un concasseur spécial (6.4.27). Les particules broyées sont retournées au déchargement du tambour de séchage. Les grains trop fins (< 1 mm) sont séparés du produit fini par un tamis à mailles fines (6.4.28) et renvoyés avec les poussières des dispositifs de dépoussiérage par une bande transporteuse (6.4.29) à l'entrée du tambour rotatif de granulation.

Le produit fini est pesé par une bascule (6.4.30) incorporée à une bande transporteuse et transporté au stockage de mûrissement. Là le superphosphate simple doit rester entassé en couches uniformes pendant environ 3 semaines afin de parvenir à un mûrissement aussi avancé que possible.

Quelques dispositifs servent à dépoussiérer et à nettoyer l'air et les gaz d'échappement. Les gaz d'échappement du mélangeur conique (6.4.6) et du Broadfield DEE (6.4.12) sont aspirés par un ventilateur (6.4.31) et lavés l'un après l'autre avec de l'eau dans les scrubbers (6.4.32) et (6.4.35) à l'aide de pompes centrifuges (6.4.34) et (6.4.37) équipées de récipients (6.4.33) et (6.4.36) destinés à rassembler l'eau de lavage du scrubber. Un séparateur à gouttes (6.4.38) empêche que des particules liquides soient entraînées. Les gaz d'échappement de la bande transporteuse (6.4.14) et du tambour à granulation (6.4.15) sont aspirés par les ventilateurs (6.4.39) et (6.4.42) et introduits l'un après l'autre dans les deux cyclones (6.4.40) et (6.4.41).

alimentés en eau. Les gaz d'échappement du tambour de séchage (6.4.16) sont dépoussiérés par des cyclones (6.4.43) munis de collecteurs de poussière et d'un ventilateur (6.4.44) qui aspire l'air chauffé par le tambour de séchage et par les cyclones.

Une autre ligne de dépoussiérage est raccordée aux tamis (6.4.26) et (6.4.28) et à l'élévateur à godets (6.4.25). L'air est aspiré par un ventilateur (6.4.46) à travers les tamis (6.4.26) et (6.4.28) et dépoussiéré par des cyclones (6.4.45) munis de collecteurs de poussières. En cas d'arrêt de service, l'air aspiré est préchauffé par vapeur dans un échangeur de chaleur (6.4.47). Toutes les poussières des installations de dépoussiérage sont rassemblées par les bandes transporteuses (6.4.53) et (6.4.59) et renvoyées à l'entrée du tambour à granulation (6.4.15). Un récipient (6.4.48) avec des dispositifs de dosage (6.4.49) peut être utilisé pour l'addition des éléments de trace. Les gaz et l'air d'échappement de tous ces systèmes de dépoussiérage sont lavés dans le scrubber (6.4.50) avec de l'eau; la circulation de l'eau dans ce système chargé de poussières de superphosphate est effectuée par une pompe centrifuge (6.4.52) munie d'un récipient (6.4.51). Un courant partiel du système de lavage du gaz d'échappement et du système de lavage de l'air d'échappement est amené à une fosse de neutralisation.

Chiffres de production et de consommation

	<u>TUNNES</u>
Capacité nominale annuelle	30 000
Capacité nominale par jour pendant 210 jours par an	240
Capacité nominale par heure pendant 20 heures par jour	12
Granulation	1-4 mm

Les chiffres de consommation des matières premières sont basés sur une analyse du phosphate brut, communiquée par la SHAWNEE le 26.8.75.

	<u>LA CONSOMMATION</u>
Pentoxide de phosphore	10,00
Oxyde de calcium	41,90
Dioxyde de carbone	2,50

La soude caustique

Fleur	2,90
Oxyde de magnésium	0,36
Oxyde de sodium	0,38
Oxyde ferrique	5,10
Oxyde d'aluminium	0,75
Oxyde de potassium	0,10
Total de sulfure	0,30
Chlorure	300 ppm

Pour attaquer 100 g de phosphate brut on a besoin de :

64 g de H_2SO_4 à 100 %

Les chiffres de consommation d'une tonne de superphosphate simple sont :

Phosphate brut	650 kg
Acide sulfurique (à 100 %)	415 kg
Eau de refroidissement	12 m ³
Eau traitée	0,3 m ³
Energie électrique	85-30 kWh
Gas-oil (valeur calorifique nette = 9 600 kcal/kg)	12 kg
Vapeur	110 kg
Air comprimé	85 m ³ /h

2. Spécifications

(Procédé : Unité-Homag-Albatros)

Capacité : 12 t/h

Matériel

- 6.4.1 1 Elevateur à godets
Distance d'une anse à l'autre : 20 m
Largeur des godets : 400 mm
Matériau : acier
- 6.4.2 1 Trémie d'alimentation
Capacité : ~ 75 m³
Matériau : acier

<u>Nombre</u>		
<u>Exigés</u>		
6.4.3	1	Filtre à air avec ventilateur Matériau : acier, tôle
6.4.4		Plaques d'amoullissement Matériau : céramique
6.4.5	1.	Ressule mécanique Capacité : 10 t/h Matériau : acier, caoutchouc
6.4.6	1	Mélangeur conique Matériau : acier ou nickel-chrome-molybdène
6.4.7	2	Pompes centrifuges (une en service, une en réserve) Capacité : 8 m ³ /h Hauteur de levage : 20 m de liquide Matériau : fonte
6.4.8	1	Chambre de mélange Matériau : fonte, carbone
6.4.9	1	Echangeur de chaleur Matériau : plastique armé de fils de verre
6.4.10	2	Pompes centrifuges pour l'acide sulfurique dilué Hauteur de levage : 20 m de liquide Quantité : 6 m ³ /h Matériau : plomb dur
6.4.11	1	Réservoir intermédiaire Capacité : 50 m ³ Matériau : acier, plomb
6.4.12	1	Breakfield III Capacité : 12 t/h Matériau : acier, acier au nickel-chrome-molybdène
6.4.13	1	Grutteur Capacité : 12 t/h

	<u>Nombre</u>	
6.4.14	1	Bande transporteuse Distance d'axe en axe : 7 m Largeur : 500 mm Matériau : acier, caoutchouc
6.4.15	1	Tambour de granulation Diamètre : 1500 mm Longueur : 6 m Capacité : 25 t/h Matériau : acier, caoutchouc
6.4.16	1	Tambour de séchage Diamètre : 2 m Longueur : 15 m Matériau : acier
6.4.17	1	Chambre de combustion Matériau : acier
6.4.18	1	Compresseur à air primaire Quantité : ~ 20 000 m ³ /h Matériau : acier
6.4.19	1	Compresseur à air secondaire Quantité : 8 000 m ³ /h Matériau : acier
6.4.20	2	Pompes à engrenages (une en service, une en réserve) Matériau : acier
6.4.21	1	Réservoir d'huile Capacité : 10 m ³ Matériau : acier
6.4.22	1	Réchauffeur Matériau : acier

<u>Nombre</u>		
<u>requis</u>		
6.4.23	1	Tuyau de distribution Longueur : 3 m Diamètre : 250 mm Matériau : acier
6.4.24	1	Bande transporteuse Distance d'axe en axe : 7 m Largeur : 500 mm Matériaux : acier, caoutchouc
6.4.25	1	Élévateur à godets Distance d'axe en axe : 26 m Largeur des godets : 400 mm Matériau : acier
6.4.26	1	Tamis à grosses mailles Capacité : 40 t/h Matériau : acier
6.4.27	1	Concasseur spécial Capacité : 6 t/h Matériau : acier
6.4.28	1	Tamis à mailles fines Capacité : 30 t/h Matériau : acier
6.4.29	1	Bande transporteuse Capacité : 40 t/h Largeur : 500 mm Matériaux : acier, caoutchouc
6.4.30	1	bascule Capacité : 12-15 t/h Matériau : acier
6.4.31	1	Ventilateur Matériaux : acier, caoutchouc

	<u>Nombre</u>	
	<u>quantité</u>	
6.4.32	1	Scrubber Matériaux : acier, caoutchouc
6.4.33	1	Récepteur Capacité : 3 m ³ Matériaux : acier, caoutchouc
6.4.34	1	Pompe centrifuge Hauteur de levage : 80 m de liquide Quantité : 25 m ³ /h Matériau : acier au nickel-chrome
6.4.35	1	Scrubber Matériaux : acier, caoutchouc
6.4.36	1	Récepteur Capacité : 3 m ³ Matériaux : acier, caoutchouc
6.4.37	1	Pompe centrifuge Hauteur de levage : 80 m de liquide Quantité : 25 m ³ /h Matériau : acier au nickel-chrome
6.4.38	1	Séparateur à gouttes Matériaux : acier, caoutchouc
6.4.39	1	Ventilateur Matériaux : acier, caoutchouc
6.4.40	1	Cyclone Matériaux : acier, caoutchouc
6.4.41	1	Cyclone Matériaux : acier, caoutchouc
6.4.42	1	Ventilateur Matériaux : acier, caoutchouc

<u>Nombre</u>	<u>Matériaux</u>	
6.4.43	1	Installation de dépollution composée de quelques cyclones Matériau : acier
6.4.44	1	Ventilateur Capacité : 30 000 m ³ /h Matériaux : acier, caoutchouc, acier ou nickel-chrome
6.4.45	1	Installation de dépollution Matériaux : acier
6.4.46	1	Ventilateur Matériaux : acier, caoutchouc, acier ou nickel-chrome
6.4.47	1	Echangeur de chaleur Matériau : acier
6.4.48	1	Récepteur Matériau : acier ou nickel-chrome
6.4.49	1	Élève transporteur Matériau : acier ou nickel-chrome-molybdène
6.4.50	1	Scrubber Matériaux : acier, caoutchouc
6.4.51	1	Récepteur Capacité : 5 m ³ Matériaux : acier, caoutchouc
6.4.52	2	Pompes centrifuges Hauteur de levage : 80 m de liquide Quantité : 15 m ³ /h Matériau : acier ou nickel-chrome-molybdène
6.4.53	1	Bande transporteur Distance d'axe en axe : 10 m Largeur : 400 mm Matériaux : acier, caoutchouc

