



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

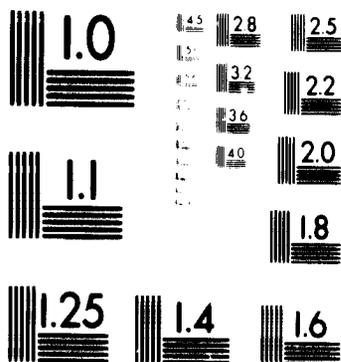
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

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

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

1 OF 2



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010a
(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)

24x
F

02994



REPUBLIQUE TUNISIENNE
MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE NATIONALE
CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES INDUSTRIELLES

02994

POSSIBILITES DE FABRICATION
DE PHOSPHATE BICALCIQUE OU (D-C-P)
EN TUNISIE

PARTIE : A : ETUDE DE MARCHE

PARTIE : B : ETUDE TECHNIQUE

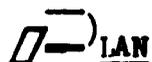
PARTIE : C : ETUDE ECONOMIQUE

Mars 1971

PARTIE : A,

ETUDE DE MARCHE

ETUDE DE MARCHE DU PHOSPHATE DICALCIQUE



	<u>Pages</u>
<u>INTRODUCTION :</u>	
1. <u>UTILISATION DU DCP</u>	1 à 4
1.1. Intérêt du DCP	1
1.2. Aliments composés	2
1.3. Pourcentage de DCP dans les aliments composés	4
2. <u>ETUDE DU MARCHE TUNISIEN DE DCP</u>	5 à 16
2.1. <u>Etude de l'élevage</u>	5 à 11
2.1.1. Situation actuelle de l'élevage	
2.1.2. Evolution de l'élevage dans le programme de développement national	
2.2. <u>Consommation de DCP</u>	11 à 16
2.2.1. Consommation actuelle	
2.2.2. Consommation prévisionnelle théorique	
2.2.3. Consommation totale prévisionnelle	
3. <u>ETUDE DU MARCHE MONDIAL DU DCP</u>	17 à 29
3.1. <u>Situation actuelle</u>	17 à 28
3.1.1. Production d'aliments composés dans divers pays	
3.1.2. Consommation et distribution	
3.1.3. Production de phosphate bicalcique	
3.1.4. Consommation de phosphate bicalcique	
3.1.5. Importations et exportations dans divers pays européens	
3.1.6. Prix pratiqués sur le marché mondial	
3.2. <u>Prévisions</u>	28 à 29
3.2.1. Prévision de l'évolution de la production d'aliments composés	
3.2.2. Evolution de la production de DCP.	
4. <u>CONCLUSIONS</u>	29

LE PRESENT DOCUMENT CONSTITUE L'ETUDE REALISEE PAR LE CNEI
SUR LA DEMANDE DE LA S.I.A.P.E. ET EST INTITULE :

"PROCEDE DE FABRICATION DE PHOSPHATE DICALCIQUE OU D.C.P."
QUALITE ALIMENT POUR BETAIL.

LE CENTRE NATIONAL D'ETUDES INDUSTRIELLES BENEFICIE POUR
UNE PERIODE INITIALE DE CINQ ANS DE L'ASSISTANCE TECHNIQUE DE L'ORGA-
NISATION DES NATIONS UNIES POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL O.N.U.D.I.
A VIENNE (AUTRICHE).

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Il n'est pas de jour où, dans le monde entier, on ne parle du problème de la malnutrition.

Les experts, d'après les statistiques, estiment que les deux tiers de la population actuelle soit deux milliards d'individus sur trois souffrent d'un manque de nourriture, de calories, de protéines. La terre ne donne pas assez parce qu'elle est mal cultivée.

Le bétail n'est pas assez abondant parce que mal nourri.

Si le bétail ne trouve pas sa nourriture naturelle et surtout le phosphore dont il a besoin pour son développement génétique, on constate rapidement une diminution de la production de viande, de lait et une augmentation du taux de stérilité.

Dans les pays industrialisés, l'agriculture est passée du stade de l'artisanat au stade industriel et l'on y fait de l'agriculture intensive avec des rendements très élevés. Le problème de l'élevage a été résolu dans le même esprit. Ce que la terre ne peut fournir comme nourriture naturelle doit être compensée par des aliments composés dont les constituants comportent un pourcentage de phosphore assimilable sous forme de phosphate dicalcique ou DCP.

Le phosphore étant un des éléments essentiels des protéines dont est formée la cellule vivante est absolument indispensable pour la santé des êtres vivants qu'il s'agisse des hommes ou des animaux et également des plantes.

Il existe différentes sources de phosphore dont la farine d'os. Celle-ci peut fournir au bétail le complément minéral indispensable sous forme de poudre. En y ajoutant du sel, de petites quantités d'éléments métalliques appelés oligo-éléments tels que cuivre, iode, cobalt, fer, la farine d'os est un aliment pour le bétail parfaitement justifié.

Il est également recommandé de remédier au manque de phosphore du bétail en lui fournissant directement des phosphates, à la condition toutefois que ces phosphates soient assimilables. C'est le cas du DCP qui fait l'objet de la présente étude sur les plans commerciaux, techniques et économiques.

1. UTILISATION DU DCP

1.1. INTERET DU DCP

Le phosphate dicalcoique contient 40 % d'anhydride phosphorique P_2O_5 soit environ 17,5 % de phosphore. On utilise le DCP dans les aliments composés dans un pourcentage de 1 à 3 %.

En général les formules contiennent 1 % de phosphate dicalcoique.

Le sol tunisien, comme beaucoup de pays en voie de développement n'a pas suffisamment de phosphore (manque ou insuffisance de l'emploi des engrais) et il est nécessaire, pour améliorer l'élevage, de remédier à ce déficit en fournissant au bétail des aliments composés contenant du DCP.

L'élevage constitue un secteur important de l'économie tunisienne au même titre que l'agriculture et doit être développé pour satisfaire les besoins de la population et des touristes de plus en plus nombreux.

Il serait en effet paradoxal pour un pays comme la Tunisie dont la vocation jusqu'à maintenant a été surtout agricole d'acheter à l'étranger des denrées alimentaires donc dépenser des devises. L'industrialisation ne peut compenser et ne doit pas compenser l'agriculture.

Il doit y avoir un équilibre harmonieux entre les développements agricole et industriel. Il existe en Tunisie des mines de phosphate et il est naturel de songer à utiliser cette source de phosphore sous forme de DCP pour alimenter et augmenter le rendement de l'élevage.

Cette étude a été faite sur la demande de la Siaps.

Toutefois le marché tunisien ne peut absorber qu'un tonnage relativement réduit de DCP, environ 1 000 T/an correspondant à environ 100 000 T d'aliments composés dans les années à venir.

La taille minimum d'une usine de fabrication de DCP est de 10 000 T/an et il sera donc nécessaire d'exporter environ 9 000 T/an.

Nous allons donc examiner en détail dans les pages suivantes le marché tunisien et le marché mondial des aliments composés et par la même du DCP.

En dehors du développement de l'élevage qui serait conditionné par l'utilisation rationnelle d'aliments composés contenant du DCP, nous ne voudrions pas manquer de signaler les incidences indirectes sur l'économie du pays représentées par les industries de transformation :

- industrie du cuir
- textile
- industrie laitière (lait en poudre)
- industrie de la viande (conserves)

Le développement de l'élevage évitera des importations coûteuses et permettra même des exportations dans un certain délai, soit sous forme directe soit sous forme indirecte des industries de transformation. De plus, et c'est un aspect social, l'agriculture en général et l'élevage en particulier avec ses industries annexes est une source d'emplois que n'offre pas l'industrie moderne dans les mêmes proportions.

En résumé, l'intérêt du DCP s'exprime de plusieurs manières :

- augmentation du cheptel
- suppression des importations
- création d'industries annexes
- création d'emplois

1.2. ALIMENTS COMPOSÉS

Nous avons signalé dans le chapitre précédent l'intérêt du DCP en tant que source de phosphore. Les aliments composés fournis aux animaux doivent apporter les éléments végétaux et minéraux nécessaires au développement organique.

Le phosphore est nécessaire :

- à la formation des os
- la production de viande, de lait
- à l'entretien et l'équilibre de l'organisme

Les besoins en phosphore dépendent :

- du type et de l'âge de la bête
- de son poids
- du but final recherché :

- production de viande (engraissement)
- production de lait
- entretien de la bête
- période de gestation et de lactation

Le manque de phosphore peut provoquer des troubles physiologiques par exemple pour les vaches laitières dont la production de lait diminue et des écarts excessifs entre vêlages. Les mêmes observations peuvent être faites sur les brebis. Il y a apparition d'un état rachitique caractérisé.

La quantité de phosphore nécessaire par tête et par jour dépend évidemment des animaux. Elle peut être estimée de la façon suivante :

<u>Nature de l'animal</u>	<u>Quantité de phosphore en grammes</u>
<u>Bovins</u>	
- veau de la naissance à 100 Kgs	15
- veau de la naissance à 200 Kgs	20
- taurillons et génisses	
. race petite forme	15
. race grande forme	20
- adultes : (entretien ou engraissement)	
400 Kgs poids vif	18
600 Kgs poids vif	22
800 Kgs poids vif	30
1000 Kgs poids vif	36
- vaches laitières donnant 10 Kg de lait/jour	50
par Kg de lait supplémentaire	3,5
<u>Ovins</u>	
- agneaux 20 Kgs	4
- agneaux 30 Kgs	5
- brebis, moutons 40 et 50 Kgs	2
(entretien ou engraissement) 50 à 120	3
- brebis en lactation 50 Kgs	6
- brebis en lactation 60 Kgs	10
- volailles	6 g/kg vif

Le phosphore est fourni à la bête dans la ration alimentaire consommée quotiennement ou inclus dans les aliments composés.

Nous donnerons ci-dessous quelques formules d'aliments composés pour différents animaux domestiques.

	En %		
	Volailles	Bovins	Ovins
Maïs	61	10	35
Orge	10	35	
Poisson	8		3
Soja	10		
Son	5	20	20
Luzerne	2		
Fèves		25	35
Lin		5	7
Prémélange	4	5	

1.3. POURCENTAGE DE DCP DANS LES RATIONS ALIMENTAIRES

A l'heure actuelle on utilise un pourcentage encore relativement faible de DCP dans les rations alimentaires mais ce qu'un début et tout porte à croire que ce pourcentage se stabilisera ou même dépassera 1 %.

- Volaille de 0,4 à 1 %
- Bovins de 0,8 à 3 % (vaches laitières)
- Ovins 1 %

Une grande partie du cheptel tunisien n'est pas nourri de cette façon. La production d'aliments concentrés est destinée aux volailles.

Actuellement on procède à l'installation de broyeurs mélangeurs pour la production d'aliments composés dans les coopératives de service régionales du Nord. Le condiment minéral viendra s'ajouter à ce que mange la vache ou les brebis en fourrages.

2. ETUDE DU MARCHÉ TUNISIEN DE DCP

2.1. ETUDE DE L'ELEVAGE

Nous avons vu qu'il y a corrélation entre la nourriture animale et le rendement de l'élevage. Examinons un peu ce qu'est à l'heure actuelle la situation de l'élevage en Tunisie.

2.1.1. Situation actuelle de l'élevage

Si on effectue un dénombrement du cheptel tunisien on voit que l'effectif total peut être classifié de la façon suivante :

- Bovins	310.000
- Ovins	2.000.000
- Caprins	230.000
- Camelidés	56.000
- Equidés	130.000
- Porcins	600
- Volailles	5.000.000

Ces chiffres sont évidemment estimatifs et soumis à variation.

a) Sélection des races

Dans le domaine de l'élevage, deux actions ont été menées pour multiplier les races sélectionnées.

- l'acquisition de reproducteurs de l'étranger :
 - . race bovine : pie noire, brune des alpes, tarentaise.
 - . race ovine : sicile marde, merinos précoces.
- la création d'un service d'insémination artificielle.

Le Centre d'Elevage des génisses et l'insémination artificielle constituent deux actions fondamentales dans la multiplication des races de haute productivité.

b) Alimentation du bétail

Il s'agit notamment de :

- concentrés simples,
- ou mélanges (aliments composés)
- fourrages secs.

En ce qui concerne les concentrés simples (grains de céréales et de légumineuses), leur utilisation ne semble pas avoir subi de modifications sensibles de 1962 à 1968.

Ceci correspond à la destination finale de ces produits qui n'a pas été modifiée : cheptel vif de trait, élevage domestique de volaille, quelques cas d'alimentation de vaches laitières et d'animaux à engraisser.

Au contraire, la production de ces produits d'alimentation a augmenté, ce qui explique les exportations de légumineuses, de son et autres sous produits de meunerie.

Par ailleurs, il faut noter que la production appréciable de sous-produits de sucrerie (mélasse, pulpe) n'est pas utilisée alors que des essais effectués par l'INRAT en 1968 ont bien montré que l'utilisation de la mélasse seule produite annuellement permettrait l'engraissement de 25.000 veaux et l'obtention de 1 800 à 2 000 t de viande de carcasse.

Quant à l'emploi d'aliments composés (grains, son, tourteaux, sels minéraux, vitamines et produits antibiotiques), très faible en 1962, s'est progressivement développé dans l'élevage des bovins laitiers autour de Tunis.

Une des difficultés résidait dans l'indisponibilité de tourteaux riches en protéines assimilables (Soja, tournesol.) qui sont actuellement importés. La culture de ces produits, envisagée dans les périmètres irrigués du Nord, permettrait de répondre à ce besoin.

Mais le frein principal est l'attitude des éleveurs mal renseignés, qui jusqu'à présent, n'attachent pas l'intérêt voulu à ces aliments qu'ils considèrent excessivement chers et peu rentables.