	Nombre	
	ENQUIS	
6.4.54	1	Tuyauterie, brides, vis, joints Matières : plomb, acier, plastique, acier au nickel-chrome-molybdène
6.4.55		Garnitures spéciales, robinetterie Matières : plomb, acier, plastique, acier au nickel-chrome-molybdène
6.4.56		Plates-formes, couloirs, goulottes, supports, dispositifs de suspension Matière : acier
6.4.57		Isolament Matières : fibre de verre, aluminium
6.4.58		Equipement électrique, moteurs, câbles
6.4.59		Instruments, table de mesure, dispositifs pour la surveillance de l'exploitation

E. Système de mûrissement du superphosphate

1. Description du procédé

Le superphosphate est expédié à l'aide d'une bascule (6.4.10) incorporée à une bande transporteuse de l'atelier de production au silo à mûrissement du superphosphate. Un chariot déverseur mobile par rapport à une bande transporteuse d'ennuage (6.5.1) permet de répartir uniformément le superphosphate sur la surface totale du silo. Il faut au moins trois semaines de séjour pour que mûrisse le superphosphate fabriqué à l'atelier de production. Le produit fini bien mûri est retiré du silo par une pelleteuse mécanique (6.5.2) transporté par une bande transporteuse (6.5.3) et porté par un élévateur à godets (1.3.1) à la soule d'ennuage (1.3.2). Toutes les installations de transport sont à commande électrique. Les dérangements sont indiqués par des signaux acoustiques et optiques.

Chiffres de capacité et de consommation

Capacité : 10 000 t

Débit à l'entreposage : 12 t/h

à la sortie : 50 t/h

Consommation par tonne de superphosphate

Energie électrique : 1,2 kWh

Gas-oil pour la pelleteuse mécanique : 0,12 l

2. Spécifications

- | | Nombre | |
|--------|-----------------|---|
| | <u>quantité</u> | |
| 6.5.1 | 1 | Bande transporteuse avec un chariot déversoir mobile, courroie en caoutchouc et engrenage
Distance d'axe en axe : 50 m
Largeur : 500 mm
Matières : acier, caoutchouc |
| 6.5.2 | 1 | Pelleteuse mécanique à moteur Diesel
Capacité : 50 t/h
Matières : acier, caoutchouc |
| 6.5.3 | 1 | Bande transporteuse avec courroie en caoutchouc et engrenage
Distance d'axe en axe : 50 m
Largeur : 500 mm |
| 6.5.4. | | Goulottes et couleirs |
| 6.5.5 | | Moteurs, relais, câbles pour courant de grande intensité, câbles de commande, dispositifs de blocage, installation d'éclairage. |

F. Atelier d'emballage du superphosphate

1. Description du procédé

Le procédé employé dans l'atelier d'emballage est le même que celui de l'atelier d'emballage de Bourm (Figure II). L'équipement électrique a été adapté aux conditions de service à Kouliko. Toutes les installations

en service à Bouron ont été transférées à Koulikoro. En vue de sa réutilisation, l'atelier d'ensachage a été pourvu d'une bascule automatique de grande capacité (3.3.3.1). En ajoutant une deuxième bascule automatique de grande capacité avec entonnoir de décharge et support (6.6.3) la capacité de la station d'ensachage peut être portée à 50 t/h. La route d'ensachage (3.3.2) est construite en acier ordinaire. Cela suffit pour le phosphate brut. Le superphosphate exige un revêtement en acier au nickel-chrome.

Entre l'élevateur à godets (3.3.1) et la route d'ensachage (3.3.2) est disposé un tamis (6.6.1) pour séparer les gravales agglomérées pendant le séchage. Les nettes supérieures à 4 mm sont écrasées par un broyeur de nettes (6.6.2) et ajoutées au produit fini.

Grâce à la situation centrale de Koulikoro une provision de 450 000 sacs de polyéthylène est suffisante pour trois mois environ.

Chiffres de production et de consommation

Capacité nominale avec deux bascules automatiques de grand rendement ou 1 000 sacs de 50 kg par heure	50 t/h
---	--------

Consommation par tonne de superphosphate

Energie électrique	1,2 kWh
Eau de refroidissement	0,04 m ³
Air comprimé	0,4 m ³
Sacs plastiques (polyéthylène)	20,5

2. Spécifications

Mêmes spécifications que pour l'atelier d'ensachage de phosphate à Bouron.

Installations supplémentaires

	Nombre	Matériaux
6.6.1	1	Tamis Capacité : 50 t/h Matériau : acier
6.6.2	1	Broyeur de nettes Capacité : 15 t/h Matériau : acier

Matériau : acier au nickel-chrome

**Nombre
RMSIS**

6.6.3 1 Bascule d'ensachage

En cas de fabrication de superphosphate à Koulikoro toutes les installations d'ensachage de Bouron seront réutilisées. L'équipement électrique devra être adapté aux conditions de la production de courant à Koulikoro.

0. Stockage de superphosphate ensaché

1. Description

Un système de bandes transporteuses mobiles (6.7.1) (6.7.2) (6.7.3) (6.7.4) se trouve là où sont stockés les sacs de polyéthylène remplis de superphosphate, en plein air.

Il faut procéder au stockage de superphosphate ensaché avec beaucoup de soin. Quant à l'encombrement, le stockage en plein air ne pose pas les mêmes problèmes que l'entreposage dans un bâtiment. La surface de chantier est construite de façon à ce que les eaux de pluie puissent s'écouler.

La disposition des sacs en plusieurs petites piles facilite les manipulations. Si l'entreposage se fait n'importe comment, les sacs plastiques risquent de glisser et d'être endommagés. Quant à l'encombrement, le stockage en plein air ne pose pas les mêmes problèmes que l'entreposage dans un bâtiment. La surface du chantier est construite de façon à ce que les eaux de pluie puissent s'écouler.

La disposition des sacs en plusieurs petites piles facilite les manipulations. Il ne faut pas, autant que possible, empiler les sacs sur les autres plus de 10 couches de sacs. Chaque couche est disposée à 90° de son axe pour éviter le glissement. Si on stocke les sacs à l'intérieur d'un bâtiment il faut tenir compte de la charge spécifique. Une couche de sacs représente une charge spécifique de 215 kg/m².

L'encombrement d'un sac de polyéthylène rempli de 50 kg de superphosphate est (en mm) : 600 x 300 x 130.

Des bandes transporteuses mobiles (6.7.1) (6.7.2) (6.7.3) (6.7.4) sont utilisées pour charger les chalands ou les camions qui transportent les engrais aux centres agricoles.

Chiffres de capacité

Capacité : 20 000 t

EBH1 en stockage : 90 t/h

à la sortie : 90 t/h

2. Spécifications

**Entre
ZMM12**

- 6.7.1** **2** **Bandes transporteuses mobiles avec courroies en caoutchouc et engrenages**
 Distance d'axe en axe : 100 m
 Largeur : 400 m
 Matériaux : acier, caoutchouc

- 6.7.2** **2** **Bandes transporteuses mobiles avec courroies en caoutchouc et engrenages**
 Distance d'axe en axe : 36 m
 Largeur : 400 m
 Matériaux : acier, caoutchouc

- 6.7.3** **3** **Bandes transporteuses mobiles avec courroies en caoutchouc et engrenages**
 Distance d'axe en axe : 18 m
 Largeur : 400 m
 Matériaux : acier, caoutchouc

- 6.7.4** **1** **Bande transporteuse mobile avec courroies en caoutchouc et avec engrenage**
 Distance d'axe en axe : 10 m
 Largeur : 400 m
 Matériaux : acier, caoutchouc

- 6.7.5** **Cadettes et rouleaux**

- 6.7.6** **Moteurs, relais, câbles pour courant de grande intensité, câbles de commande, dispositifs de blocage, installation d'éclairage**

N. Installations auxiliaires

1. Station d'eau de refroidissement

Description du procédé

L'eau de refroidissement nécessaire aux installations est pompée dans le Niger par des pompes immergibles (6.8.1.1) et est amenée aux lieux de consommation. Les impuretés de l'eau fluviale sont éliminées par un grille à tambour (6.8.1.2). L'addition d'une lessive d'hypochlorite de soude, à l'aide d'un dispositif de dosage (6.8.1.3) empêche la multiplication des algues et des microbes et la formation de fluide visqueux.

Spécifications

	Nombre	
	<u>unités</u>	
6.8.1.1	2	Pompes immergibles, avec moteurs et plaques de fondation Capacité : 800 m ³ /h Hauteur de levage : 50 m (colonne d'eau)
6.8.1.2	1	Grille à tambour Capacité : 180 m ³ /h
6.8.1.3	1	Dispositif de dosage

2. Générateur de vapeur et préparation de l'eau d'alimentation

Description du procédé

La vapeur saturée nécessaire dans les ateliers est produite dans une chaudière combinée à tube-foyer et à tubes à fondes (6.8.2.1). La chaudière est chauffée par combustion d'huile. L'approvisionnement en carburant est assuré par des pompes (6.8.2.5) pourvues d'un réservoir (6.8.2.4). L'eau d'alimentation et l'eau pulvérisée sont préparées par des installations pour le traitement de l'eau d'alimentation, comprenant une installation de dosage théorique (6.8.2.6) et un générateur d'eau (6.8.2.7). L'alimentation en eau de la chaudière est effectuée par les pompes (6.8.2.2). Les gaz d'échappement sont évacués par une cheminée (6.8.2.3). L'eau non traitée amenée par des tuyaux vient des puits.