Cette observation très importante montre les efforts à réaliser pour une transformation radicale des méthodes d'élevage qui demeurent traditionnelles malgré l'évolution enregistrée dans la production et la demande nationale de lait et de viande.

Concernant l'utilisation de fourrages secs et de paille, on constate qu'elle intéresse essentiellement les animaux de travail, et les bovins laitiers autour des grandes villes

Ces aliments sont aussi utilisés par le cheptel bovin et ovin du centre et du sud du pays, durant les mauvaises saisons agricoles.

Dans l'ensemble, on peut dire que les disponibilités en fourrages de haute qualité se sont accrues (tableau ci-après) mais n'ont pas provoqué de modifications importantes ni dans les méthodes d'élevage, ni dans la constitution de stocks d'aliments.

SITUATION PASSEE ET ACTUELLE DES RESSOURCES FOURRAGERES (Ha)

Types de fourrages	1964	En % du total	1968	En % du total
Parcours en forêt	710.000		710.000	
Parcours ordinaire	7.600.000		7.265.000	
Chaumes, pailles	1.875.000		1.200.000	
Jachères	315.000		200.000	
Total fourrages grossiers	10.500.000	98,4	9.375.000	93,8
Parcours aménagés	50.000		280.000	
Cactus en massifs	2.000		7.000	
Cultures fourragères en sec ..	43.000		145.000	
Cultures fourragères irriguées	2.000		32.000	
Prairies	1.000		40.000	
Pâturages semés	-		15.000	
Total fourrages riches	98.000	0,91	519.000	5,1
Concentrés	63.000	0,59	100.000	1,0
Total :	10.661.000	100 %	9.994.000	100 %

Il est à remarquer la prédominance de fourrages grossiers dans la ration actuelle du bétail. Outre sa valeur nutritive faible, cette catégorie d'aliment présente l'inconvénient d'être tributaire en grande partie de la pluviométrie (caprices du climat).

Ces conditions d'alimentation sont évidemment incompatibles avec un élevage moderne et productif fondé sur les animaux améliorés.

Cette situation est à l'origine de la faiblesse des rendements.

Si les jeunes étaient livrés à la boucherie au double de leur poids (ce qui est possible), la consommation moyenne ne serait plus que de 10,5 NF/Kg de vif.

Malgré des caractéristiques intrinsèques et extrinsèques de l'élevage peu favorables à une production optimale de viande, lait et autres produits, il y a lieu de mentionner l'importance de ce secteur dans l'agriculture.

c) Production de l'élevage

La production de l'élevage, avec un total de 355.000 tonnes correspond à environ 35 % de la valeur brute de l'agriculture.

Quantitativement, cette production se ventile comme suit :

- Animaux vivants pour le travail et l'exportation	10.500
- Animaux vivants pour la boucherie	110.000
- Lait	218.000
- Oeufs	10.500
- Laine et Poils	6.000
- Travail	22.000.000 jours

Les 110.000 tonnes d'animaux vivants pour la boucherie correspondent à une production de viande / abats de 71.076 tonnes.

La production par espèce figure au tableau ci-après : viande / abats.

	En tonnes	En % du total
- Ovins	34.300	48,3
- Bovins	22.200	31,2
- Caprins	3.770	5,3
- Camelidés/Equidés/Porcins	3.016	4,2
- Volaille et divers ...	7.790	11,0
	<u>71.076</u>	<u>100,0</u>

On remarque ainsi que les bovins et les ovins apportent l'essentiel de la production de viande avec environ 80 %.

En ce qui concerne la production de lait, elle se répartit comme suit entre les différentes espèces.

Espèces	Femelles reproductrices	Production brute		Consommation animale		Production nette en tonnes	En % du total net
		Unitaire	Totale en tonnes	Unitaire	Totale en tonnes		
Bovins	248.000	1.000	284.000	320	71.200	176.800	81,1
Ovins	2.000.000	70	140.000	60	120.000	20.000	9,2
Camélidés	56.000	850	47.600	300	44.800	2800	1,3
Caprins	230.000	120	27.600	40	9.200	18.400	8,4
	2.534.000		463.200		245.200	218000	100,0 %

On remarque d'après ce tableau que les bovins constituent l'espèce déterminante en matière de production de lait.

Les autres espèces participent pour moins de 1/5 dans cette production.

Parmi celles-ci, il y a lieu de citer les caprins qui, malgré la réduction sensible de leur effectif, apportent 8,4 % du total.

Cette espèce pourrait contribuer davantage à la production laitière dans la mesure où son effectif augmenterait, et dans le cadre de la rationalisation de son élevage.

En ce qui concerne les ovins, il apparaît que la production nette par femelle ne représente que le 1/7 de la production brute. Ceci nous amène à conclure que seul l'élevage de brebis laitières pourrait améliorer la contribution des ovins dans la production de lait.

Néanmoins, les résultats obtenus par le contrôle laitier permettant d'avancer les données suivantes pour les diverses catégories de vaches,

Production brute/vache/an

- Vaches importées 3.650 L
- Nourrisseurs et bon éleveurs 2.000 L
- Locales améliorées bien nourries .. 1.300 L
- Locales ordinaires 830 L

Il est à remarquer que pour améliorer le niveau des rendements en lait, deux facteurs doivent être associés.

- d'une part l'amélioration génétique,
- d'autre part une alimentation bien appropriée.

On peut admettre que ces deux facteurs bien appliqués permettent de doubler le rendement de la vache locale qui demeure par ailleurs déterminante en matière de production laitière, en raison de son effectif proportionnellement très élevé, comme on le constate à travers les chiffres ci-après :

	<u>Nombre</u>	!	<u>Pourcentage</u>
- vaches importées	12.000	!	3,87 %
- nourrisseurs et bon éleveurs ...	8.000	!	2,58
- locales améliorées	20.000	!	6,45
- locales ordinaires	270.000	!	87,10
	<u>310.000</u>	!	<u>100,0 %</u>

2.1.2. Evolution de l'élevage dans le programme de développement national

L'élevage semble bien devoir prendre une place de plus en plus importante dans l'agriculture tunisienne, soit par suite de la reconversion de certaines cultures naguère entre les mains des agriculteurs étrangers (vigne) soit par suite de la réduction de culture dont le coût de production en Tunisie est situé bien au-dessus de celui du cours mondial (blé, vin ...).

Le Gouvernement envisage la reconversion d'une grande partie de ces deux secteurs agricoles vers l'élevage dont les débouchés en Europe se semblent pas poser de problème dans les dix années à venir (France, Italie, Grèce).

Cette orientation doit permettre une substantielle économie de devises. Elle doit, en outre, permettre de faire face à l'accroissement de la demande sur le marché local par suite de la progression démographique et de l'élévation du niveau de vie.

Mais cette orientation postule :

- l'intensification des méthodes d'élevage jusqu'ici demeurées extensives,
- l'adoption de races d'animaux à haute productivité,
- une véritable révolution fourragère.

Cette troisième condition est préalable aux deux autres et constitue en fait le goulet d'étranglement du développement de l'élevage, or, pour l'année 1972, le plan prévoit un effectif total de cheptel de :

	<u>Nombre</u>
- Vaches laitières	20.000
- Bovins à l'engraissement	80.000
- Autres bovins	200.000
- Ovins Nord	800.000
- Ovins Sud	1.200.000
- Brebis laitières	80.000
- Volailles	10.000.000

A ces prévisions du cheptel doit correspondre une certaine consommation de DCP afin d'obtenir un rendement optimum de la production de l'élevage : lait, viande, oeufs ..

L'estimation des besoins en DCP d'après les prévisions de production d'aliments composés, contenues dans le plan, n'atteint pas ce niveau de consommation optimum.

2.2. CONSUMATION DE DCP

2.2.1. Consommation actuelle

La consommation de DCP dans les aliments composés est fonction d'une part de l'évolution de l'élevage dans le programme de développement national mais également de la propagande qui sera faite près des éleveurs pour leurs démontrer la valeur de cette alimentation. Il faut leur prouver l'intérêt qu'ils ont à cette utilisation et le bénéfice qu'ils peuvent en retirer par suite de l'augmentation des rendements dans tous les élevages.

C'est exactement le même problème que pour l'utilisation des engrais dans le domaine agricole et les bénéfices que l'on peut obtenir en utilisant de l'azote qui

pour une dépense minime multiplie par 5 à 10 le rendement à l'hectare.

La consommation actuelle de DCP, d'après les statistiques de l'Office des Céréales, et l'OMVVM, est de l'ordre de 200 T : dont 125 tonnes pour l'OMVVM, 60 T pour l'usine de Bir-Kaeca, et 16 T de DCP pour Unilex pour la production de pâte dentifrice.

2.2.2. Consommation prévisionnelle théorique

Nous l'avons appelé "consommation prévisionnelle théorique" parce qu'elle est basée sur ce que devrait consommer le cheptel, pour obtenir un rendement optimum, dans la production de lait, de viande et d'oeufs.

Ce rendement ne serait atteint que si un certain nombre de difficultés sont applanies, et qu'une certaine infrastructure est mise en place.

Ces facteurs sont :

- Généralisation à LT* de l'emploi du DCP dans le concentré fourni au cheptel ;
- Organisation et amélioration des techniques de l'élevage ;
- Investissements en construction d'étables et d'enclos ;
- Disponibilité des matières sur les lieux de consommation ;
- Organisation de la culture et de la distribution des aliments pour bétail ;
- Multiplication des centres d'expérimentation et de vulgarisation ;
- Changement de la mentalité des éleveurs.

Ceci aboutirait à une :

- revalorisation du cheptel tunisien ;
- une amélioration de la race ;
- un rendement plus élevé.

Nous voyons donc le nombre et la diversité de facteurs sur lesquels il faut agir, et c'est pour cela que nous considérons les données suivantes comme purement théoriques et de laboratoire. D'ailleurs ces données reflètent celles des vétérinaires et des responsables du laboratoire de Zootechnie basées sur la constatation du déficit en phosphore.

* LT : Long terme

a) Besoins théoriques des vaches laitières :

Le calcul est basé sur les données suivantes : la vache laitière à l'heure actuelle accuse un déficit de l'ordre de 18 g de phosphore. Partant de ce déficit il lui faut en moyenne 50 Kgs de DCP/an.

Le Plan prévoit 20.000 vaches laitières, donc pour une production optimum de lait il faut :

$$20.000 \times 50 \text{ Kgs} = 1.000.000 \text{ Kgs soit } 1.000 \text{ T/an}$$

b) Besoins des bovins à engraisser :

Pour l'année 1972, le Plan prévoit 80.000 bovins à engraisser auxquels il faut donner en moyenne 12,5 Kgs de DCP, donc :

$$80.000 \times 12,5 \text{ Kgs} = 1.000.000 \text{ Kgs/DCP} = 1.000 \text{ T/an}$$

Soit un total et pour les besoins des bovins seulement :

$$2.000 \text{ T de DCP (18 \% de } P_2O_5) \text{/an.}$$

c) Consommation de DCP par les ovins :

Il serait souhaitable que le phosphate bicalcique entre dans la composition des aliments destinés à la nourriture des ovins.

Actuellement, le cheptel ovin total est de 1.915.000 brebis ou unités de production femelles.

Pour les années à venir, tout le Nord du pays utilisera le concentré comme aliment complémentaire dans l'alimentation du cheptel ovin, soit les 2/5 de notre troupeau correspondant en chiffre à 800.000 têtes environ.

Les "unités de production de lait" ou brebis laitières qui sont entre 60.000 et 80.000 têtes consommeraient au minimum 40 Kgs de concentrés par tête et par an.

Dans la composition de la ration alimentaire composée, le phosphate bicalcique entrerait dans une proportion de 2 Kgs par tête/an.

Soit, en comptant seulement les besoins certains en DCP des brebis laitières, nous trouvons un chiffre de 80.000 (femelles) \times 2 Kgs = 160.000 Kgs) 160 tonnes.

d) Demande prévisionnelle :

- 1) Pour le Nord de la Tunisie, il est sinon nécessaire, souhaitable d'incorporer le DCP dans l'alimentation donnée aux ovins.

Donc pour une tête d'ovin, les besoins sont normalement estimés à 1,5 Kg de DCP tête/an ; d'où pour les 800.000 unités femelles existantes dans le Nord :
 $800.000 \times 1,5 = 1.200.000 \text{ Kgs} \longrightarrow 1.200 \text{ T.}$

- 2) Dans le centre et le sud tunisien, le cheptel ovien existant à l'heure actuelle est évalué en nombre à 1.200.000 unités femelles. Ces dernières vivent de fourrage naturel, il serait possible, moyennant des efforts d'organisation de l'élevage, de leur adjoindre du concentré, qui viendra compléter leur alimentation initiale.

Cette alimentation composée, donnée rationnellement permettra d'entretenir avec soin le cheptel existant et d'éviter les pertes énormes dues à l'insuffisance de nourriture, surtout durant les années de mauvaise récolte.

Il faut donc compter en moyenne, annuellement un besoin pour le cheptel du centre et du sud par tête de 1 Kg de DCP/an.

Au total, comme le cheptel ovien est estimé pour ces deux régions (Centre et Sud Tunisien) à 1.200.000 unités femelles, la consommation prévisionnelle en DCP serait de $1.200.000 \times 1\text{kg}/\text{tête}/\text{an} = 1.200.000 \text{ kgd} / 1.200 \text{ T.}$

La ration souhaitable pour une brebis quotidiennement est de 200 à 300 g de concentré + 1 kg de foin.

e) Engraissement des ovins à l'exportation :

Les possibilités d'exportation ouvertes à la Tunisie essentiellement sur la France et la Lybie, permettent de penser à la nécessité de bien entretenir et de sélectionner le bétail destiné aux marchés extérieurs. Tous les efforts doivent aboutir à une amélioration de la qualité et ceci n'est possible qu'après sélection de plus en plus poussé de la race (pour aboutir à celle qui est préférée par les consommateurs) et avec une alimentation bien proportionnée qualitativement et quantitativement, surtout à l'heure actuelle, où on parle beaucoup de l'ouverture du marché français. Il est possible d'exporter 50.000 agneaux à la veille de Noël et de Pâques. Il faut compter environ 500.000 têtes ovines qui nécessiteraient un engraissement au Nord.

Le total de DCP pour faire face aux besoins des ovins est estimé environ à 2 560 tonnes de DCM/an.

f) Besoins de l'aviculture :

A l'heure actuelle la consommation est de 60 T de DCP par an et cette consommation attendra, si le cheptel correspondra à l'objectif assigné par le plan qui est presque le doublement de la production de la viande de volailles, 100 T dans les prochaines années pour se stabiliser après.

CONSOMMATION TOTALE PREVISIONNELLE "THEORIQUE"

	Nombre	Quantité de DCP par an	Total
Vaches laitières	20.000	50 kgs DCP	1.000.000 kgs = 1.000 T
Bovins à l'engraissement	80.000	12,5 kgs	1.000.000 kgs = 1.000 T
Ovins - Nord	800.000	1,5 kg	1.200.000 kgs = 1.200 T
- Sud	1.200.000	1 kg	1.200.000 kgs = 1.200 T
Brebis laitières	80.000	2 kgs	160.000 kgs = 160 T
Volailles	10.000.000		100 T
Total			4.660 T

2.2.3. Consommation totale prévisionnelle

Le DCP n'est pas un produit qu'on pourrait donner directement à manger au cheptel sous formes de briques ou dans les auges. Il faut l'incorporer dans le concentré. Or la production de concentré prévue par le prochain plan est de l'ordre de 100.000 tonnes/an, ventilée comme suit :

- BOVINS :

- Production de lait traditionnelle	10.000 T
- Production de lait spéciale	5.000 T
- Elevage des veaux	4.000 T
- Engraissement et production de viande	32.000 T
- Engraissement industriel	5.500 T

- <u>OVINS</u> :	
- Sauvegarde et soudure	5.000 T
- Engraissement	13.500 T
- <u>VOLAILLES</u> :	
- Volailles et avicultures industrielles	20.000 T
- <u>DIVERS</u> :	<u>5.000 T</u>
Total :	<u>100.000 T</u>

Dans le concentré offert au cheptel, il sera incorporé 1 % de DCP ce qui donne une consommation totale de 1.000 T de DCP en 1972. Cette consommation de DCP ne comblera pas le déficit en phosphore, mais correspond à ce qui sera utilisé dans la fabrication de concentré comme aliment de bétail.

MARCHE MONDIAL DES PHOSPHATES BICALCIQUES

3.1. SITUATION ACTUELLE DU MARCHE

3.1.1. Production d'aliments composés dans divers pays

L'alimentation du bétail par des aliments concentrés et des aliments minéraux à base de phosphate, s'est développée considérablement dans le monde, depuis 1958 principalement dans le CEE. Cela est dû à la nécessité d'augmenter la production de viande et de lait. Parallèlement la production du phosphate bicalcique s'est développée et on est arrivé à une surproduction et à une baisse des prix sur le marché international.

3.1.2. Consommation et distribution

Le nombre d'organismes et de producteurs d'aliments composés dans les pays de la CEE est considérable et démontre l'activité de ce secteur. Nous citerons ci-dessous quelques exemples.

République Fédérale d'Allemagne

Production d'aliments composés

(milliers de tonnes)

1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
2.600	2.924	3.593	3.853	5.086	4.917	5.576	6.597	7.532	7.722

L'utilisation des aliments composés pour l'alimentation animale n'est pas aussi intensive en République Fédérale d'Allemagne qu'aux Pays-Bas ou en Scandinavie. Cependant, l'industrie allemande des aliments composée fait d'importants progrès. La production atteignait plus de 7 millions 500 mille tonnes, au cours de l'année 1966 en augmentation de 14 % sur l'année précédente. La volaille en absorbe environ 40 %, les porcins et les bovins, 25 % chacun. Il est certain que la consommation d'aliments composés n'a pas encore atteint en Allemagne Fédérale le niveau de saturation cependant le taux d'expansion accuse une tendance à la baisse à partir de 1967, et bien que pour la période 68-75, il se situe autour de 3,4 % (tableau 8). Donc bien que la production d'aliments composés continue à augmenter en valeur absolue, on constate un certain frein à cette expansion.

La production d'aliments composés est soumise à une réglementation stricte (Futtermittelgesetz, 1926, modifiée en 1951). Elle prévoit les pourcentages minimum et maximum de chaque ingrédient autorisé à être incorporé à l'aliment composé.

- Circuit d'importation

Les importateurs allemands, comme d'ailleurs leurs homologues européens, n'achètent pas FOB en règle générale mais CAF ces importateurs qui posséderont la marchandise et auront des stocks, sont, soit des firmes indépendantes, soit des gros utilisateurs, c'est-à-dire, en fait, d'importantes entreprises de fabrication d'aliments composés, privées ou coopératives.

L'importateur s'adresse soit directement à des chargeurs (compagnies de commerce internationales) soit à des courtiers, soit à des "CIF agents". Ces deux derniers intermédiaires sont rémunérés à la commission. Le "CIF agent" est souvent le représentant d'exportateurs étrangers ou de chargeurs qui n'ont pas sur place leur propre filiale.

France

Production d'aliments composés

(milliers de tonnes)

1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
1.956	2.377	2.218	2.552	3.131	3.421	4.011	4.544	4.951	5.582

La production française d'aliments composés a dépassé 4.550.000 tonnes en 1965, en augmentation de plus de 13 % par rapport à 1964.

L'effort de pénétration des aliments composés dans la généralité des élevages a provoqué un accroissement considérable de la production française, qui est passée de 1.070.000 tonnes en 1954, à 3.400.000 t en 1963, 4.000.000 t en 1964 et 4.500.000 tonnes en 1965.

Toutes les espèces animales ont participé à cette progression les aliments pour volailles dont le développement est le plus ancien restant en tête (41 % de la

production totale) avec le plus fort degré de pénétration dans les élevages, suivis par les aliments pour porcs (31 %), puis par les aliments pour bovins (21 %) dont le développement est plus récent et qui sont représentés surtout en France par les aliments complémentaires destinés aux vaches laitières ainsi que par les aliments d'allaitement pour veaux.

Toutefois, la progression des aliments pour la volaille reste modeste ; on s'attend d'ailleurs à un recul relatif de l'industrie de l'élevage du poulet, en raison des difficultés d'écoulement, surtout d'exportation.

Il est à noter que ce n'est pas le nombre des animaux, pratiquement stable, qui provoque l'accroissement de la consommation des aliments composés, mais bien l'amélioration des techniques d'alimentation animale, celles-ci n'ayant pas encore atteint en France le niveau de la Hollande et du Danemark.

En 1967, la production a dépassé 5.500.000 tonnes (tableau ci-dessus). Mais il est à constater que le rythme d'accroissement de la production d'aliments composés tend à diminuer au cours des années 1966-67 et selon le tableau 8 des prévisions de production, cette diminution s'accroît de plus en plus, et le taux d'expansion minimum serait atteint en 1975 (3,7).

Les Pays-Bas

Production d'aliments composés

(milliers de tonnes)

1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
3.500	3.750	4.300	4.600	5.050	4.900	5.370	5.625	6.128	6.386

Au cours de la décennie 58-67, la production a augmenté au taux moyen annuel d'environ 7,2 % compte tenu du niveau très élevé de l'alimentation animale rationnelle à moyen terme, le taux moyen annuel de croissance ne dépasserait pas 2,1 %.

La production hollandaise d'aliments composés pour les animaux pourrait alors atteindre 7.700.000 tonnes en 1975. Cette progression est due aux aliments pour les porcins et pour les bovins, les aliments pour la volaille stagnant depuis 1961.

La réglementation hollandaise pour les aliments pour animaux est très souple.

Belgique

Production belge d'aliments composés pour animaux

(milliers de tonnes)

1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
1.304	1.398	1.554	1.849	2.271	2.030	2.209	2.527	2.901	3.119

La production d'aliments composés a donc augmenté à un taux moyen annuel de l'ordre de 10,3 %, au cours de ces dernières années.

Le cheptel restant stable, l'augmentation de la consommation d'aliments composés ne proviendra donc que de l'amélioration des méthodes d'alimentation des animaux, ce que les tendances confirment.

Et, étant donné que les méthodes d'alimentation en Belgique sont avec celles des Pays-Bas, les plus avancées, le taux moyen d'augmentation, tel qu'il paraît au (tableau prévisionnel 8) se fait de plus en plus faible et démontre que l'industrie des aliments composés plafonne.

Italie

Production d'aliments composés

(milliers de tonnes)

1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
500	600	800	900	1.050	1.300	1.500	2.000	2.300	2.500

La production d'aliments composés en Italie est la plus modeste des pays de la CEE. Cependant, l'Italie semble vouloir rattraper son retard, puisque les taux d'augmentation enregistrés (tableau 5) d'une année par rapport à l'année précédente sont les plus élevés de tous les pays étudiés. Le taux moyen s'établit autour de 19,8 pour cent durant la décennie 58 - 67.

Nous constatons à travers le tableau prévisionnel 1968-75 que le taux d'accroissement fléchit quelque peu, mais reste supérieur à ceux des autres pays européens.

Vue d'ensemble sur la production d'aliments composés dans les pays de la C.E.E.

En 1966, la production totale d'aliments composés dans la CEE s'est élevée à 23,8 millions de tonnes. Les différents pays membres ne se situent cependant pas au même niveau de développement dans ce domaine. Comme le montre le tableau récapitulatif, l'Allemagne, les Pays-Bas et la Belgique, assurent ensemble 70 % de la production communautaire. Bien que la production allemande soit quantitativement la plus forte, les Pays-Bas et la Belgique ont atteint un stade plus avancé du point de vue de l'utilisation des aliments composés. En 1965 la consommation par tête de bovins (tableau en annexe) s'est élevée à 1 354 Kgs aux Pays-Bas, contre 888 Kgs en Belgique, et seulement 421 en Allemagne, soit moins d'un tiers de la consommation aux Pays-Bas. Sans le cas des porcins, la consommation par tête aux Pays-Bas est encore plus élevée, puisque elle représente cinq fois, celle que l'on observe en Allemagne.

De telles différences peuvent s'expliquer par les considérations suivantes : comparativement, les agriculteurs allemands produisent eux-mêmes plus de céréales, de betteraves et autres fourrages naturels, si bien que le besoin d'un complément d'aliments n'est pas aussi essentiel. Aux Pays-Bas au contraire, et à un degré moindre en Belgique, les disponibilités en produits indigènes d'affouragement sont relativement moins adéquates, si bien que les importations doivent compléter le déficit.

Etats-Unis

Premier producteur mondial d'aliments composés avec une production de 53 millions de tonnes en 1968. Les prévisions pour 1975 sont de 80 millions de tonnes environ. Ce qui suppose un accroissement moyen de la production de 4 millions par an environ.

Royaume-Uni

C'est le 2ème producteur mondial d'aliments composés. Cette production a atteint en 1967 9.784.000 tonnes, mais ne se développe plus qu'au taux moyen de 1,6 % par an, le niveau de saturation étant pratiquement atteint, et on ne doit pas s'attendre à un taux d'accroissement dépassant ce taux à moyen terme (tableau prévisionnel).

Production d'aliments composés et concentrés

(milliers de tonnes)

1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
8.769	9.101	9.595	9.355	9.467	9.898	9.473	9.784

La Suède

Production d'aliments composés

(en milliers de tonnes)

1963	1964	1965	1966	1967
666,7	758,3	857,7	969,2	1.025,1

Au cours de la campagne 1964/65, la production de l'industrie Suédoise d'alimentation animale a progressé de 13,1 % par rapport à la campagne précédente. La production d'aliments composés qui est modeste en Suède, semble avoir une rapide expansion.

Danemark

Consommation Danoise d'aliments composés et de concentrés

1960/61	1961/62	1962/63	1963/64	1964/65
5.570	5.861	5.739	6.377	6.908

Il est peu probable que cette consommation augmente nettement, le niveau de saturation est atteint, et le cheptel danois, mis à part les porcins et les ovins est en légère régression.

Tableau récapitulatif de la production d'aliments composés dans
divers pays (en milliers de tonnes)

	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
Allemagne	2.600	2.924	3.593	3.853	5.086	4.917	5.576	6.597	7.532	7.722
France	1.956	2.377	2.218	2.552	3.131	3.421	4.011	4.544	4.951	5.582
Italie	500	600	800	900	1.050	1.300	1.500	2.000	2.300	2.500
Pays-Bas	3.500	3.750	4.300	4.600	5.050	4.900	5.370	5.625	6.128	6.386
Belgique } Luxembourg }	1.304	1.398	1.554	1.849	2.217	2.030	2.209	2.527	2.901	3.119
C.E.E.	9.860	11.049	12.465	13.754	16.534	16.558	18.666	21.293	23.812	25.309
Royaume-Uni (1)			8.769	9.101	9.595	9.355	9.467	9.898	9.473	9.784
Suède (2)						666,7	758,3	857,7	972,6	102,1

Ces chiffres permettent d'évaluer les possibilités de consommation du phosphate bicalcique et d'avoir une idée assez précise de l'évolution de la production d'aliments composés en pourcentage par rapport à l'année précédente, ainsi que du rythme d'accroissement annuel moyen de ces pays.