Spécifications

	Nombre	
	INDUS	
6.8.2.1	1	Générateur de vapeur saturée, avec pulvérisateur à haute pression, réglable Capacité : 3 t/h Pression de service : 3 bar Matière : acier M II et St 37
6.8.2.2	2	Pompes avec moteurs et plaques de fondation Capacité : 4 t/h Hauteur de levage : 30 m (colonne d'eau)
6.8.2.3	1	Cheminée Diamètre : 400 mm Hauteur : 30 m Matière : acier
6.8.2.4	1	Récepteur à huile avec réchauffeur Capacité : 6 m ³ Matière : acier
6.8.2.5	2	Pompes à huile avec moteurs et plaques de fondation Capacité : 0,5 t/h Hauteur de levage : 200 m (colonne d'eau)
6.8.2.6	1	Installation de dégage thermique de l'eau d'alimentation, avec récepteur pour l'eau d'alimentation (3 m ³) Capacité : 3 t/h Pression de travail : 0,4 bar Contenu d'oxygène à la sortie du dégageur : 0,02 mg/l Matière : acier ou nickel-chrome et acier ordinaire
6.8.2.7	1	Adoucisseur d'eau Capacité : 2 x 4 t/h Matières : acier, caoutchouc

3. Station d'air comprimé (Figure VI)

Description du procédé

L'air comprimé nécessaire pour actionner les instruments de mesure est produit par deux compresseurs à pistons à marche sèche (6.8.3.1), un étant en service et l'autre en réserve. La station dispose aussi d'une installation automatique pour le séchage de l'air (6.8.3.2) et d'un récipient à air séché (6.8.3.3). Chaque compresseur a une capacité de $40 \text{ m}^3/\text{h}$ d'air d'une pression finale de 8 bar. L'humidité de l'air comprimé est éliminée jusqu'à un point de rosée de -30°C par une installation pourvue d'un dispositif de séchage. Le récipient, d'une capacité de 6 m^3 , suffit pour environ une heure en cas de panne de courant.

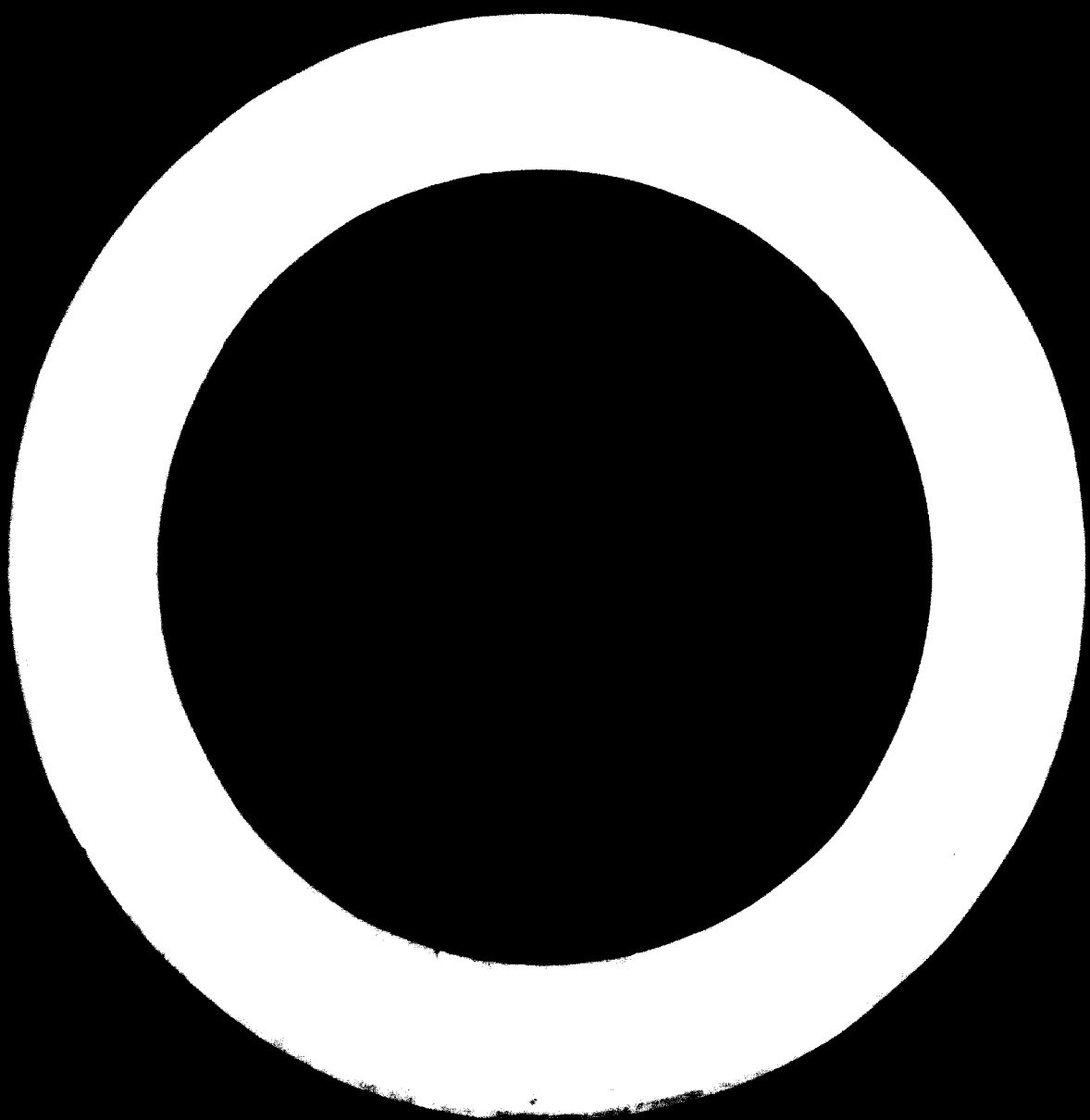
Spécifications

	Nombre	
	requis	
6.8.3.1	2	Compresseurs à piston, à 2 étages Capacité : $40 \text{ m}^3/\text{h}$ Pression finale : 8-10 bar
6.8.3.2	1	Installation de séchage de l'air composée de 2 absorbeurs Pression de service : 8-10 bar Température de service : 30°C Point de rosée : -30°C Produit déséchant : Silicagel
6.8.3.3	1	Récipient à air séché Capacité : 6 m^3

4. Equipement de mesure et de régulation

Mesure des quantités

Un mesureur de passage à indicateur/enregistreur électrique note la quantité d'acide sulfurique dans la chambre de mesure. L'eau traitée et les autres liquides sont mesurés avec un rotamètre local. La vapeur est mesurée par un diaphragme avec indicateur/enregistreur pneumatique dans la chambre de mesure.