(1) Production d'aliments composés et de concentrés

(2) Les chiffres de 1966 et 1967 sont prévisionnels.

	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	Rythme d'accroisse- ment moyen
Allemagne	-	+ 12,4	+ 22,8	+ 7,2	+ 32,0	- 3,3	+ 13,4	+ 18,3	+ 14,2	+ 2,5	+ 13,2
France	-	+ 21,5	- 6,6	+ 25,1	+ 22,7	+ 9,2	+ 17,2	+ 13,3	+ 9,0	+ 12,7	+ 12,6
Italie	-	+ 20,0	+ 33,3	+ 12,5	+ 16,5	+ 23,8	+ 15,4	+ 33,3	+ 15,0	+ 8,7	+ 19,8
Pays-Bas	-	+ 7,1	+ 14,6	+ 7,0	+ 9,7	- 3,0	+ 9,6	+ 4,7	+ 8,9	+ 4,2	+ 7,2
Belgique/Lux ...	-	+ 7,2	+ 21,1	+ 19,0	- 19,9	- 9,2	+ 8,8	+ 14,4	+ 14,8	+ 7,5	+ 10,3
C.E.E.	-	+ 12,0	+ 12,8	+ 10,3	+ 20,2	+ 0,2	+ 12,6	+ 14,0	+ 11,8	+ 6,3	+ 11,1
Royaume-Uni	-	-	-	3,8	+ 5,4	- 2,5	+ 1,2	- 4,6	- 4,3	+ 3,3	+ 1,6
Suède	-	-	-	-	-	-	+ 13,7	+ 13,1	+ 13,4	+ 13,4	+ 13,4

Ces chiffres indiquent exactement les stades atteints dans le développement de la production des aliments composés. Aux Pays-Bas, au Royaume-Uni, pays les plus avancés dans ce domaine, les taux d'accroissement sont faibles, et même en baisse dans certains cas. Il se peut que le point de saturation ait été atteint.

Cependant qu'en France, en Italie, en Allemagne et en Belgique les taux d'accroissement sont assez élevés et continuent de progresser quelques temps encore, avant que la consommation par animal n'atteigne le niveau actuel des Pays-Bas par exemple (Tableau en annexe).

Il est important de souligner l'influence et le dynamisme des coopératives qui sont des coopératives de service s'occupant aussi bien des engrais, de la nourriture animale que de la récolte et de la commercialisation des produits de la terre donnant ainsi aux agriculteurs, une grande sécurité.

3.1.3. Production de phosphate bicalcoique

Les principaux pays producteurs de DCP sont, d'après les renseignements qui nous sont parvenus :

Belgique	R.F.A.
U.S.A.	Japon
Grande Bretagne	Maroc
Italie	Suède

La France autrefois pays producteurs a disparu de la compétition.

Il y a lieu de faire un parallèle entre la production d'aliments composés et celle de DCP. En 1967 la production totale d'aliments composés dans les pays industrialisés de la CEE y compris les USA a été très proche de 100 M de tonnes.

Nous savons que la proportion de DCP utilisée dans la fabrication des aliments composés varie de 0,5 à 1 % mais est en général plus proche de ce dernier chiffre, ce qui situe la production de DCP à environ 1 million de T. Les chiffres se recoupent quand on sait que la production de l'Europe est d'environ 400 à 500 000 T et celle des USA de 500 000 T environ.

La capacité de production de l'Europe d'après les organismes Suédois, serait de 1 000 000 T donc une très large surproduction.

Si nous tenons compte d'une augmentation prévisible de seulement 10 % pour la production de DCP durant la prochaine décade, nous constatons que les besoins se situeraient aux environs de 2.280.000 T en 1976, ce qui conduirait à un déficit de 500 à 700 000 T dans les capacités de production actuelle.

3.1.4. Consommation de phosphate bicalcoique

Nous venons de voir, en effectuant un parallèle avec la production d'aliments concentrés, la production estimative de DCP dans les pays industrialisés et à élevage intensif.

Cette consommation, comme nous l'avons laissé entrevoir avoisine 1 M de tonne en 1967. Nous donnons dans le tableau suivant la production d'aliments composés et la consommation estimée de phosphate bicalcoique.

Production aliments composés		Consommation
R.F.A.	7.722.000	72.200
France	5.582.000	55.820
Pays-Bas	6.386.000	34.060
Belgique	3.119.000	31.190
Italie	2.500.000	25.000
U.S.A.	53.000.000	530.000
Grande Bretagne .	9.784.000	97.840
Suède	1.025.000	10.250
Danemark	6.908.000	69.080
		<u>925.440 T</u>

Augmentation moyenne de la production d'aliments concentrés 11 %

Augmentation moyenne de la production de D.C.P. 10-11 %

Consommation totale de D.C.P. dans divers pays 1958-1967

Pays	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	Rythme d'acc. moyen
Allemagne	26	29,2	35,9	38,5	50,9	49,2	55,8	66	75,3	77,2	13,2
France	19,6	23,8	22,2	25,5	31,3	34,2	40,1	45,4	49,5	55,8	12,6
Italie	5	6	8	9	10,5	13	15	20	23	25	19,8
Pays-Bas	35	37,5	43	46	50,5	49	53,7	56,2	61,3	63,9	7,2
Belgique/Lux.	13	14	15,5	18,5	22,2	20,3	22	25,3	29	31,2	10,3
C.E.E.	98,6	110,5	124,6	137,5	165,4	165,7	186,7	212,9	238,1	253,0	11,1
Royaume-Uni			87,7	91	95,9	93,5	94,7	99	95	98	1,6
Suède						6,6	7,6	8,6	9,7	11,0	13,4

Alors qu'actuellement cette consommation est très inférieure aux possibilités de production il est possible et vraisemblable qu'au cours de la prochaine décennie, la situation soit inversée et que la demande dépasse l'offre d'où augmentation des prix actuels.

3.1.5. Importations et exportations de DCP dans divers pays européens

Chaque année, les usines "Produits chimiques de TESSENDERLOO et produits chimiques du LIMBOURG sont obligées de développer leurs marchés en engrais pour placer leur production. Elles sont même obligées de créer des marchés, notamment au Chili et en Colombie, à des prix sacrifiés, par rapport aux prix européens. Chaque année 100 à 150.000 tonnes de phosphate bicalcique sont vendues comme engrais. Même de 1954 à 1967 où le développement de l'alimentation du bétail s'est poursuivi régulièrement, la production de phosphate bicalcique a continué à dépasser les possibilités de placement sur le marché alimentaire.

Les exportations de phosphate bicalcique engrais, ont dû être développées, au Chili pour permettre de placer tout le bicalcique produit.

Les usines sont obligées de supporter des frais de transport énormes pour envoyer leur engrais en Amérique du Sud afin de vider leurs magasins.

Citons qu'entre temps, le placement du bicalcique engrais sur les marchés européens, est devenu de plus en plus difficile du fait que c'est un engrais pulvérulent, et que la clientèle agricole demande des engrais granulés complexes et des superphosphates.

Les tableaux n° en annexe donnent les résultats des statistiques pour la RFA, la Belgique, la France, l'Italie et les Pays-Bas.

Nous voyons qu'actuellement la Belgique est de loin le plus gros exportateur européen.

3.1.6. Prix pratiqués sur le marché mondial

Ces prix sont très variables et diffèrent considérablement suivant les quantités exportées.

Nous rappelons d'autre part qu'il y a une très grosse différence entre la qualité DCP pour aliments composé ou concentré et la qualité pharmacie.

Par exemple aux USA alors que la qualité appelé fourragère était commercialisée à 72 \$ en 1968 la qualité pharmacie USP (United States Pharmacopeia) était vendue 172 \$ la tonne.

En Europe, les prix ont continuellement baissé depuis 1966 et la Belgique que l'on peut considérer comme le leader pour le DCP, donc fixant pratiquement les prix internationaux, commercialisait le DCP à 69,8 \$ contre 83,7 \$ en 1966.

3.2. PREVISIONS

3.2.1. Prévision et évolution de production des aliments composés dans les principaux pays producteurs

Nous avons vu d'après le tableau n° que le pourcentage moyen d'augmentation de la production et de la consommation d'aliments composés était de 11 % par an.

Nous pensons que devant les résultats remarquables obtenus en Europe par l'utilisation de ces aliments pour l'augmentation de la production de lait et de viande qui suit celle des biens de consommation en général, et celle de la démographie en particulier, ce secteur que l'on peut qualifier de vital prendra de l'expansion.

Ce qui se passe en Europe a les plus grandes chances de se répercuter sur les pays de l'Est et dans les pays en voie de développement où il y a une démographie importante et une sous alimentation chronique.

Ce n'est heureusement pas le cas de la Tunisie, mais il n'en est pas moins vrai que la production de viande et de lait est actuellement déficitaire et que le Gouvernement préconise un effort considérable dans l'élevage.

Les producteurs actuels d'engrais composés estiment que le plafond se situera à l'utilisation de 1000 T de DCP par an dans les aliments composés.

Les estimations, tenant compte du nombre de bêtes montrent que la consommation totale prévisionnelle théorique pourrait atteindre 4 660 T.

Tout ceci montre la difficulté d'établir avec précision les prévisions générales mondiales.

3.2.2. Evolution de la production de DCP

En admettant seulement un pourcentage d'augmentation annuelle de 5 % au lieu de 10 %, la consommation pourrait s'élever en 1976 à 154,7 MT soit l'utilisation de 1,54 MT de DCP, c'est à dire le maximum des capacités existantes.

En fait la consommation peut se situer entre 1,54 MT et 2,28 MT. La production devra donc suivre la demande.

4. CONCLUSIONS

Nous avons eu les plus grandes difficultés à obtenir des chiffres de production de DCP et de consommation et c'est grâce à l'ONUDI, l'OCDE et le Journal des Industries Alimentaires et Agricoles que nous avons pu rédiger cette étude de marché du DCP lié étroitement à celui des aliments composés. Actuellement, une grande partie de la population mondiale est sous alimentée et tous les gouvernements des pays en voie de développement ont actuellement deux objectifs :

- 1) amélioration du rendement agricole et de l'élevage
- 2) industrialisation.

Le premier objectif répond au besoin profond de nourrir la population et d'exporter les surplus pour faire rentrer les devises.

Le second doit permettre de valoriser les ressources naturelles du pays au point de vue minier, pétrolier et créer de ce fait une infrastructure industrielle nécessitant des cadres locaux compétents. Ceci constitue une élévation du personnel ouvrier, cadres moyens, cadres supérieurs et par là même une augmentation du PNB.

La production du DCP dans le cadre tunisien peut donc s'avérer une opération rentable à condition que le prix de la matière première de base en l'occurrence l'acide chlorhydrique soit nul ou très faible de façon à obtenir un prix de revient compétitif sur le marché international.

P A R T I E : B.

ETUDE TECHNIQUE

S O M M A I R E

<u>INTRODUCTION :</u>	<u>Page</u>
1. <u>PRINCIPE DE FABRICATION DU D.C.P.</u>	2 à 3
1.1. A PARTIR DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE	
1.2. A PARTIR DE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE	
2. <u>DISPONIBILITE DES MATIERES PREMIERES</u>	4 à 9
2.1. ACIDE PHOSPHORIQUE	4
2.2. ACIDE CHLORHYDRIQUE	6
2.3. PHOSPHATE NATUREL	8
2.4. CARBONATE DE CALCIUM OU CALCAIRE	8
3. <u>SPECIFICATION ET PROPRIETES DU PRODUIT FINI</u>	10
4. <u>PROCEDES DE FABRICATION</u>	11 à 16
4.1. PROCEDE UGINE KUHLMANN PROPOSE PAR LA S.T.B.C.	11
4.2. PROCEDE WELLMAN LORD PROPOSE PAR GEKA	13
4.3. PROCEDE UGINE KUHLMANN PROPOSE PAR GEKA-SYBETRA	15
4.4. PROCEDE DE NORA.....	15
5. <u>CHOIX DU SITE</u>	17 à 19
5.1. CRITERES DU CHOIX	
5.2. SFAX	
5.3. GABES	
5.4. TUNIS-MEURINE	
5.5. KASSERINE	
5.6. USINE INTEGREE AU COMPLEXE DES DERIVES FLUORES, OU A UN COMPLEXE PETRO- CHIMIQUE	
6. <u>EXAMEN COMPARATIF DES DIFFERENTES PROPOSITIONS</u>	19 à 26
6.1. CONSIDERATIONS TECHNIQUES GENERALES	
6.2. SPECIFICATION ET QUALITE DES MATIERES PREMIERES	
6.3. COMPOSITION ET QUALITE DU PRODUIT FINI	
6.4. MAIN D'OEUVRE REQUISE	
6.5. CONSOMMATIONS SPECIFIQUES DE MATIERES PREMIERES ET D'UTILITES PAR TONNE DE D.C.P.	

6.6. INVESTISSEMENTS "IN SITE BATTERY LIMIT"

6.7. CONCLUSIONS DE L'ETUDE TECHNIQUE

<u>ANNEXE I</u>	: PHOSPHATE POUR L'ALIMENTATION ANIMALE	27
<u>ANNEXE II</u>	: SPECIFICATIONS DU MATERIEL	28 & 49
A	: PROPOSITION STEC	28 & 39
B	: PROPOSITION GEKA PROCEDE WELLMAN LORD	40 & 42
C	: PROPOSITION GEKA SYBETRA PROCEDE USINE KUELMANN	43 & 49

INTRODUCTION

Dans le cadre de la valorisation des phosphates tunisiens et de l'amélioration des conditions de l'élevage qui constitue un secteur important de l'économie tunisienne, le Centre National d'Etudes Industrielles a inscrit dans son programme pour l'année 1970 un projet d'étude d'une installation de fabrication de phosphate bicalcique, couramment appelé D.C.P.

Le phosphate bicalcique est utilisé :

- comme engrais dans l'agriculture
- pour la fabrication de la pâte dentifrice et des produits pharmaceutiques quand il est très pur.
- et surtout pour l'alimentation du bétail (ovins, bovins et volailles).

C'est ce dernier usage, le plus important, qui nous intéresse.

Le phosphate bicalcique sert comme complément à la nourriture du bétail ayant pour but de remédier à un déficit de phosphore qui a pour conséquence une diminution de la production laitière et une augmentation du taux de stérilité.

Le phosphate bicalcique est administré au bétail dans un concentré où il rentre pour 1 à 2 %.

D'après des renseignements recueillis auprès de l'Office de l'Elevage et de l'Office des Céréales les prévisions de production de concentré en 1974 seront de l'ordre de 100.000 tonnes/an, ce qui correspond à un maximum théorique de 2.000 tonnes/an de phosphate bicalcique.

La capacité minimum rentable d'une installation fabriquant ce produit est de 10.000 tonnes/an. Ainsi pour assurer des débouchés à la production qui dépassera largement les besoins tunisiens, une étude de marché fera l'objet de la pièce A.

On supposera dans ce qui va suivre que l'installation projetée est intégrée à un complexe.

On examinera dans cette partie technique le principe de fabrication du DCP, la disponibilité des matières premières, la spécification du produit, les procédés de fabrication, le choix du site et on confrontera pour terminer les propositions d'un certain nombre de bureaux d'études étrangers. L'étude comportera en outre des annexes.

1. PRINCIPE DE FABRICATION DU D.C.P. .

Le phosphate bicalcoique $\text{CaH PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ou D.C.P. se fabrique à l'échelle industrielle selon deux procédés différents :

1) A partir de l'acide phosphorique qu'on neutralise avec le carbonate de calcium ou le lait de chaux.

2) A partir du phosphate naturel par attaque chlorhydrique et action du carbonate de calcium ou de lait de chaux.

Le phosphate bicalcoique peut également être obtenu par attaque des phosphates naturels par l'acide nitrique. Nous ne considérons dans notre projet que les deux premiers procédés.

1.1. A PARTIR DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE :

Dans ce cas l'acide phosphorique obtenu par voie humide est débarrassé

- de l'acide sulfurique
- de l'arsenio
- du fluor et de la silice
- et des matières organiques.

Ensuite, l'acide phosphorique est repris par pompe des cuves d'épuration et il est filtré sur filtre rotatif. Il passe ensuite dans une cuve à agitation et on additionne lentement du carbonate de calcium en maintenant le point de neutralisation à la valeur de $\text{PH} = 6,7$ pour éviter le dépôt du phosphate tricalcoique. Avec des conditions de concentration et de température bien choisies, on obtient un précipité cristallin qui est centrifugé. Le produit humide est séché dans un tambour sécheur en écoulement, opération dans laquelle on évite de chauffer le phosphate bicalcoique au delà de 60°C pour éviter toute transformation en phosphate tricalcoique qui entraîne une diminution de la solubilité du produit dans le citrate.

1.2. A PARTIR DE L'ACIDE CHLORHYDRIQUE :

Le principe de la fabrication est le suivant :

- Premièrement attaque du phosphate par l'acide chlorhydrique et défluoration.
- filtration du D.C.P.
- et neutralisation des jus de filtration par le carbonate de calcium et formation de CaF_2 .

- séchage du D.C.P.

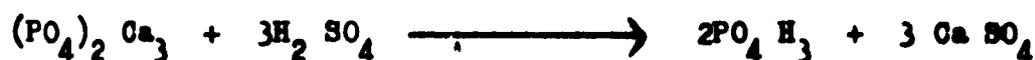
Le phosphate est attaqué par l'acide chlorhydrique dans des cuves de réaction et précipite alors que tous les autres sels sont à l'état soluble. La bouillie est filtrée sur des filtres à vide tournants, le phosphate bicalcoique lavé est envoyé dans l'installation de séchage.

Le filtrat est envoyé dans les cuves de neutralisation où on introduit du CaCO_3 finement broyé. Il se forme du CaF_2 insoluble. Il y a également neutralisation de l'acide chlorhydrique qui n'a pas réagi.

2. DISPONIBILITE DES MATIERES PREMIERES :

2.1. ACIDE PHOSPHORIQUE :

En Tunisie, l'acide phosphorique est produit par voie humide. La chaux, contenue dans le phosphate naturel tricalcique est déplacée au moyen de l'acide sulfurique suivant la réaction :



Le sulfate de calcium précipité est éliminé par filtration et l'acide phosphorique reste en solution dans l'eau ; suivant la richesse du phosphate utilisé la concentration varie mais ne dépasse guère 32 % de P_2O_5 (SIAPE 26 %).

Il existe divers procédés pour fabriquer l'acide phosphorique par voie humide, ils diffèrent par l'appareillage utilisé, souvent protégé par des brevets.

La SIAPE possède son brevet qui permet le fonctionnement exclusif de l'usine avec le phosphate tunisien. En effet, le phosphate tunisien a été longtemps considéré comme impropre à la production d'acide phosphorique par voie humide. Mais en utilisant du phosphate lavé et des filtres de grande capacité et au prix d'une longue mise au point, la SIAPE a démontré que cette fabrication était possible.

Le phosphate n'est pas de composition constante, même lorsqu'il provient d'un seul gisement. Il contient certaines impuretés ; celles-ci en présence d'acide sulfurique, se transforment en sels gélatineux qui retardent la filtration du gypse ($Ca SO_4 \cdot 2 H_2O$).

Les principaux procédés connus sont ceux de la SIAPE en Tunisie, Dorr Oliver et Chemico en Amérique, Landskrona en Suède, Prayon au Luxembourg, Saint Gobain et Kuhlmann en France, Nissan au Japon, Siegmaster Brayer et Kellog aux USA, Fisons en Grande Bretagne.

Les procédés diffèrent par des détails d'appareillage, notamment par le modèle des filtres et le refroidissement de la bouillie d'attaque.

Les procédés Prayon, Siegmaster et Nissan passent par le stade semi-hydrate, alors que les autres procédés produisent du gypse.

Les producteurs d'acide phosphorique en Tunisie sont actuellement la SIAPE, et la NPK. Un 3ème producteur les ICM démarrera sa production en octobre 1971.

	Localisation	Production annuelle de H_3PO_4 à 26 % en tonnes de P_2O_5	Utilisation	Vente de P_2O_5 EN tonnes de P_2O_5
* S.I.A.P.E.	Sfax	84.376	Supertriple	10.238
* N.P.K.	Sfax	69.000	Supertriple	-
I.C.M.	Gabès	100.000	Acide phosphorique concentré à 54 %	100.000

L'acide phosphorique produit par la SIAPE à partir du phosphate lavé de Metlaoui à 65 % de tricalcique a la composition suivante :

	Phosphate de Metlaoui lavé	Acide Phosphorique dilué
P_2O_5 %	28,9 %	25,4 %
Ca O %	48,8 %	0,44 %
F %	3,5 %	0,77 %
SO_3 %	3,5 %	1,05 %
CO_2 %	6,0 %	/
MgO %	0,7 %	0,53 %
Al_2O_3 %	0,41 %	0,22 %
Fe_2O_3 %	0,36 %	0,35 %
SiO_2 %	3,4 %	0,45 %
Perte à 1 000° C	10,4 %	Matières organiques 0,020 %

* Les chiffres de la SIAPE et de N.P.K. sont les chiffres de 1968.

2.2. ACIDE CHLORHYDRIQUE :

L'usine de la Société Nationale Tunisienne de Cellulose (SNTC) de Kasserine produit actuellement 10 tonnes/jour de soude et à peu près la même quantité de chlore, il y a production également de 2 750 m³ d'H₂ par jour.

Le chlore est utilisé pour le blanchiment de la pâte (à peu près la moitié de la production) et le reste est vendu à l'état liquide dans des bouteilles de 50 kgs.

Une partie du chlore est utilisée sous forme d'acide chlorhydrique pour les besoins de l'usine et la vente.

L'acide chlorhydrique aqueux à la concentration commerciale de 30 % est obtenu par absorption de HCl dans l'eau.

Le stockage de l'acide chlorhydrique se faisait autrefois dans des récipients en céramique maintenant il se fait la plupart du temps dans des bacs en fer caoutchoutés.

De toutes les façons la disponibilité de 4 à 5 tonnes/jour d'acide chlorhydrique à Kasserine est nettement insuffisante pour la réalisation du projet de phosphate bicalcoïque. En effet pour une capacité de 10.000 T/an de DCP, il faut près de 7 000 T/an de Cl₂ soit près de 24 T/jour.

La SNTC envisage l'installation à Tunis d'une unité de fabrication de 10.000 tonnes/an de soude. Cette soude sera préparée par l'électrolyse d'une solution de chlorure de sodium dans des cellules d'électrolyse à cathode de mercure et ceci permet la récupération de près de 9 000 tonnes/an de chlore quantité suffisante pour la réalisation du projet de phosphate bicalcoïque.

Le prix de l'acide chlorhydrique proposé par la SNTC nous paraît excessif d'autant plus que le chlore est considéré comme un sous produit. En effet, alors que les cours mondiaux parus dans la revue "Chimie et Industrie, Génie Chimique" du mois de Mai 1970 donnent pour l'acide chlorhydrique (à 21° Bé) un prix de 0,13 FF le Kg (FOB port français) (près de 13 dinars la tonne), la SNTC nous propose un prix de 65 dinars la tonne d'acide chlorhydrique à 33 % (départ usine). Un examen sérieux de la question avec les responsables de la SNTC s'impose.

On peut par contre obtenir de l'acide chlorhydrique fatal, c'est-à-dire comme résidu provenant de la fabrication d'un autre produit. Cet acide résiduaire est compté pour zéro.

En effet dans le projet des dérivés fluorés, on obtient de l'acide chlorhydrique fatal dans l'atelier de oryolithe. Dans une première étape on envisage, dans le complexe des dérivés fluorés, la fabrication de 8 000 tonnes/an de oryolithe avec possibilité de doublement. Or par tonne de oryolithe il faut 1,250 tonnes de NaCl, et pour 8 000 tonnes de oryolithe on utilise :

$$8\ 000 \times 1,250 = 10.000 \text{ tonnes/an de NaCl}$$

ce qui correspond à :

$$\frac{35,5 \times 10.000}{58,5} = \frac{355.000}{58,5} = 6\ 068 \text{ tonnes de chlore}$$

soit en comptant en HCl résiduaire :

$$\frac{36,5 \times 6\ 068}{35,5} = 6\ 238 \text{ tonnes}$$

Les rendements proposés par Montecatini sont en général de 90 %, cette Société n'a pas précisé les rendements en ce qui concerne le HCl résiduaire. Nous avons jugé utile de prendre un rendement de 80 %, ainsi la quantité de HCl disponible sera :

$$\frac{6\ 238 \times 80}{100} = 4\ 990 \text{ tonnes}$$

Cette quantité ¹⁰⁰ permet la fabrication de $\frac{4\ 990}{0,7} = 7\ 128$ tonnes de D.C.P. et en cas de doublement de l'atelier de oryolithe, on pourra fabriquer 14.250 tonnes de D.C.P.

La concentration de l'acide chlorhydrique résiduaire n'a pas été précisée, elle est en principe comprise entre 6 et 10 %, il faut pour le DCP un acide de concentration supérieure à 10 %, mais ceci ne constitue pas un inconvénient, une petite installation de concentration serait à prévoir.

On peut obtenir également de l'acide chlorhydrique résiduaire dans un complexe pétrochimique fabriquant du chlorure de vinyle à partir de l'éthylène. En effet si on fabrique 20.000 tonnes de chlorure de vinyle, on récupère 12.400 tonnes de HCl.

2.3. PHOSPHATE NATUREL :

La firme "De Nora" détenteur du procédé de fabrication de phosphate bicalci- que à partir de l'acide chlorhydrique conseille un phosphate ayant les caractéristiques suivantes :

P_2O_5	.....	plus de 30 %
Fe	.....	moins de 1 %

Les minerais de phosphate tunisiens subissent un enrichisse- ment à 65 BPL titre exigé par les acheteurs. Deux traitements d'enrichissement sont uti- lisés :

- Un enrichissement à sec par ventilation : Redeyef Moularès, M'Dilla
- Un enrichissement par lavage : Metlaoui, M'Dilla

2.4. CARBONATE DE CALCIUM OU CALCAIRE $CaCO_3$:

Ce produit est commun aux 2 procédés. Des investigations auprès de l'Office National des Mines nous ont permis d'avoir les renseignements globaux suivants sur la localisation des carrières de calcaire en Tunisie.

2.4.1. Les gites de calcaires naturels :

Les possibilités de mise en évidence de gisements de calcaire à haute teneur en $CaCO_3$ s'avèrent en fait relativement réduites.

En première approximation peuvent être considérées comme susceptibles de ré- pondre aux desiderata des exploitants.

- Les calcaires triasitiques du Djebel Iohkeul

(100 kms environ au NW de Tunis) dont les teneurs en CO_3Ca voisinent 96/97 %.