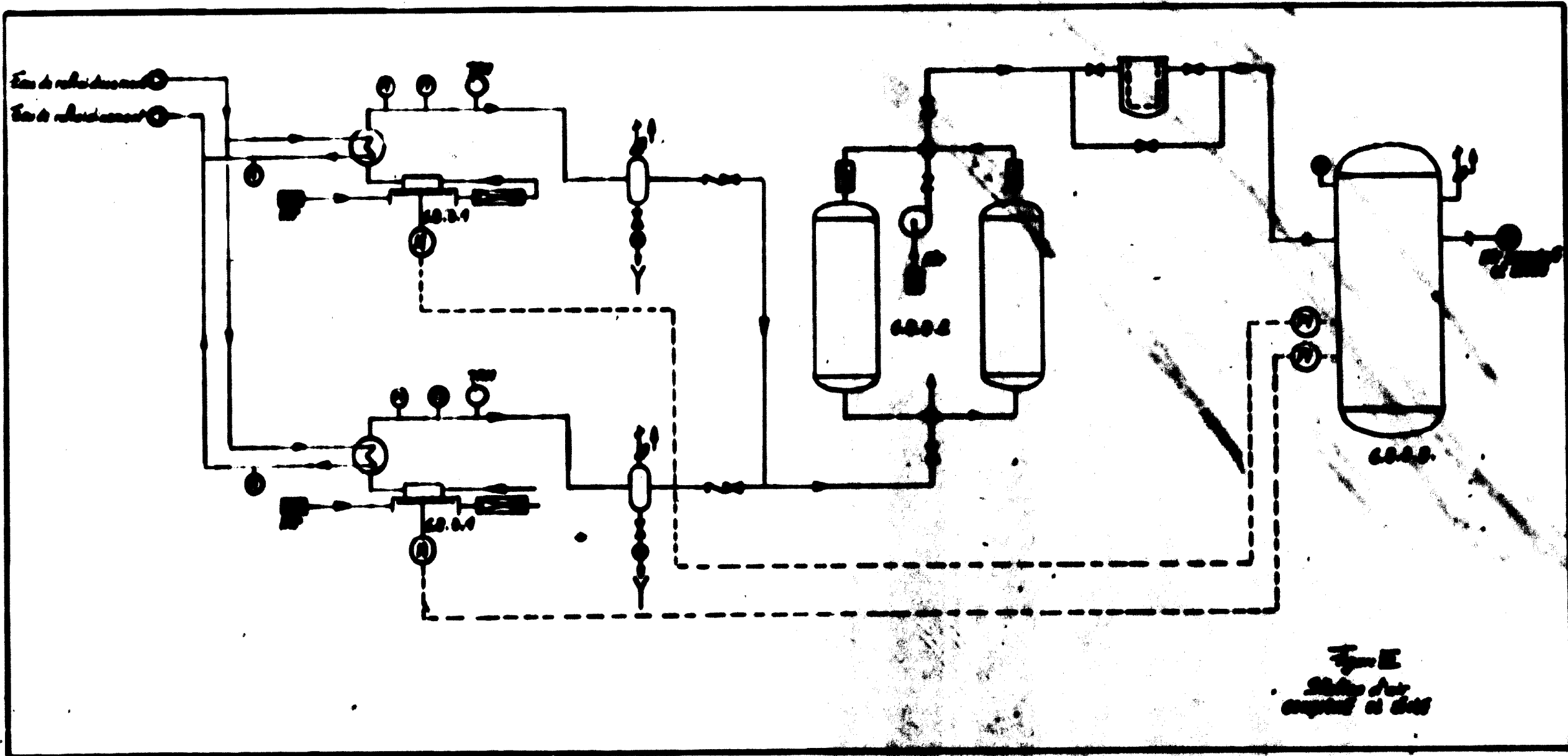
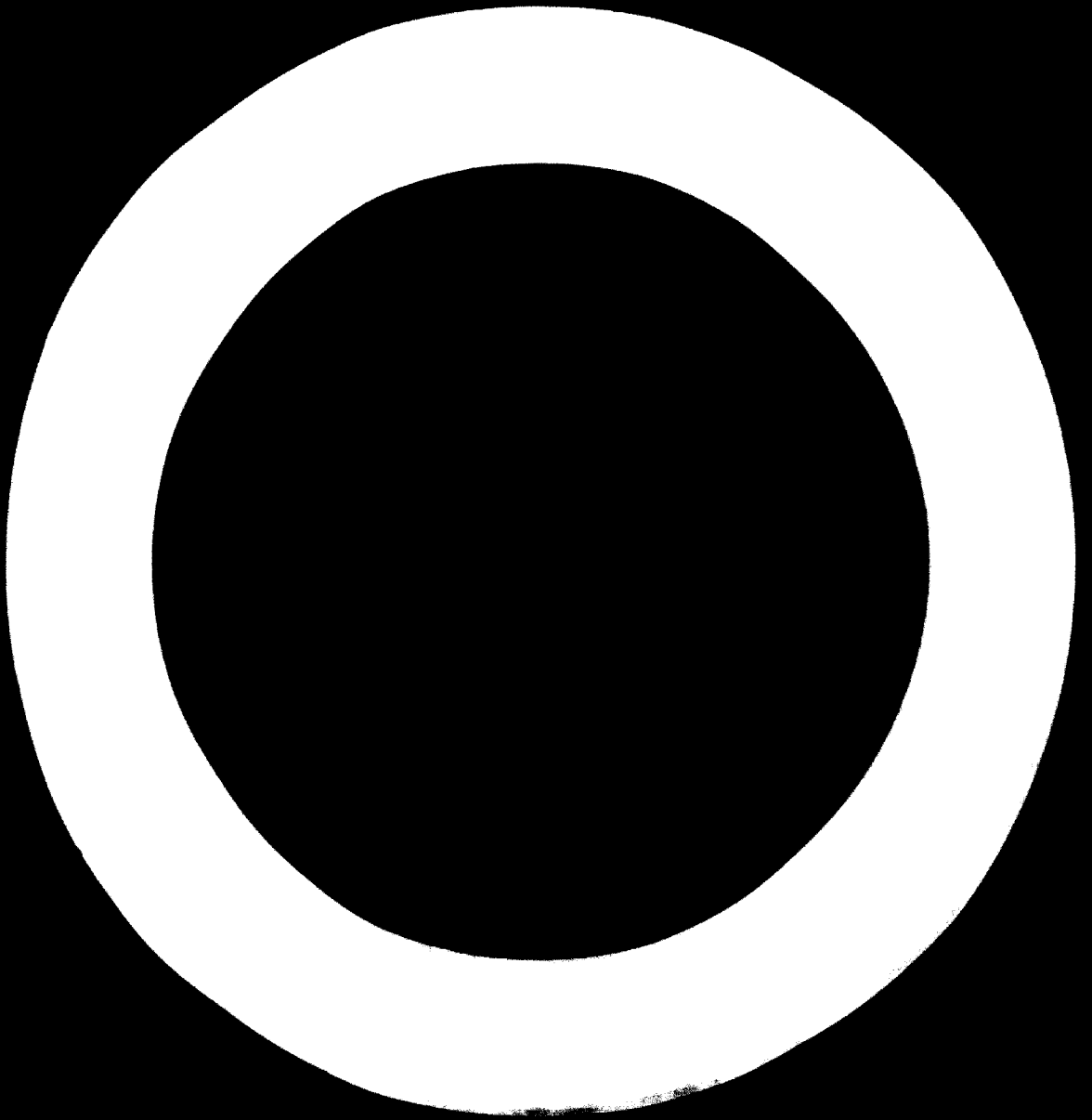


Figure II
Schéma de la
installation de la



Mesure des températures

La mesure des températures est effectuée par thermoéléments avec indication électrique (enregistreur multiple/indicateur dans la chambre de mesure). Localement, la température est indiquée par des thermomètres construits en bimétal.

Mesure de niveau

La mesure du niveau s'effectue, où cela est nécessaire, selon le principe des différences de pression par transmetteur à brides avec indicateur/enregistreur pneumatique dans la chambre de mesure. La mesure du niveau s'effectue quand cela est possible selon le principe des différences de pression en utilisant la méthode de pétillage avec indicateur/enregistreur pneumatique dans la chambre de mesure. Les mesures locales sont effectuées en utilisant la méthode de pétillage.

Mesure de pression

La mesure de la pression se fait où cela est nécessaire par transmetteur à pression avec indication pneumatique dans la chambre de mesure. Localement une indication par manomètre suffit.

Régulateurs et soupapes de régulation

Tous les cycles de régulation fonctionnent de manière pneumatique. Tous les cycles de régulation avec valeur enregistrée électriquement sont pourvus d'un convertisseur électropneumatique.

La chambre de mesure

Pour faciliter le fonctionnement et le contrôle de toutes les installations, les appareils de mesure et de régulation sont réunis sur un tableau central de contrôle. Les organes de commande automatique du procédé se trouvent également sur ce tableau. Au-dessus du tableau figure un schéma sur lequel le système d'alarme est indiqué par des lampes (clignotant et lumière continue). Le système d'alarme est complété par des signaux acoustiques (avertisseur ou sonnette électrique).

5. Autres installations nécessaires

L'approvisionnement en énergie électrique est effectué par le réseau national de distribution d'énergie. Il existe une installation de distribution de courant de haute tension à laquelle sont reliés les transformateurs et les moteurs à haute tension et une station de distribution de courant à basse tension. L'atelier d'entretien est équipé de machines-outils, d'appareils, d'outillage (section mécanique), d'instruments de mesure et de régulation (section électrique). Le laboratoire est pourvu de toutes les installations et de tous les appareils nécessaires au contrôle du procédé.

Une installation est nécessaire pour le stockage du gas-oil. Elle se compose d'un réservoir et de deux pompes dont les spécifications sont :

		Nombre	
		<u>REQMIA</u>	
6.8.4.1	1		Réservoir
			Capacité : 400 m ³
			Diamètre : 8 000 mm
			Hauteur : 9 000 mm
			Matière : acier
6.8.4.2	2		Pompes à huile avec moteurs et plaques de fondation
			Capacité : 4 m ³ /h
			Hauteur de levage : 30 m (colonne d'eau)
			Matière : acier

6. Chiffres de consommation des installations auxiliaires

	Par heure
Gas-oil (valeur calorifique : 9 600 kcal/kg)	300 kg
Energie électrique	77 kWh
Eau de puits	2,4 t
Substances chimiques :	Pour 24 heures
Chlorure de sodium	108 kg
Lessive d'hypochlorite de sodium	56 kg
Produits anticorrosifs	0,6 kg

Ces diverses installations sont pourvues de la tuyauterie, robinetterie, des dispositifs de supports et de suspension, des instruments de mesure et de régulation, de l'équipement électrique et de l'isolement dont elles ont besoin.

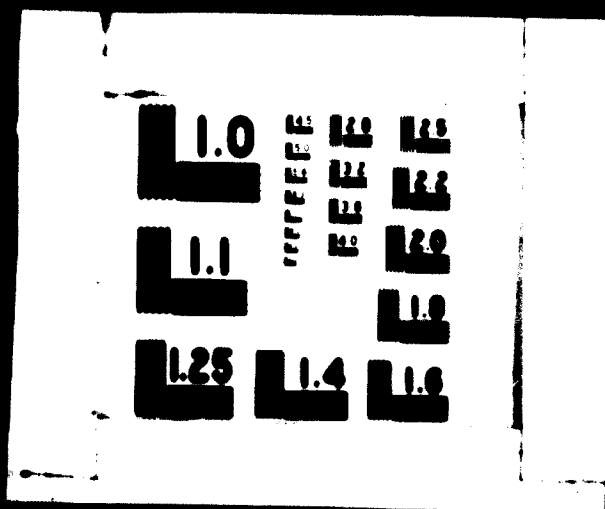
Pour la construction de la tuyauterie extérieure, les degrés de pression, les diamètres et le matériel ont été conçus conformément aux nécessités techniques. Les tuyaux sont conformes aux spécifications de l'ISO, les brides et la robinetterie à celles de DIN. On a tenu compte de certaines exigences techniques : tuyaux à paroi épaisse pour l'acide sulfurique, séparateurs d'eau de condensation à tuyaux pour la vapeur.



76. 05. 20

2 OF 2

06939



IV. ETUDE DU PRIX DE REVIENT DU SUPERPHOSPHATE SIMPLE ENSACHE A KOULIKORO

Pour une capacité de production de 16 700 t/an de phosphate préconcentré à Bourem, les coûts d'une tonne de phosphate préconcentré en vrac au stockage à Bourem s'élèvent à : 22 700 FM.

Pour une capacité de 33 400 t/an de phosphate brut préconcentré à Bourem les coûts se réduisent à : 17 750 FM.

Avec les frais pour chargement, transport fluvial et déchargement, le prix d'une tonne à Koulikoro pour une production de 33 400 t/an de phosphate brut préconcentré est de : 29 769 FM.

1. Frais d'investissement (en francs maliens)

Prix du terrain et coûts de la mise en valeur

Terrain de 65 000 m ² à 500 FM/m ²	32 500 000
Développement	32 500 000
Routes	10 400 000
Enclos	8 500 000
Evacuation des eaux résiduaires	5 600 000
Pavage des emplacements de stockage en plein air	20 400 000
	<hr/>
	109 900 000

Bâtiments

Administration, installations sociales, atelier mécanique, laboratoire	100 000 000
Entrepôt de phosphate brut	120 000 000
Entrepôt de mûrissement	120 000 000
Atelier de broyage	30 000 000
Atelier d'ensachage	80 000 000
Atelier de production du superphosphate	330 000 000
	<hr/>
	780 000 000

Installations de production, machines et véhicules (voir tableau 12)

**Tableau 17. Ventilation des coûts des installations de production, machines et véhicules à Koulikoro
(en francs maliens)**

	Prix f.o.b.	Transport à Bahr	Transport à Koulikoro	Construction et assemblage	Prix total à Koulikoro
Toutes les installations sont transférées de Bourem à Koulikoro.					
Atelier de bruyage					
Atelier d'emballage					
Stockage de phosphate					
Stockage d'acide sulfurique					
Atelier de superphosphate					
Stockage de nitrate					
Stockage de produit fini					
Installations auxiliaires	1 850 000 000	110 000 000	83 500 000	630 000 000	2 673 500 000
Bus réfrigérés					
Vapeur					
Air comprimé					
Atelier mécanique					
Laboratoire					
Équipement électrique					
Travaux extérieurs					
3 véhicules de 1 t à usages multiples	19 000 000	2 850 000	650 000		
6 remorques	19 000 000	2 850 000	auto-propulsion		
Total	1 888 000 000	115 700 000	84 150 000	630 000 000	2 717 850 000

3/ Tous les coûts pour le démontage à Bourem, pour le transport de Bourem à Koulikoro, pour le montage à Koulikoro, pour le changement de dispositifs électriques et pour les appareils supplémentaires (6.6.1) (6.6.2) (6.6.3) sont compris dans les coûts des installations pour la fabrication du superphosphate.

Dépenses imprévues

5 % du capital à investir dans les installations : 136 000 000 FR

En résumé :

Coût des installations mécaniques	2 717 850 000
Dépenses imprévues	136 000 000
Coût de la mise en valeur du terrain (sans le prix du terrain)	77 400 000
Coût des bâtiments	780 000 000
Total	3 711 250 000

2. Coûts annuels de production

Main-d'oeuvre et cadres

Tableau 18. Personnel et frais de main-d'oeuvre

Catégorie	Nombre de Postes	Rémunération annuelle (comprenant les taxes et contributions) (en francs belges)	Frais annuels
Directeur	1	7 380 000	7 380 000
Ingénieur	1	7 380 000	7 380 000
Chimiste	1	7 380 000	7 380 000
Comptable	1	1 800 000	1 800 000
Electricien	3	1 100 000	3 300 000
Technicien	1	1 100 000	1 100 000
Chef d'atelier	1	1 500 000	1 500 000
Serrurier	2	441 000	3 969 000
Laborantin	4	600 000	2 400 000
Chauffeurs	4	234 000	936 000
Chef d'équipe	3	715 000	2 145 000
Maître	4	1 500 000	6 000 000
Contremaître	3	1 000 000	3 000 000
Ouvrier qualifié	12	350 000	4 200 000
Ouvrier non qualifié	12	159 000	1 908 000
Secrétaire	3	300 000	900 000
Total			54 518 000

Matières premières

	FM
Phosphate brut (33 400 t/an à 29 769 FM/t) =	994 285 000
Acide sulfurique ^{5/} (21 200 t/an à 55 000 FM/t) =	1 166 000 000

Matières auxiliaires et produits d'entretien et d'exploitation

Consommation d'énergie	FM
2 600 000 kWh à 38 FM/kWh	99 000 000

Consommation de gas-oil	en litres
2 pelleteuses mécaniques	10 000
3 véhicules	9 000
Installations auxiliaires	1 120 000
	<u>1 139 000</u>

Prix de l'huile (130 FM/l x 1 139 000) =	<u>148 000 000</u>
--	--------------------

Frais annuels pour l'énergie électrique et le gas-oil	Total partiel	247 000 000
---	----------------------	-------------

Supplément pour lubrifiants	<u>3 300 000</u>
-----------------------------	------------------

Coûts annuels pour l'énergie électrique, le gas-oil et les lubrifiants	Total partiel	250 300 000
--	----------------------	-------------

Petits outils, autres produits auxiliaires et matériaux de consommation	<u>9 900 000</u>
---	------------------

Total	<u><u>260 200 000</u></u>
--------------	---------------------------

Entretien et réparation (voir tableau 19)

^{5/} Le calcul a été fait sur la base du prix de l'acide sulfurique importé d'Europe, car on ne disposait pas de données sur les prix en vigueur au Mali.

Tableau 19. Ventilation des frais annuels
d'entretien et de réparation
(en francs maliens)

	Prix d'achat	Pourcentages du prix d'achat	Frais
Routes, enclos, pavage	44 900 000	2	900 000
Bâtiments	780 000 000	2	15 600 000
Installations de production comprenant les installations auxiliaires	673 500 000	5	133 675 000
Véhicules et remorques	44 350 000	10	4 435 000
Total			154 610 000

Amortissements

Tableau 20. Calcul des amortissements annuels

	Durée d'utilisation (années)	Taux d'amortissement (%)	Amortissement (FR)
Installations extérieures (routes, etc.)	30	3 1/3	1 500 000
Bâtiments	30	3 1/3	26 000 000
Installations de production et installations auxiliaires	15	6 2/3	178 000 000
Véhicules et remorques	5	20	8 870 000
Total			214 370 000

Coûts du capital à incorporer

Ce sont les intérêts qui devront être payés effectivement pour le capital emprunté, le prix du terrain, la moitié du capital d'équipement, les quantités stockées de matières premières et à l'encaisse nécessaire à l'exploitation.

- 16 000 t de phosphate brut
- 5 000 t d'acide sulfurique
- 4 000 t de superphosphate

Les coûts du capital à incorporer portés aux comptes du phosphate brut et du superphosphate emmagasiné ne sont calculés que pour les dépenses effectives : frais de personnel, matières auxiliaires, produits d'entretien et de fonctionnement, frais de réparations, frais administratifs et le coût de l'acide sulfurique nécessaire à la production.

Coût du capital à incorporer (voir tableau 21)

Frais administratifs

30 % des frais de main-d'oeuvre (54 518 000 FM) = 16 400 000 FM

Dépenses imprévues

10 % de tous les frais sans les matières premières et auxiliaires et sans les produits d'entretien et d'exploitation. Elles s'élèvent à 58 087 200 FM.

En résumé :

	<u>FM</u>
Frais de main-d'oeuvre	54 518 000
Matières premières : phosphate brut	994 285 000
acide sulfurique	1 166 000 000
Matières auxiliaires et produits d'entretien et d'exploitation	260 200 000
Frais d'entretien et de réparation	154 610 000
Amortissements	214 370 000
Intérêts	140 974 000
Frais administratifs	16 400 000
Dépenses imprévues	58 087 200
Total	<u>3 059 444 200</u>

Prix d'une tonne de superphosphate pour une production de 50 000 t/an :

sans emballage	61 189 FM
avec emballage	69 389 FM

Tableau 21. Coût du capital à incorporer

(en francs maliens)

	base du service de l'intérêt	valeur ^{a/}	valeur au promoteur b/	taux d'intérêt (%)	montant des intérêts
Terrain	Prix d'achat et frais de mise en valeur	65 000 000	65 000 000	6	3 900 000
Installations extérieures, installations de production, véhicules	Moitié du capital investi	1 426 980 000	1 426 980 000	6	85 500 000
Entrepôt de phosphate brut : 16 000 t	Dépenses effectives à Tamagobélet	173 500 000			
	Dépenses effectives à Bouron	225 000 000	429 000 000	6	25 800 000
	Dépenses effectives à Bouron	94 423 500			
	Transport à Koulikoro	400 000 000			
Entrepôt d'acide sulfurique : 5 000 t	Prix de 5 000 t d'acide sulfurique	275 000 000	275 000 000	6	16 500 000
	Entrepôt de superphosphate de : 4 000 t	Mêmes dépenses que pour le phosphate brut	994 285 000	150 000 000	6
Dépenses effectives à Koulikoro		485 728 000			
Emballage		400 000 000			
Total	Frais de main-d'oeuvre (1 mois)	4 544 000	4 544 000	6	274 000
					140 974 000

a/ Frais pour la production entière de phosphate brut et de superphosphate.

b/ Frais proportionnels pour les quantités de phosphate brut et de superphosphate entreposées.

Annexe I

PERSONNALITES RENCONTREES AU MALI

PNUD, FAO

M. Jean Pierre Schellenberg
Représentant résident du PNUD

M. Roland Menil
Adjoint au représentant résident du PNUD

Mlle Marta Schmelzer
Adjointe au représentant résident du PNUD

M. Loïc Hervouet
Conseiller pour le développement industriel, PNUD à Dakar

M. Robert Fanfant
Conseiller agricole
Représentant de la FAO

M. Yves Biry
Directeur de projet (MLI/72/011) du PNUD

M. Pierre Bagtchadjan
Fonctionnaire d'administration du PNUD

Ministères

M. Seydou Domba Directeur général
de la Direction nationale de l'industrie
Ministère du développement industriel et
des travaux publics

M. Mohamadou Cissé Directeur
du Bureau d'études de la Direction nationale
de l'industrie

M. N'Golo Traoré Ingénieur en chef
du Bureau d'études de la Direction nationale
de l'industrie

M. Orissa Keita Ingénieur en chef
de la Direction nationale de l'industrie

M. Issmila Kanté Directeur
du Ministère du développement industriel et
des travaux publics

M. Morifing Koné Directeur
du Ministère des sociétés et entreprises d'Etat

M. Sekou Diallo Directeur
de la Direction nationale de la géologie et
des mines

M. Kand Ingénieur en chef
de la Direction nationale de la géologie et
des mines

M. Diarra Directeur adjoint
de la Direction nationale de la géologie et
des mines

M. Ousmane Niaré Ingénieur en chef
de la Direction de l'agriculture

AUTRES PERSONNES

M. Cimalando Directeur général
des Chemins de fer

M. Citon Directeur général
de la Compagnie malienne des transports routiers

M. Couba Cissé Directeur général
de la Compagnie malienne de navigation

M. Zatie Joseph Koné Ingénieur en chef
de la Compagnie malienne de navigation

M. Samoula Traoré Directeur général
de SOAEM

M. Hounta Traoré Ingénieur en chef
au Département d'études techniques de SOAEM

M. Ousmane Koné Ingénieur en chef
de la base de Gao de SOAEM

M. Hantou
Oloquingaly Directeur général
de SOAEM

M. Hakan Kayento Ingénieur en chef
de SOAEM

M. Alpha Cheick Cissé Directeur adjoint
de SOAEM

M. Thera Ingénieur en chef
de SOAEM

Annexe II

TARIFE DE TRANSPORT

TARIF DES CHEMINES DE FER (en francs maliens, par tonne)