Des analyses récentes effectuées sur les séries carbonatées actuellement en exploitation ont donné des résultats suivants :

Perte au feu à 1 200° (CO_2)	.....	=	42 %
FeO	.....	=	0,8 %
SiO_2	.....	=	0,4 %
Al_2O_3	.....	=	1,00 %
MgO	.....	=	1,00 %

- Les calcaires liasitiques du Djebel Zaghouan (Djebel Staa) qui sont situés à 80 kms environ au Sud de Tunis présentent des teneurs en CO_2 Ca de l'ordre de 98 %.
- Éventuellement les calcaires jurassiques (Kimméridgion) de la région de Médenine pour lesquels nous ne possédons, néanmoins aucune analyse.
- Les calcaires tertiaires d'El Agareb (50 kms à l'Ouest de Sfax)

2.4.2. Les gites de calcaires argileux :

Les possibilités de mise en évidence de calcaires argileux titrant 75 à 85 % de $Ca CO_3$ sont beaucoup plus grandes.

Bien que ne possédant aucune analyse précise, nous pouvons retenir comme objectifs possibles sous réserves de vérifications ultérieures.

- Dans la région de Tunis les calcaires crétacés affleurant largement aux confins du Djebel Bou Kornine d'Hammam-Lif.
- A l'Ouest de Sfax, les séries éocènes et éventuellement crétacés du Djebel Cherabi.
- Dans la région de Maknassy certaines séquences lithologiques appartenant aux crétacés.
- Dans la région de Gabès certains horizons du crétacé

2.4.3. Conclusion :

Il est évident que nous ne pouvons à l'heure actuelle et faute de données, dresser le catalogue des gites calcaires ou calcaire-argileux susceptibles d'approvisionner le futur atelier.

Il conviendrait donc :

- a - de fixer là ou les régions où doit se limiter l'investigation
- b - de procéder dans les régions précédemment définies à une reconnaissance relativement sommaire des séries plus ou moins conformes aux exigences, cette reconnaissance allant de pair avec un échantillonnage systématique.
- c - en regard aux premiers renseignements recueillis, de limiter alors l'investigation précise à un ou deux secteurs privilégiés situés au mieux des intérêts des futurs exploitants.

3. SPECIFICATION ET PROPRIÉTÉS DU PRODUIT FINI :

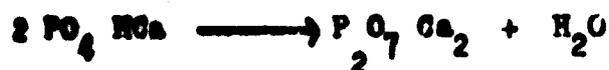
Le phosphate bicalcique ou monoacide est un sel qui constitue deux espèces minérales assez rares :

- à l'état anhydre : CaHPO_4 , c'est la monétite qu'on trouve aux Antilles, elle est soit cristallisée en prismes groupés en petits cristaux, soit en masses blanchâtres friables.

- à l'état hydraté c'est la brushite : $\text{Ca HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ qui se trouve dans les îles Aves et Sombroso.

Le phosphate bicalcique déshydraté commence à perdre son eau de cristallisation dès 40°C , mais avec une extrême lenteur, cette perte est plus rapide au delà de 100° , sans que rien ne fasse apparaître la perte d'une seule molécule.

Le sel anhydre est stable jusqu'à 325°C , au delà il se transforme en pyrophosphate neutre :



Si une grande quantité de phosphate bicalcique est en présence de peu d'eau (eau du séchage du phosphate précipité industriel) l'hydrolyse a lieu même sans catalyse, elle est d'autant plus accentuée que la température est plus élevée, et le phénomène marque une discontinuité à 75° .

Le phosphate bicalcique est plus soluble dans l'eau chargée de gaz carbonique que dans l'eau pure. Sous sa forme hydratée, il est très soluble dans le citrate ammoniacal.

La composition du produit fabriqué industriellement et sa granulométrie dépendent du procédé et de la qualité des matières premières de départ (voir tableau 6.2 et 6.3). En moyenne la teneur en P_2O_5 est supérieure à 40 %. Le pourcentage en phosphore total tourne autour de 20 %, celui du calcium total autour de 25 %, le rapport $\frac{\text{Ca}}{\text{P}}$ est de 1,2 à 1,3.

Nous avons jugé utile de mettre en annexe une circulaire du projet de la Commission des Communautés Européennes relative aux phosphates pour l'alimentation animale.

4. PROCEDES DE FABRICATION :

4.1. PROCEDE UGINE KUHLMANN PROPOSE PAR LA STEC :

4.1.1. Traitement de l'acide phosphorique : (schéma 1)

L'acide phosphorique non épuré (contenant en solution les impuretés apportées par le phosphate de chaux est stocké dans un réservoir intermédiaire (capacité 150 m³).

L'acide phosphorique, repris par pompe est envoyé dans les cuves d'épuration.

Dans les cuves d'épuration préalablement agitées et chauffées, sont également versés les différents réactifs d'épuration :

- phosphate de chaux, pour élimination de l'acide sulfurique ;
- sulfures de sodium en solution, pour précipitation de l'arsenic ;
- carbonate de sodium, pour élimination du fluor et de la silice ;
- solution de séparan, pour coagulation des matières organiques.

Les solutions des réactifs sont préparées, aux concentrations désirées dans des réservoirs avec agitateurs et s'écoulent par gravité dans les cuves d'épuration.

Le carbonate de sodium et le phosphate de chaux, stockés dans les silos intermédiaires, sont repris par extracteur, pesés et acheminés, par transporteur, vers les cuves d'épuration où est également versée l'eau nécessaire à la dilution désirée de l'acide phosphorique.

L'acide phosphorique est repris par pompe à partir des cuves d'épuration, et est filtré sur filtre rotatif à "Précoat".

La pré-couche de cette filtration est constituée par une solution de clarsel.

La solution vert-clair d'acide phosphorique, est pompée vers l'atelier de fabrication de phosphate bicalcique.

REMARQUE :

A la sortie du filtre, les boues sont reprises par dilution dans l'eau.

Dans le cas d'un atelier voisin de fabrication d'acide phosphorique, il sera possible d'effectuer la dilution avec de l'acide phosphorique et de renvoyer les boues à la batterie d'attaque.

4.1.2. Phosphate bicalcique : (schémas 2 et 3)

L'acide phosphorique épuré, obtenu précédemment est stocké dans un réservoir intermédiaire, avec agitateur et pompe de reprise (capacité de stockage 24 heures de fabrication).

Le carbonate de calcium est stocké dans un silo intermédiaire (prévu pour 24 heures de fabrication muni de filtres à manches.

L'alimentation de ce silo est réalisée par voie pneumatique, à partir de camions ou wagons d'approvisionnement.

Un extracteur, une trémie, 2 transporteurs par chaîne assurent :

- L'acheminement du carbonate de calcium vers la fabrication du phosphate bicalcique ;

- Le retour de l'excédent de carbonate vers le silo.

L'attaque de l'acide phosphorique (réglé à débit constant) sur le carbonate de calcium (préalablement dosé) est réalisée après mélange efficace dans un malaxeur, par le procédé à courroie Ugine Kulhmann.

La réaction une fois terminée, le produit est broyé et séché par de l'air préchauffé, puis le phosphate bicalcique est criblé pour obtenir la granulométrie désirée. Le refus est recyclé vers la courroie.

Une installation annexe de séparation, par cyclone, permettra la récupération des "fines".

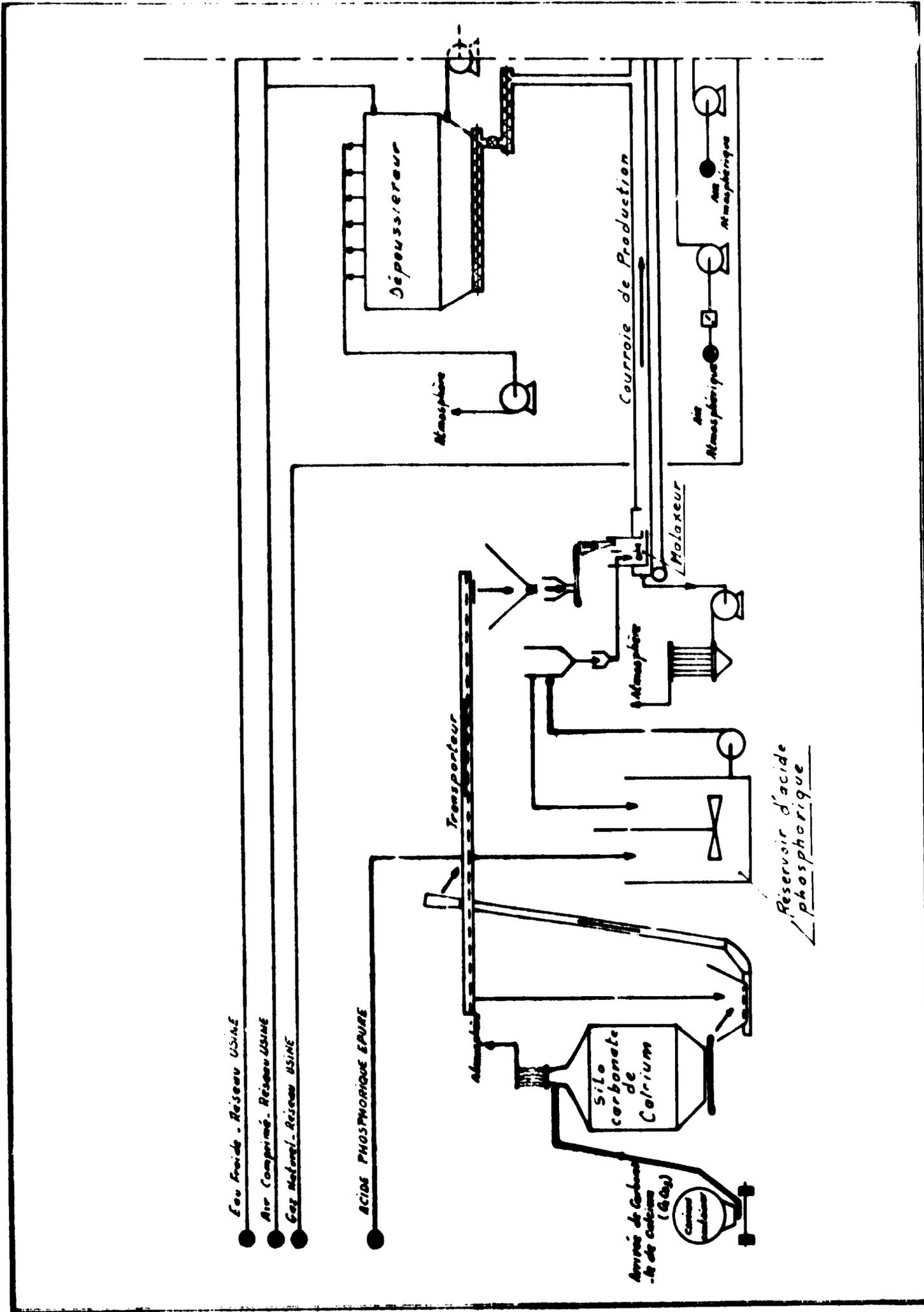
Afin de permettre une bonne conservation, le produit est ensuite refroidi avant d'être envoyé au stockage.

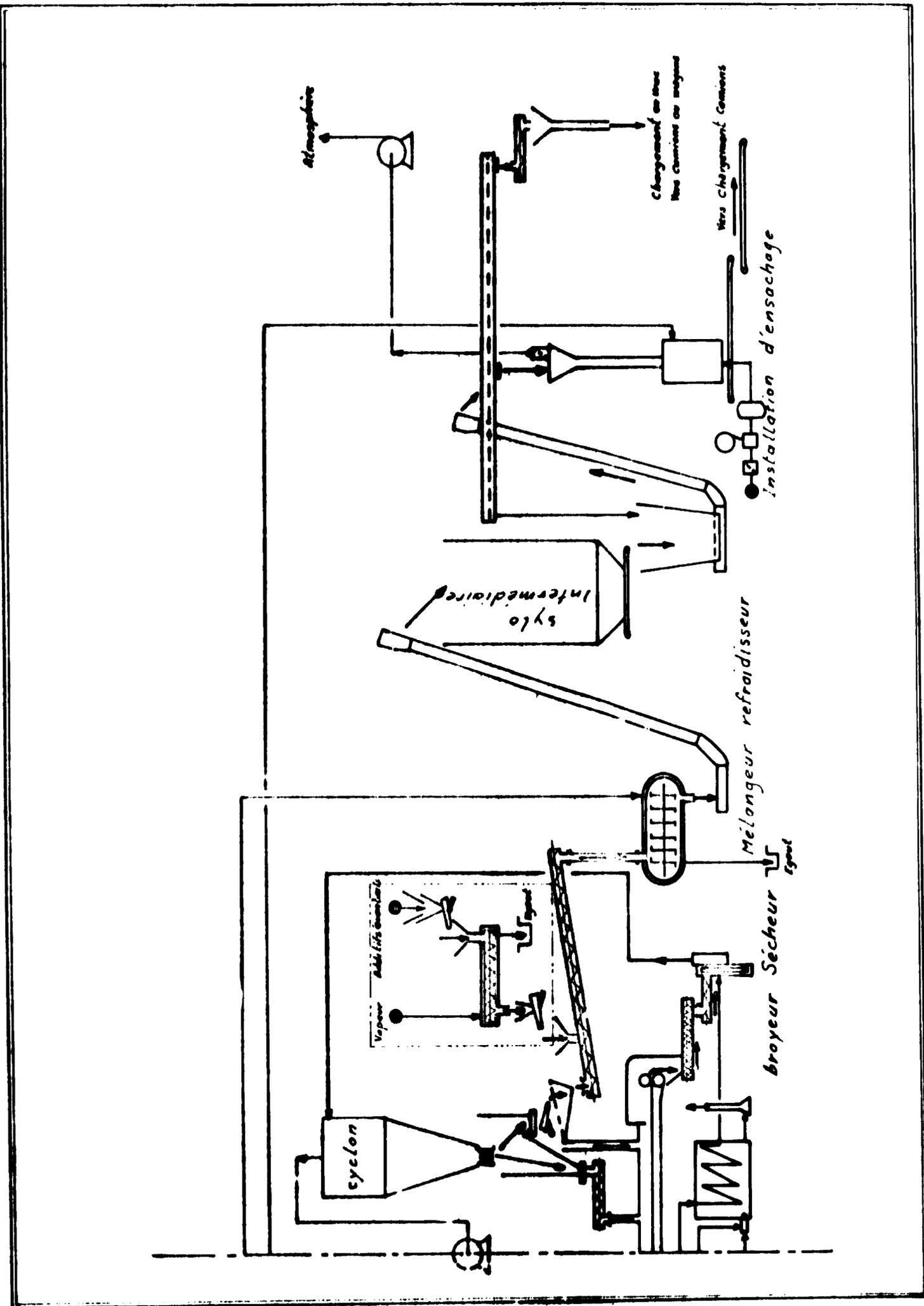
Avant refroidissement, et pour éviter une reprise en masse il est prévu une adjonction éventuelle d'additifs permettant une meilleure reprise du phosphate au stockage.

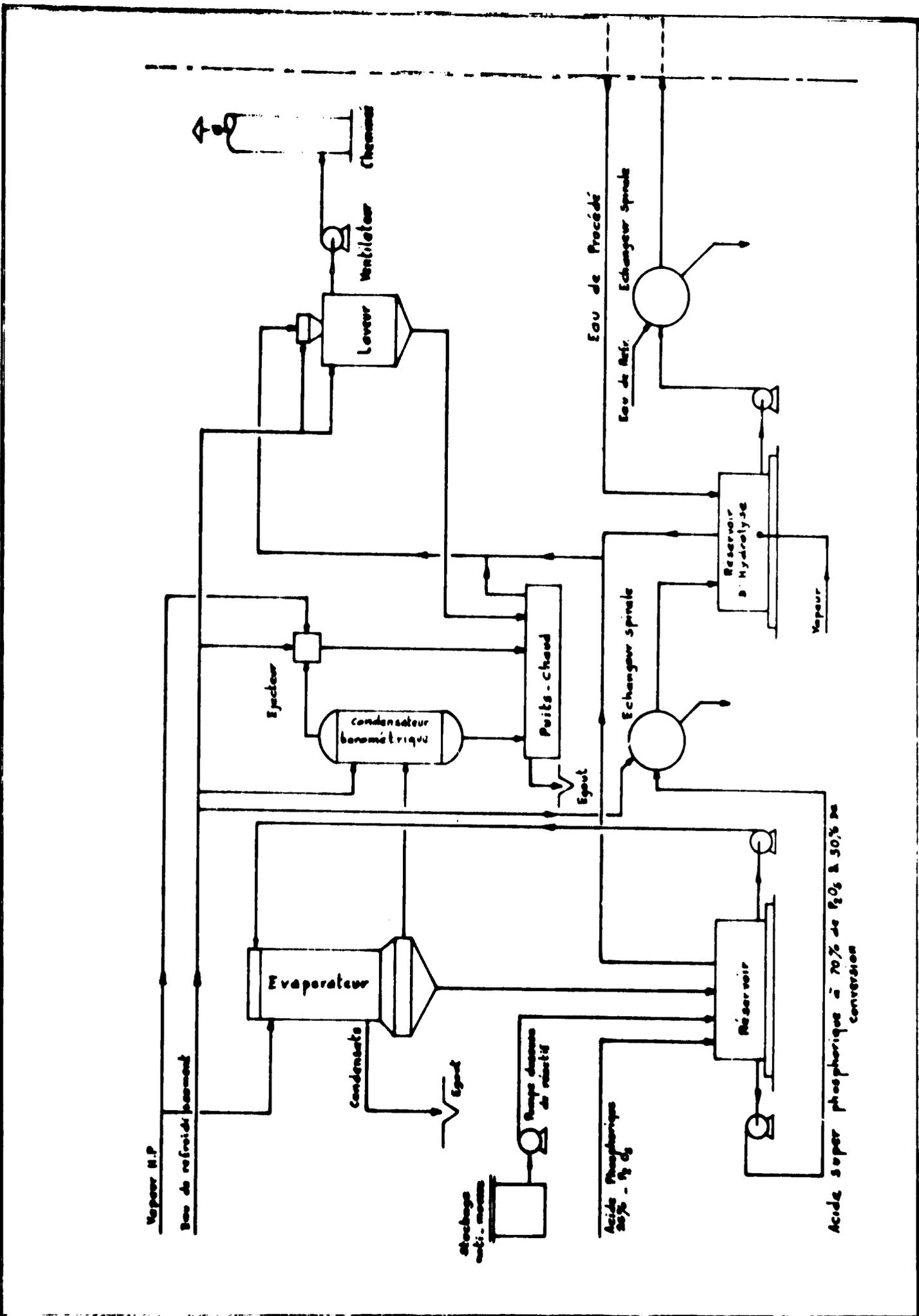
A la sortie du refroidisseur, le phosphate bicalcique est repris par transporteur et stocké dans un silo intermédiaire prévu pour 60 heures de fabrication.

Un extracteur, une trémie et 2 transporteurs assurent l'acheminement du phosphate bicalcique vers le poste d'ensachage.

L'ensachage est réalisé dans des sacs en papier à valve de 40 à 50 kgs, à l'aide d'une ensacheuse à "lit fluidisé" (capacité maximum 15T/h). Un filtre à décolmatage







La vapeur qui se forme durant la concentration et la conversion passe dans un condenseur barométrique qui est relié à un éjecteur fonctionnant à vapeur H.P. Le système condenseur barométrique éjecteur maintient une pression absolue d'environ 60 mm Hg dans l'évaporateur.

Le super-acide provenant de l'évaporateur passe par gravité dans un réservoir de recyclage alimenté en acide phosphorique clarifié à 26 %.

Le réservoir de recyclage sert à alimenter l'évaporateur et un réservoir où le super-acide refroidi dans un échangeur est transformé en acide ortho à 45 % de P_2O_5 . Ceci est la concentration requise pour produire le phosphate bicalcique.

Les effluents gazeux non condensables, constitués essentiellement de fluor et provenant de l'évaporateur, du réservoir de recyclage, et surtout du réservoir d'hydrolyse sont lavés avant d'être rejetés à l'atmosphère.

L'acide chaud est refroidi à 93° C environ et pompé vers l'unité de phosphate bicalcique.

b) Phosphate bicalcique :

L'utilisation de phosphate hydrolysé permet la production d'un phosphate bicalcique de qualité alimentaire.

Les réactions chimiques au cours de cette transformation peuvent se résumer comme suit :



Le calcaire broyé réagit avec de l'acide phosphorique pour donner un mélange de phosphate mono et bicalcique ainsi que du carbonate de calcium qui n'a pas réagi.

La réaction et la granulation ont lieu dans un broyeur. La granulation est contrôlée par le débit de recyclage des fines et du produit fabriqué pendant ces opérations ainsi que par la concentration et la température de l'acide utilisé.

Le CaCO_3 est envoyé directement sous débit contrôlé dans le broyeur à partir d'une trémie de stockage. Les solides se mélangent avec de l'acide phosphorique en donnant du CO_2 et de l'eau. Le taux de recyclage requis est d'environ 3/1. Les produits avec environ 10 % d'eau alimentent un sècheur. Le produit est séché à environ 2 % dirigé vers un éjecteur puis vers des cribles. Les cribles séparent en fines, gros, et pro-

éuite aux dimensions requises.

Les gros sont broyés et distribués vers un transporteur de recyclage. Les fines provenant des collecteurs de poussières des cribles sont dirigés directement vers le transporteur de recyclage. Le produit aux dimensions requises est évacué vers une trémie à la sortie de laquelle un débit contrôlé est envoyé vers un refroidisseur rotatif. La température du produit y est abaissée à 50° C. Il est ensuite évacué vers le stockage. Le surplus de la trémie est dirigé vers le convoyeur de recyclage. Les gaz et les mices à l'air provenant du sécheur, du refroidisseur et d'autres appareils passent par des cyclones de dépoussiérage puis vers des laveurs humides pour récupérer les dernières traces de P_2O_5 .

Le détail du matériel est donné dans l'annexe II § B.

4.3. PROCEDE UDINE KUHLMANN PROPOSE PAR OEXA-SYBETRA : Schéma 5

Ce procédé est celui décrit par la STEC (§ 4.1.) aux détails de capacité près.

Le détail du matériel est donné dans l'annexe II § C.

4.4. PROCEDE DE NORA :

Le procédé de Nora -par voie humide - à partir de phosphates minéraux pour la production de phosphate bicalcique, est caractérisé par l'emploi de l'acide chlorhydrique comme moyen d'attaque et de solubilisation des phosphates minéraux.

L'application du procédé de Nora est très grande ; en effet, ce procédé peut utiliser n'importe quel type de phosphate, soit du type phospherite que du type apatite.

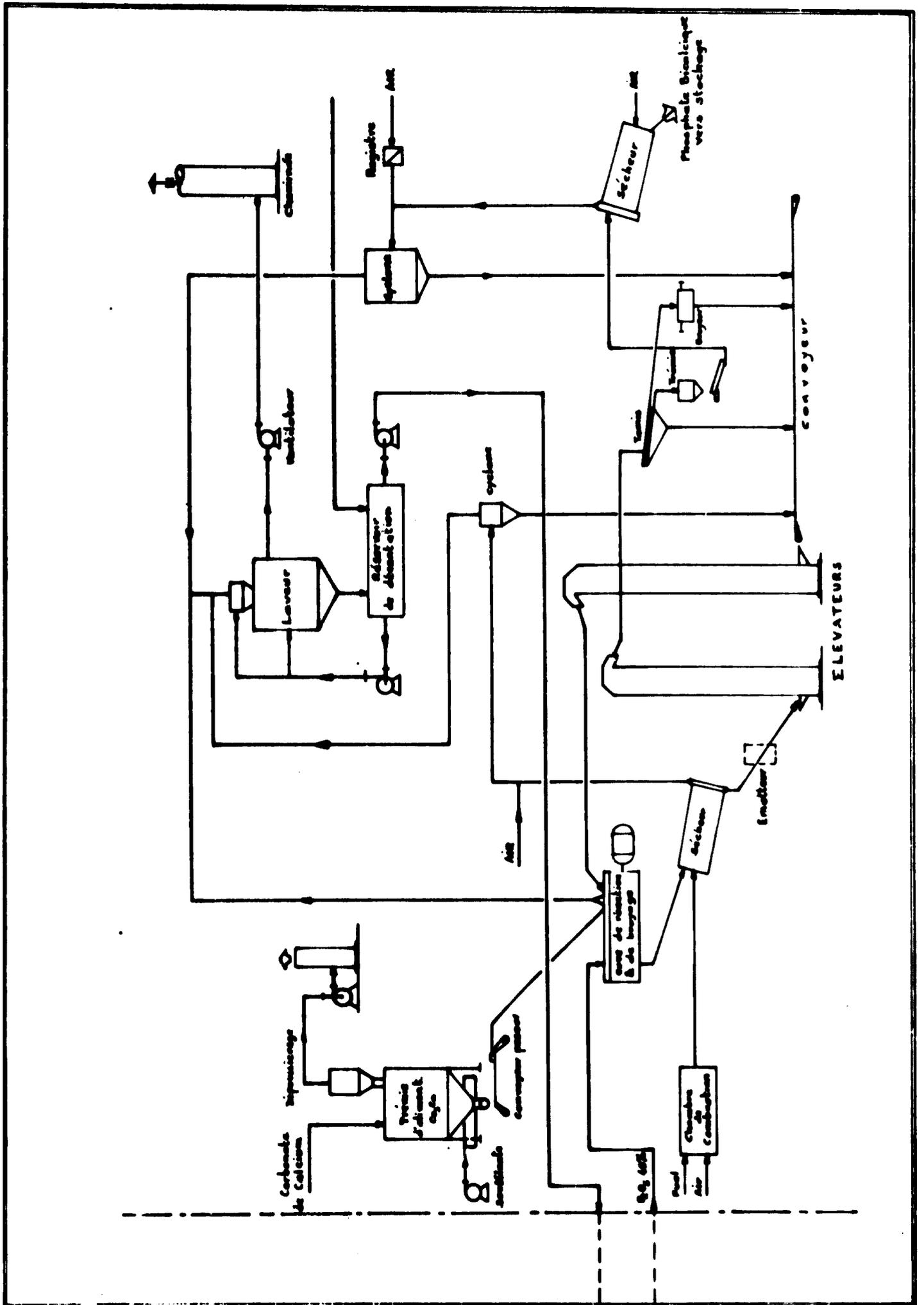
En tout cas, suivant la nécessité, la défluoration des phosphates peut être conduite de façon à obtenir une teneur en fluor dans le D.C.P. variant de 0,1 à 0 % et un rendement de P_2O_5 toujours supérieur à 94 % de celle contenue dans les minéraux, même si dans les phosphates traités le fluor atteint une limite maximum de 4 à 5 %.

Le procédé de Nora est en continu.

Les phosphates minéraux sont attaqués par l'acide chlorhydrique dilué à température constante contrôlée et en conditions fixées de concentration et de rapport acide/phosphate.

TEVA SYSTÈRE PROCÈDE VIENE KOHLMANN

Schéma 5



La quantité des réactifs employés et les conditions du mode opératoire sont telles que la séparation des boues est facile et permet l'élimination du fluor, principalement comme Ca F_2 , c'est à dire sous sa forme la moins soluble.