Tarif sénégalais (Dakar à la frontière du Mali)

Soufre (en vrac - 35 t/wagon)	7 904
Engrais (35 t/wagon)	7 904
Phosphate de chaux	7 947
Ciment (en sacs)	8 832
Acides (46 m ³ /wagon-citerne)	15 193
Machines	8 795
Tubes	12 093
Tôles	12 093
Camion de 10 t	15 504

Tarif malien (frontière du Mali à Koulikoro)

Soufre (en vrac - 35 t/wagon)	9 140
Engrais (35 t/wagon)	7 872
Phosphate de chaux	7 115
Ciment, importé, en sacs	7 944
Ciment de SOGIMA (90 km de Kayes) en sacs	7 883
Acides (46 m ³ /wagon-citerne)	9 140
Machines	9 368
Tubes	8 280
Tôles	8 280
Camion de 10 t	13 568

Location de wagons de 15 m³ (prix par m³)

15 jours	3 500
3 mois	18 700
1 année	65 500

Pénalités pour retard des wagons

1 jour (24 h)	6 000
2 jours	9 000
3 jours	15 000
4 jours	15 000
Après 4 jours	40 000
Après 5 jours	60 000

Tous les tarifs de chemins de fer seront augmentés de 20 % en octobre 1975.

Tarifs routiers (en francs maliens, par tonne et par km)

Sur les axes nationaux et internationaux	26,40
Sur les pistes	52,80

Surtaxes : elles sont calculées en pourcentage des coûts

Impôts	6 %
Taxe d'affrètement	1,5 %
En Côte d'Ivoire	2 %

Chargement	: 600 FM/t
Déchargement	: 600 FM/t

Tarifs fluviaux

Phosphate (en vrac ou en sac)	8,50
Ciment (en sac)	8,50
Gas-oil (en citerne)	16,10
Matériaux de construction	12,75
Machines 1-2 t	30,55
2-4 t	39,00
4-7 t	47,50
> 7 t	54,30
Tôles	14,45
Véhicules 2 t	22,90
3 t	33,55
15 t	42,45

Chargement des barges	: 850 FM/t
Déchargement des barges	: 850 FM/t

Annexe III

DISTANCES

Distances à Chemin de fer

En kilomètres

Dakar	→	frontière du Mali	62
Frontière du Mali	→	Koulikoro	64

Distances routières

Abidjan	→	Tamagoueleit	2 150
Abidjan	→	Mopti	1 357
Bamako	→	Koulikoro	
Bamako	→	Markala	207
Bourem	→	Tamagoueleit	108
Bourem	→	Mopti	674
Bourem	→	Koulikoro	1 100
Mopti	→	Markala	434

Distances fluviales

Bourem	→	Mopti	710
Bourem	→	Koulikoro	1 214

Carte du Mali et des pays voisins (Figure VIII)

Annexe IV

LISTE DES FOURNISSEURS

Ateliers (clefs en main) pour toutes les sortes d'engrais

Lurgi Chemie und Hütten Technik GmbH
6 Frankfurt (Main), Gervinusstrasse 17/19
Tel : 0611-1571, Telex : 04 1236

Davy Powergas GmbH
Köln a. Rhe., Aachenerstrasse 958

Friedrich Unde GmbH
41 Dortmund, Degglingstrasse 10-12 -
Tel : 0231-5471, Telex : 0222 187

Klöckner-Industrie-Anlagen GmbH
41 Duisburg 1, Wilhelmerstrasse 54, Postfach 21
Tel : 02131-181 Zentrale, Telex : 08 55 381 - 7
Telegramm : KLOCKNER DUISBURG

Fried. Krupp GmbH, Chemie Anlagenbau
43 Essen, Altendorferstrasse 100
Tel : 28001, Telex : 08 57 385, Telegramm : KRUPP CHEMIE ESSEN

Didier-Kollogg, Industrie-Anlagenbau GmbH
43 Essen, Alfredstrasse 28, Postfach 360

Halder Topogé
Copenhagen-Nor. rup, Baumgaardrovej 73

Staatmijnen
Gelsen (Niederlande)

Sinon-Corves Chemical Engineering Ltd
Stockport (England) SK3 0RE
Tel : 061 428 3400, Telex : 668 878, Telegramm : SINON MANCHESTER

Machines à bras

Kohlenscheidungs-Gesellschaft mbH
7000 Stuttgart 1, Johannesstrasse 41-45
Tel : 0711-280154/59, Telex : 07 23 054, Telegramm : KESCHENDE STUTTGART

Claudine Peters AG.
2 Hamburg 60, Hauptstrasse 1
Tel : 040-43381, Telex : 02 174 110 opag 4
Telegramm : PETERS HAMBURG

Aulmann & Beckschulte, Maschinenfabrik
5283 Bergneustadt Bez-Köln, Kölnerstrasse 94, Postfach 94
Tel : 02261-52061/63, Telex : 08 84 576, Telegramm : AULMANN BERGNEUSTADT

Alpine AG, Maschinenfabrik
89 Augsburg 2, Postfach 629
Tel : 336033, Telex : 053808, Telegramm : ALPINE AUGSBURG

Loesche Hartzerkleinerungs- und Zementmaschinen K.G.
4 Düsseldorf, Steinstrasse 18
Tel : 80151, Telex : 08 582 656, Telegramm : LOESCHENWUEHLEN DUESSELDORF

MEDAG Westfalia Dinnendahl Gröppel AG.
463 Bochum, Hermerstrasse 299
Tel : 5391, Telex : 0825807 a wog d, Telegramm : MEDAG BOCHUM

Passules

Libra-Werk, Pelz & Nagel K.G.
33 Braunschweig-Gliesmarode, Vossenkamp 1
Tel : 37 60 51, Telex : 09 52 866, Telegramm : LIBRAMERK BRAUNSCHWEIG

Toledo-Werk GmbH
5000 Köln-Braunsfeld, Stolbergerstrasse 7-11
Tel : 52 10 21, Telex : 08 802 855, Telegramm : TOLEDOWERK KOELN

Carl Schenck GmbH, Maschinenfabrik
61 Darmstadt, Landwehrstrasse 55
Tel : 06151-8821, Telex : 04 19 441 oed d, Telegramm : SCHENCK DARMSTADT

Biserte-Werke Wilhelm Kraut KG
Wilhelm-Krautstrasse 41, Postfach 107, 7460 Balingen 1, Abt. 908 K
Tel. 07433-121, Telex : 0763 682, Telegramm : BIZERRE

Greif-Werk Ernst Mahlkoch, Maschinenfabrik
2400 Lübeck, Kronsforder Landstrasse 177, Postfach 1183
Telex : 2 6 895, Telegramm : GREIFWERK

Chronos-Werk Reuther & Bessert GmbH
3802 Hannover 1 (Bief) P, Postfach : 1267, Frankfurterstrasse 85-95
Tel : 0511-2381/85, Telex : 879504, Telegramm : CHRONOS

Luftmaschinen

P. Klaus, Maschinen und Apparatebau
463 Bochum, Blumenfeldstrasse 18
Tel : Bochum 41084/87, Telex : 08 25 895, Telegramm : KLAUSWERKE BOCHUM

Balcke-Durr Aktiengesellschaft
6710 Frankenthal/Pfalz
Tel : 06233-841, Telex : 0467228

Halberg Maschinenbau GmbH & Co
700 Ludwighafen
Postfach 210625
Tel : 0621-50121, Telex : 04 64 833

KHD Industrieanlagen AG
Humboldt Weg, Köln 91, Postfach 910404
Tel : 823-1, Telex : 088 73 221

Klein, Schanzlin & Becker AG
6710 Frankenthal, Postfach 225
Tel : 062 33-861, Tel : 0465 211/12/13

Rheinstahl AG., Maschinenbau
Ruhrpumpen, 5810 Mitten, Postfach 6309
Tel : 02302-6611, Telex : 08229117

Sulzer Weise GmbH
7580 Bruchsal
Tel : 07251-9841, Telex : 078 22 207

Bungartz, Paul & Co
4000 Düsseldorf 11, Düsseldorferstrasse 79

Filtern & air

Intensiv-Filter GmbH, Spezialfabrik für Entstaubungsanlagen
5608 Langenberg-Rhld, Vosskuhlstrasse 68
Tel : 1777, Telex : 08 516 799, Telegramm : IFLA LANGENBERG

Maschinenfabrik Beth GmbH
2400 Lübeck 1, Mäusen Allee
Tel : 43 961, Telex : 0 6 828, Telegramm : BETH LÜBECK

Heinrich Lühr, Staubtechnik
496 Stadthagen, Buserstrasse 26
Tel : 05781-635, Telex : 097 381, Telegramm : LUHRFILTER STADTHAGEN

Standard-Filterbau, Dr. E. Andreas KG
4400 Münster, Postfach 7608
Tel : 0251-6971, Telex : 89 27 14

Collezionea macchine

Baton Yale & Toume GmbH
5680 Velbert, Heiderstrasse 71, Postfach 410
Tel : 02124-3111, Telex : 8516 841 hko-d, Telegramm : BHT

Kaelbe, Carl, GmbH, Motoren und Maschinenfabrik
7150 Backnang, Wilhelmstrasse 44, Postfach 1380
Tel : 07191-8931, Telex : 784 426, Telegramm : KALBE

Schoepf, Maschinenbau GmbH
7000 Stuttgart 75, Kirchheimerstrasse 120, Postfach 93
Tel : 0711-4129331/38, Telex : 721218, Telegramm : SCHOEPF STUTTGART

Zettelmeyer Maschinenfabrik GmbH & Co KG.

5503 Konz

Tel : 06501-851, Telex : 04 72 771, Telegramm : ZETTELMEYERKONZ

Clark - Maschinenfabrik GmbH

4330 Wilhelm (Ruhr), Weselerstrasse 48/50, Postfach 010 340

Tel : 02133-5851, Telex : 856621, Telegramm : CLARK WILHEIM

Roboterics

Klinger, Richard, GmbH

6270 Idstein, Richard-Klinckerstrasse, Postfach 1370

Tel : 06126-821, Telex : 04 182 276

Erhard, Joh. H. Waldenmaier Erben, Süddeutsche Armaturenfabrik

792 Heidenheim

Tel : 07 321-3201, Telex : 07 148 72

Bopp & Reuther GmbH

6800 Mannheim 31 (Waldhof), Carl-Reutherstrasse, Postfach 38

Tel : 0621-75031, Tel. 463 281, Telegramm : BOPPREUTHER

Vereinigte Armaturen Gesellschaft mbH

6800 Mannheim 1, Augusta-Anlage 32, Postfach 2512

Tel : 0621-45071, Telex : 463 241/42/43 vag d

Telegramm : VEREINIGTE MANNHEIM

RheinWitte vorm. Ludwig Beck & Co. KG

6802 Wiesbaden-Diebrich, Rheingonstrasse 96-100, Postfach 06121-69026

Telex : 4 186 226, Telegramm : RHEINWITTE

Instrumente de mesure et de régulation

J.G. Eckardt AG.

7000 Stuttgart 50, Postfach 500 347, Fraugstrasse 22

Tel : 0711-5021, Telex : 723 838, Telegramm : APPARAT STUTTGART

Hartmann & Braun AG., Mess- und Regeltechnik

6000 Frankfurt 90, Grafstrasse 97, Postfach 900 507

Tel : 0611-7991, Telex : 414 071 Fern d

Telegramm : HARTMANNBRAUN FRANKFURTER

Honeywell GmbH

605 Offenbach (Main), Kaiserstrasse 55

Tel. 0611-8041, Telex : 4-15005

Hettinger Baldauf Messtechnik GmbH

61 Darmstadt, Postfach 4751

Tel : 06151-2031, Telex : 0419341

Samson Apparatebau AG
6000 Frankfurt 1, Weismüllerstrasse 1, Postfach 4147
Tel : 0611-40091, Telex : 417240 sams d, Telegramm : SAMSONREGLER

Cyclones

Intensiv-Filter GmbH & Co KG
5602 Langenberg/Rhld, Vosskuhlstrasse 63
Tel : 02127-5031, Telex : 08516799

Büttner-Schilde-Haus AG
4150 Krefeld-Uerdingen-11, Farkstrasse 29, Postfach 4-6
Tel : 02151-4431, Telex : 8 53 824, Telegramm : BUTTNER KREFELD-URDINGEN

Hartmann AG
6050 Offenbach/Main
Tel : 0611-851 041, Telex : 04 152 844

Lühr, Heinrich - Staubtechnik
D 496 Stadthagen, Buzerstrasse 26
Tel : 4004, Telex : 97 22 81, Telegramm : LUHRFILTER

Schiele, G. & Co. Ventilatoren-Lufttechnische Anlagen
6836 Eschborn 1 (Tannus), Hauptstrasse 81-85
Tel : 06196-44051, Telex : 04 156 36

Standard Filterbau, Dr. E. Andreas KG
4400 Münster, Postfach 7608
Tel : 0851-6971, Telex : 898714

KHD Industrieanlagen AG
Humboldt Weg, 5 Köln 91, Postfach 910404
Tel : 883-1, Telex : 06873221

Ventilatoren

G. Schiele & Co
6836 Eschborn (Tannus), Postfach 1309
Tel : End Soden 06196-4051, Telex : 04 15 636,
Telegramm : SCHIELE ESCHBORN

Fa. Turbon-Werke GmbH
1 Berlin-Weinickendorf 1, Boedermallee 1-2
Tel : 4906-1, Telex : 0181704

Ventilatorenfabrik
4740 Oelde 1, Ahmannstr 10, Postfach 8)
Tel : 05782-2303, Telex : 89464 voo d

Spellenbach Nachf. KG
56 Huppertal 2, Rheinischestrasse 14, Postfach 240 403
Tel : 0202-694-1, Telex : 8991 752, Telegramm : SPILLER

Mittner-Schilde-Haas AG.

Werk 6440 Bebra, Robert-Bunsenstrasse 10-12, Postfach 180
Tel : 06622-861, Telex : 493 415

Pellrich, Paul & Co

4050 Mönchengladbach, Neusserstrasse 172, Postfach 609
Tel : 02161-22651, Telex : 852751

Sack- und Polverfabriken

Natronzellstoff und Papierfabriken AG.

68 Mannheim, Sandhoferstrasse 176
Tel : 3911, Telex : 0463 372, Telegram : NATRO D

Erwin Behn, Verpackungsbedarf GmbH

4150 Krefeld, Diensumerstrasse 59 71, Postfach 324
Tel : 28294, Telex : 06 53 862, Telegram : PACKBEDARF KREFELD

Spohn Verpackungswerke KG.

7800 Freiburg
Tel : 0761-42626, Telex : 0772814

PEG Plastik-Sack GmbH & Co KG.

4780 Beckum

Plastopack GmbH

8808 Heilsbrunn
Tel : 09872 376 et 595, Telex : 061 452

Rollenmaschinen

ELM-Werk Maschinen-Gesellschaft mbH & Co

7305 Bittlingen (Baden), Bahnhofstrasse 17-21, Industriegelände,
Postfach 66
Tel : 07043-3271/79, Tel : 7 226 779, Telegram : ELMWERK

Johannes Heller Maschinen und Apparatebau

8000 Hamburg 30, Schillerstrasse 43, Postfach 30 1069
Tel : 040-391481/83, Telex : 212 302, Telegram : JOHHELLER

Schneidemaschinen & Rollenmaschinen

Halberg Maschinenbau GmbH & Co.

67000 Ludwigshafen (Rhein), Halbergstrasse 1, Postfach 21 0625
Tel : 0621-9221, Telex : 0464833

Burg Aktiengesellschaft

4100 Duisburg, Hülfgang - Ruster-Platz
Tel : 20121, Telex : 06 55 855, Telegram : BURG DUISBURG

Linde Aktiengesellschaft, Werkgruppe Sürth
Kälte und Klimatechnik, Verianrenstechnik
5038 Rodenkirchen/Sürth, Sürther Hauptstrasse 178, Postfach 1610
Tel : 02236-601-1, Telex : 8 886 925 lin d, Telegramm : LINDEIK SÜERTH

Tamis

Rheum, Rheinische Werkzeug und Maschinenfabrik GmbH
5030 Remscheid 12 - Lüttringhausen, Rosentalstrasse, Postfach 53
Tel : 02123-60105/08, Telex : 08 513 785, Telegramm : RHEUM-REMSCHIED

Haver & Boecker, Drahtweberei und Maschinenfabrik
474 Oelde/Westfalen, Carl-Haver-Platz
Tel. 02522-301, Telex : 08 921 571 hav, Telegramm : HABOE OELDE

KHD Industrieanlagen AG., Humboldt Wedag
5 Köln 91, Postfach 910404
Tel : 823-1, Telex : 08873221

Elévateurs

Gustav Schade Maschinenfabrik
4600 Dortmund-Schlüren, Am Rosenplätzchen 120, Postfach 796
Tel : 0231-441051, Telex : 822429, Telegramm : GUSTAVSCHADE

Carl Schenck AG.
61 Darmstadt, Landwehrstrasse 55, Postfach 4018
Tel : 06151-8821, Telex : 04 19611

Fredenhagen KG.
6050 Offenbach, Spremlinger Landstrasse 181
Tel : 0611-839071, Telex : 04-152815, Telegramm : FREDENHAGEN

Erkelenzer Maschinenfabrik
Ferdin. Glasen KG, 5140 Erkelenz (Rhld), Bernh. Bahnstrasse 18-20
Postfach 1228/1229
Tel : 02431-6041/43, Telex : 8 329 864, Telegramm : EMB

Molins à roses cellulaires

Maschinenfabrik Hartmann AG.
6050 Offenbach/Main
Tel : 0611-51 041, Telex : 04 152 844

Polysius AG.
4723 Neubeckum, Graf-Galenstrasse 17, Postfach 340
Tel : 02525-711, Telex : 89481, Telegramm : POLYSIUS NEUBECKUM

Johannes Müller, Maschinen und Apparaten
2000 Hamburg 50, Schillerstrasse 43, Postfach 501069
Tel : 040-391 481/83, Telex : 2 12 302, Telegramm : JOHSMULLER

Miag Mühlenbau und Industrie GmbH
3300 Braunschweig, Ernst-Amme-Strasse 19, Postfach 3369
Tel : 0531-5941, Telex : 952 862

Tambours à granulation

Böttner-Schilde-Haas AG., Werk Bad Hersfeld
430 Bad Hersfeld, August-Gottlieb-Strasse 5, Postfach 266
Tel : 0621-81-1, Telex : 493 315, Telegramm : TROCKENSCHILDE

Eirich, Adolf u. Albrecht KG., Maschinenfabrik
6969 Hardheim, Bretzinger-Strasse 32, Postfach 5
Tel : 06283-345 u. 925, Telex : 466 440 eiric, Telegramm : SILOEIRICH

Vis transporteuses

Alexander Eirich, Mühlen Silo Speicherbau
6969 Hardheim, Miltenberg-Strasse
Tel : 06283 - 8181

Carl Schenk AG.
61 Darmstadt, Landwehr-Strasse 55, Postfach 4018
Tel : 06151-8821, Telex : 04 19611, Telegramm : SCHENK

Bühler-Miag GmbH
3300 Braunschweig, Ernst-Amme-Strasse 19, Postfach 3369
Tel : 0531-5941, Telex : 39 -52862 bmbs d.
Telegramm : BUEHLER-MIAG BRAUNSCHWEIG

Machines à souder les sacs en matière plastique

Librawerk Pelz & Nagel KG.
3300 Braunschweig, Vossenkamp 1, Tel : 376051, Telex : 09 52 866

Gottlieb Wiedmann KG. Maschinenfabrik
Fellbach b. Stuttgart

Machines pour la fabrication des sacs en feuilles plastiques

Widmüller & Hülscher
4540 Langerich/Westf.
Tel : 05481-141, Telex : 941 322

Gottlieb Wiedmann KG. Maschinenfabrik
Fellbach b. Stuttgart

Buses à immersion

Beumer, Maschinenfabrik KG.
4780 Bockum, Calder-Strasse 40, Postfach 45
Tel : 08581-81/51, Telex : 8 981 511, Telegramm : BEUMER

Erkelenzer Maschinenfabrik, Ferd. Clasen KG.
Erkelenz/Rhld, Bernhard-Hahnstrasse 18-20, Postfach 1228/1229
Tel : 02431-6041/43, Telex : 8 329 864, Telegramm : EBU

Pompes à engrenage

Fr. August Neidig Söhne, Maschinenfabrik
6800 Mannheim Industriehafen, Friesenheimerstrasse 3, 5, 7 und 8
Postfach 1640
Tel : 0621-34088, Telex : 462 209, Telegramm : NEIDIGMERK

Ernst Scherzinger KG, Pumpenfabrik
7743 Furtwangen (Schwarzw.), Bregstrasse 25, Postfach 29
Tel : 07723-2021 + 2022, Telex : 792 914, Telegramm : PUMPENSCHERZINGER

Installations pour l'épuration de l'eau à alimenter les chaudières

Permutit Aktiengesellschaft
1000 Berlin 33
Tel : 0311-8260261, Telex : 0184044

Wabag Wasserreinigungsbau, A. Kretzschmar KG.
8650 Kulmbach, Lichtenfelderstrasse 53

Chaudières à vapeur

Standard Kessel
4100 Duisburg
Tel : 08131-4521, Telex : 0855850

Osnabrücker Dampfkessel-Fabrik, Julius Mayer
4500 Osnabrück, Postfach 3380
Tel : 0541-58371



Figure VIII. Carte du Mali
dessinée par l'auteur

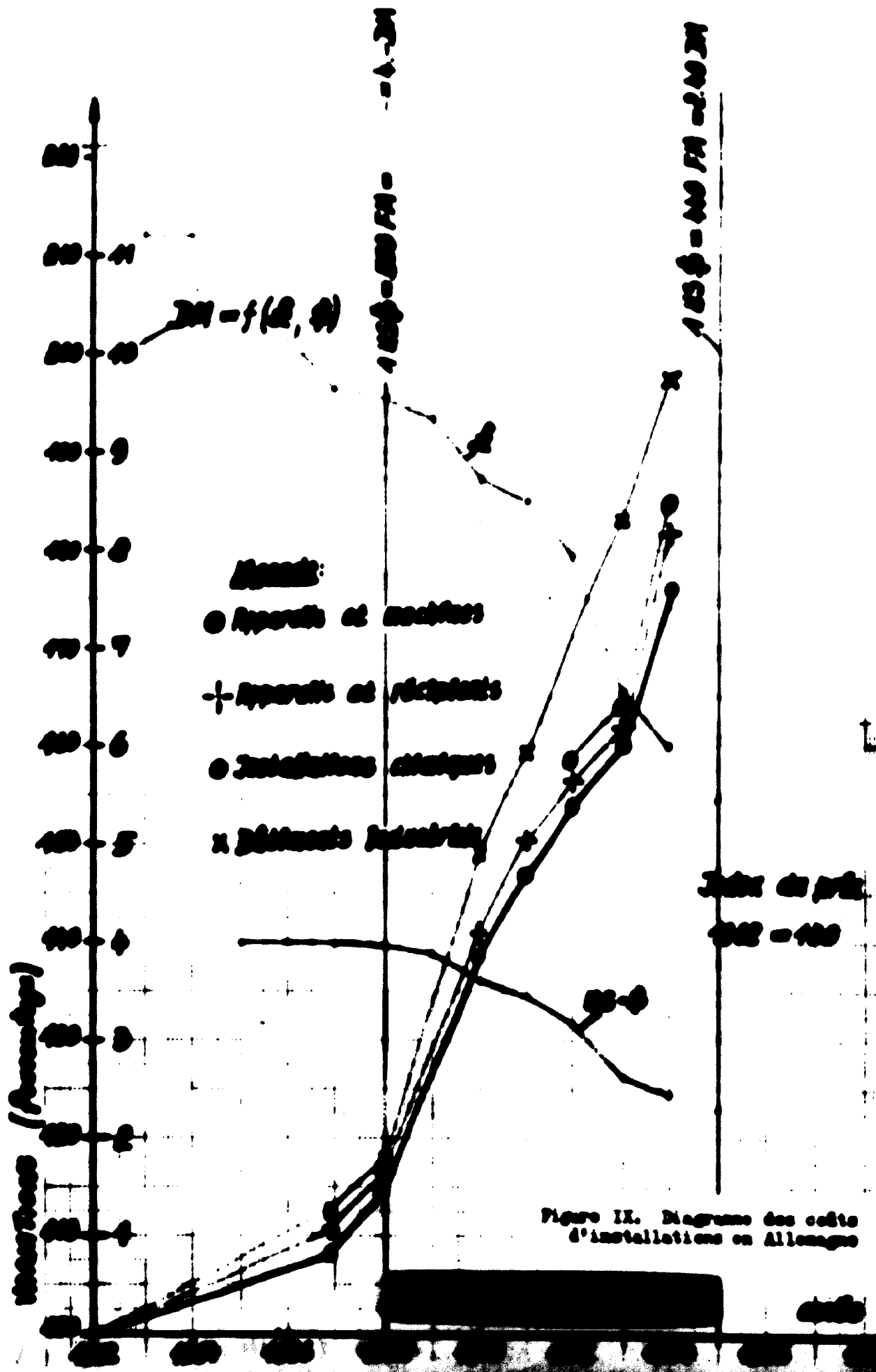
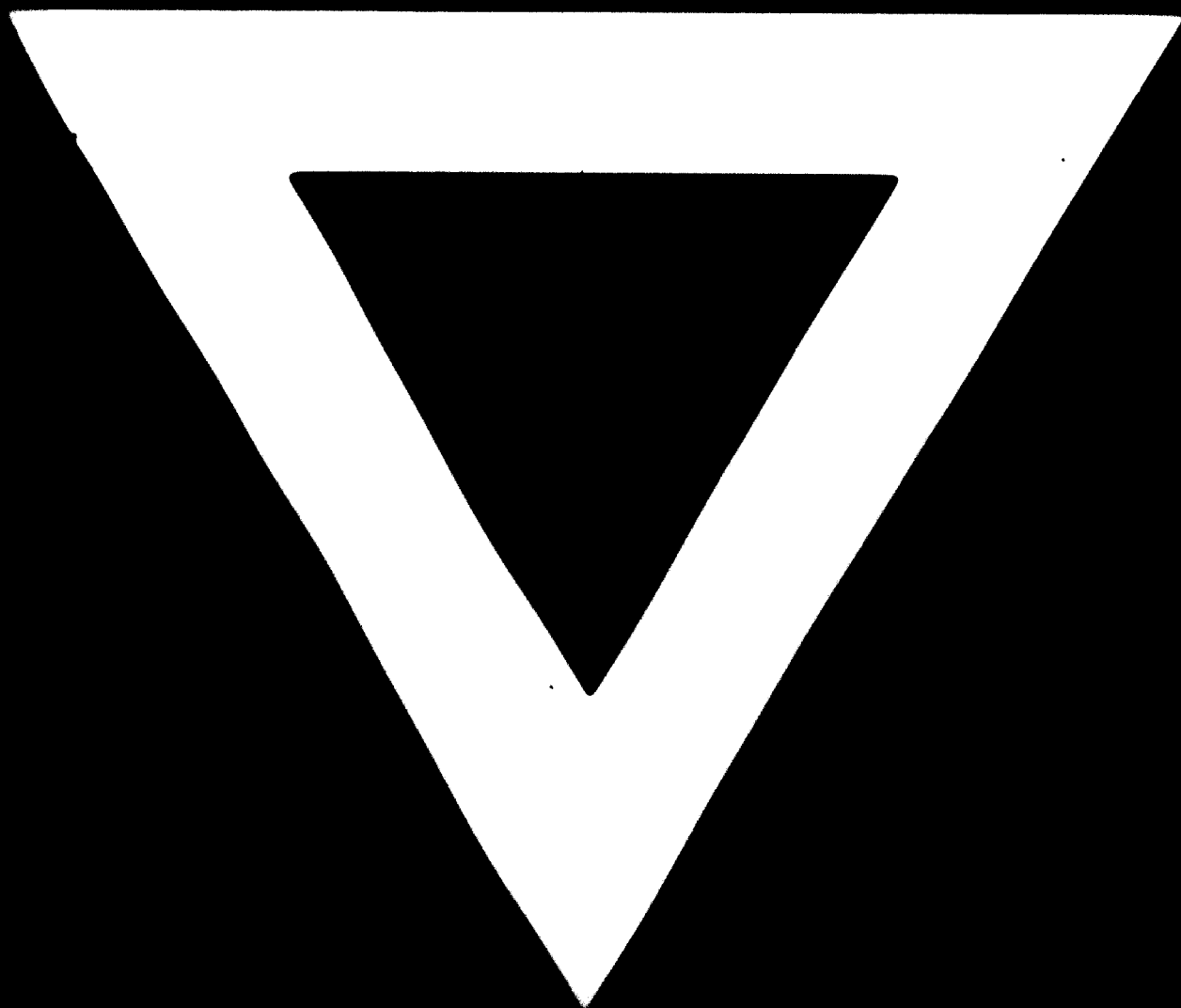


Figure IX. Diagramme des coûts d'installations en Allemagne



76 05. 20