Dans les liquides d'attaque destinés à la défluoration, le rapport entre P_2O_5 et H_2O restant est contrôlé afin d'obtenir la meilleure défluoration possible et la moindre perte de P_2O_5 .

Le procédé de Nora emploie, en très petites quantités, des adjuvants très efficaces, expressément étudiés pour ce but, pour abattre les mousses, pour baigner les solides et pour favoriser la coagulation des boues, dont l'élimination par filtration est obtenue par un niveau opérationnel thermique optimum.

Le procédé de Nora peut être subdivisé en différentes étapes :

- A. Attaque des phosphates minéraux et défluoration
- B. Précipitation du D.C.P. et filtration
- C. Neutralisation
- D. Séchage D.C.P.

Dans le procédé de Nora, la défluoration est réalisée par l'emploi de carbonate de calcium (Ca CO_3) très finement broyé. Cependant l'emploi du lait de chaux n'est pas exclu lorsque des facteurs économiques rendent nécessaire l'usage de ce réactif.

La précipitation du D.C.P. est aussi bien conduite par le Ca CO_3 que par le lait de chaux.

La teneur totale en P_2O_5 dans le D.C.P., selon le procédé de Nora, est toujours supérieure au 40,5 %. Le pourcentage de P_2O_5 soluble dans le citrate d'ammonium est pratiquement égal au pourcentage total de P_2O_5 présent dans le D.C.P.

5. CHOIX DU SITE :

5.1. CRITERES DU CHOIX :

Le choix du site dépend en premier lieu du choix du procédé. Si le choix se fixe sur le procédé à partir de l'acide phosphorique, le lieu d'implantation de l'usine projetée sera soit Sfax soit Gabès. Si par contre on opte pour le procédé à partir de l'acide chlorhydrique l'usine de phosphate bicalcique sera installée soit à Kasserine soit à Tunis, ou rattachée à un complexe (dérivés fluorés ou pétrochimiques)

Le choix du site est dominé par les conditions suivantes :

- a) Présence d'un complexe au voisinage de l'usine fabriquant soit de l'acide phosphorique soit de l'acide chlorhydrique.
- b) Proximité d'un port assurant la reprise du produit fini destiné en grande partie à l'exportation.
- c) Proximité d'une carrière de carbonate de calcium ou calcaire et de gisement de phosphate dans le cas du procédé à partir de Mol.
- d) Disponibilité d'énergie électrique et d'eau.
- e) Présence d'une agglomération suffisamment importante pour offrir à l'usine une main d'œuvre technique logée.

Examinons un à un les sites possibles et essayons de dégager pour chacun les avantages et les inconvénients.

5.2. SFAX :

Sfax satisfait les critères énumérés précédemment. De plus la SIAPE qui fabrique de l'acide phosphorique pour le supertriple est intéressée par le projet. A Sfax, un terrain d'une dimension appropriée, limité d'un côté par la route Sfax-Gabès et de l'autre côté par l'usine SIAPE est disponible. Les autres côtés du terrain sont ouverts.

Il faut néanmoins signaler que le port se trouve à 5 kms de distance, il faudra donc transporter le DCP de l'usine vers le port, il en résultera une dépense supplémentaire.

D'autre part le port de Sfax ayant déjà un trafic très important, l'implantation de nouvelles usines à Sfax nécessiterait la construction de nouveaux quais.

5.3. GABÈS :

Les critères énumérés précédemment sont satisfaits par le site de Gabès. L'usine projetée serait intégrée aux I.C.M. qui fabriqueront à partir de 1971 100.000 T/an de P_2O_5 sous forme de H_3PO_4 à 54 %, les ICM sont presque sur le port, il n'y aurait pratiquement pas de dépense supplémentaire pour le transport terrestre usine-port.

Un autre point milite en faveur de Gabès, c'est le désir du Gouvernement de faire de la région un pôle de développement industriel et le projet de la STEJ de construire une nouvelle centrale électrique à Gannouch.

5.4. KASSERINE :

L'usine de la Société Nationale Tunisienne de Cellulose de Kasserine (SNTC) produit actuellement près de 10 Tonnes/j de soude et à peu près 8 à 9 tonnes/jour de chlore. Ce chlore est utilisé pour le blanchiment de la pâte (à peu près la moitié de la production) le reste est vendu.

La disponibilité de 4 à 5 tonnes/jour de chlore à Kasserine est nettement insuffisante pour la réalisation du projet de phosphate bicalcoique. De plus il faut prévoir le transport des phosphates de Kalša Djerda jusqu'à Kasserine qui est à 200 kms de port le plus proche qui est soit Soussse soit Sfax, il faudra par conséquent transporter également le DCP de l'usine vers le port, il en résultera des dépenses supplémentaires. Ainsi, il faut écarter Kasserine.

5.5. TUNIS :

La SNTC envisage l'installation à Tunis d'une unité de fabrication de 10.000 tonnes/an de soude. Cette soude sera préparée par l'électrolyse d'une solution de chlorure de sodium dans des cellules d'électrolyse à cathode de mercure et ceci permet la récupération de près de 9.000 tonnes/an de chlore, quantité suffisante pour la réalisation du projet de phosphate bicalcoique.

Le site de Tunis satisfait les critères énumérés précédemment, mais nous n'avons pas des données précises sur l'état d'avancement du projet d'électrolyse de la SNTC, et comme nous l'avons dit précédemment, les prix proposés par la SNTC pour son acide chlorhydrique sont excessifs et ne permettent aucune rentabilité.

5.6. USINE INTEGREE AU COMPLEXE DES DERIVES FLUORES OU A UN COMPLEXE PETROCHIMIQUE :

Le choix du site de l'usine de D.C.P. dépend dans ce cas du choix de l'emplacement du complexe des dérivés fluorés ou du complexe pétrochimique. Dans les deux cas on obtient de l'acide chlorhydrique résiduaire ce qui permet d'avoir le prix de revient le plus bas.

6. EXAMEN COMPARATIF DES DIFFERENTES PROPOSITIONS :

Pour disposer d'éléments technico-économiques qui se rapprochent le plus de la réalité, des contacts ont été pris avec des sociétés européennes pour la collecte de ces informations.

- 1) La Société Technique d'entreprises chimiques (S.T.E.C.) France
- 2) La Société Gexa (France)
- 3) La Société De Nora (Italie)
- 4) La Société Gexa-Sybeta (France-Belgique)

ont été contactées. Ces éléments sont estimatifs. Il a été jugé utile de consigner les renseignements obtenus dans des tableaux précisant :

- Les considérations techniques générales
- Les spécifications et qualité des matières premières
- La composition du produit fini
- La main d'oeuvre requise
- Les consommations spécifiques de matières premières et d'utilités par tonne de DCP.

- Les investissements "In Site Battery Limit" et enfin une conclusion.

La liste des équipements et les "flow-sheets" seront en annexe.

6.1. CONSIDERATIONS TECHNIQUES GENERALES

Procédé	Capacité t/an	Facteur opératif	Produit fini
S.T.B.C.	30.000	7 200 heures soit 300 jours/an	Phosphate bicalcoique qualité aliment pour bétail
WVA	45.000	330 jours/an	Phosphate bicalcoique qualité : aliment pour bétail
DE MORA	10.000 20.000 et 30.000	330 jours/an	Phosphate bicalcoique qualité : aliment pour bétail
GEKA - STUBER	10.000	330 jours/an	Phosphate bicalcoique qualité : aliment pour bétail

6.4. MAIN D'OEUVRE REQUISE :

Concernant le personnel affecté exclusivement à la fabrication et à son contrôle.

	! Chef de production non ! ! postés !	! Personnel posté !	! Chimiste !	! Total !
S.T.E.C.	-	2 conducteurs par poste dont 1 pour l'épuration de H ₃ PO ₄	-	10
		2 manoeuvres de jour dont 1 pour l'épuration de H ₃ PO ₄		
GEKA	1	1 opérateur 1 aide opérateur	Un chimiste à mi-temps pour le contrôle des échantillons	10
GEKA - SYBERRA	-	1 personne postée pour DCP 2 personnes postées pour H ₃ PO ₄	-	14
		2 manoeuvres de jour dont 1 pour H ₃ PO ₄		
DE MORA				
		! N'a pas précisé la main d'oeuvre nécessaire à la marche de son installation.		

6.5. CONSERVATIONS SPECIFIQUES DE MATIERES PREMIERES ET D'UTILITES PAR TONNE DE DCP

	P ₂ O ₅ (Kgs)	Hcl 100 % (Kgs)	Phosphate naturel (Kgs)	CaCO ₃ (Kgs)	Matières premières auxiliaires pour épu- ration H ₃ PO ₄ en (Kgs)	Eau (m ³)	Electri- cité Kwh	Energie calorifique
S T B C	488	-	-	675	Na ₂ CO ₃ : 34 Phosphate de 19,5 à 39 : chaux	Epuration H ₃ PO ₄ : 3,9 Eau de réfrigération non précisée.	136	Pour séchage DC 800.000 mth - 77,3 kg de fuel
GEIA	481	-	-	620	Na ₂ S : 2,44 Clarsel : 5,85 Séparan : 0,014 Terres de diatomées : 6,3	Estimation : 50 Eau de procédé : 7,88	(1)	6,8 10 ⁵ Kcal = 66,2 Kgs de fue
DE WORA	-	700	1 320	540	H ₂ SO ₄ 93 % : 18	50	180	Combustible 10.000 Kcal/Kg 65 kgs
GEIA-SIBERA	435	-	-	650	Soude : 4 Na ₂ S : 3,2 Séparan : 0,015 Clarsel : 6,5 Phosphate de : 40 chaux	Epuration : 1,85 Eau de réfrigération non précisée	147	1.300.000 Kcal 118 Kg de fuel à 11.000 Kcal

(1) Ce chiffre nous semble anormalement bas.

6.6. INVESTISSEMENTS "IN SITE BATTERY LIMIT" EN FRANCS FRANCAIS

	Engineering	Licence	Equipement complet FOB	Génie civil charpentes métalliques	Montage	Supervision assistance technique et mise en route	Pièces de rechange 6% de ballage et l'équipement	Suggestions diverses en ballage et transport	Total
(1) S.T.E.C	740.000	1.400.000	2.821.000	479.570	620.620	-	-	503.000	6.564.190
Ugine Kuhlmann				estimée 17%, valeur équipement	estimée 22%				
30.000 T/an									
(2) GEKA				1.441.000	1.855.000				
Wellman Lord				17% équipement	22% équipement	820.000	508.000	-	15.275.400
45.000 T/an									
(3) GEKA									
SYBETRA									
Ugine Kuhlmann		750.000		1.040.000	1.820.000	-	250.000	-	9.060.000
10.000 T/an							estimée		

(1) Estimation hors taxes, établie dans les conditions économiques françaises à la date du 1er mars 1968.

(2) Les prix indiqués sont donnés à titre indicatif, hors taxes pour des matériels FOB (port français) aux bases économiques de mai 1969.

(3) Estimation hors taxes, établie dans les conditions économiques françaises à la date de juillet 1970.

De Mora n'a pas ventilé ses investissements, il a donné les totaux pour trois capacités différentes. Les droits de licence et d'engineering sont inclus dans les coûts. (Proposition faite en Mars 1969).

Capacité	Investissement en livres italiennes	Investissement en francs français
10.000 tonnes/an	410.000.000	3.250.000
20.000 tonnes/an	650.000.000	5.200.000
30.000 tonnes/an	780.000.000	6.240.000

6.7. CONCLUSIONS DE L'ETUDE TECHNIQUE :

Nous avons présenté, dans les pages précédentes, les différents procédés qui nous ont été proposés par les Sociétés:

STEC Ugine Kuhlmann

GEXA Wellman Lord

GEXA SYBETRA Ugine Kuhlmann

DE NORA

Nous avons retenu plus spécialement le procédé Ugine Kuhlmann procédant par attaque phosphorique du CO_3Ca et le procédé DE NORA dans lequel le phosphate naturel est attaqué par l'acide chlorhydrique.

Nous avons éliminé le procédé Wellman Lord plus compliqué et traditionnel.

Le tendance du prix du DCP est à la baisse comme il ressort de l'étude du marché et le cours mondial varie de 65 à 75\$. Le marché tunisien ne pouvant absorber qu'environ 1 000 T/an de DCP, si nous implantons une usine de 10 000 T/an nous devons exporter 9 000 T/an au cours international.

Comme on le verra dans l'étude économique, la seule possibilité d'obtenir un prix de revient compétitif est d'utiliser le procédé à l'acide chlorhydrique à condition que cet acide soit de l'acide résiduaire fetal compté pour une valeur nulle.

Automatiquement le choix du site sera conditionné par la possibilité de recevoir cet acide soit d'un atelier de cryolithe soit d'un complexe pétrochimique produisant du PVC, projet que nous étudions actuellement.

Le premier devrait pouvoir se réaliser prochainement.

ANNEXE IPHOSPHATES POUR L'ALIMENTATION ANIMALE

Circulaire 21.472 VI 68 F. - Projet de la Commission des Communautés Européennes.

Cette circulaire concerne les substances et produits indésirables dont la présence est tolérée dans les aliments des animaux. Les produits sont énumérés à l'annexe de la proposition.

Teneur maximale par rapport à la matière sèche en mg/Kg -p.p.m. -

	<u>Phosphate bioalcique</u>	<u>Phosphate naturel</u>	<u>Phosphate trioalcique</u>
Fluor	2.000 mg	5.000 mg	2.000 mg
Arsenic	8	8	8
Plomb	30	30	30

La proposition énumère également d'autres substances indésirables. Elles sont rapportées au kilo de matières sèches de l'aliment simple ou composé. C'est à dire au produit tel qu'il est donné à l'animal.

Ces limitations concernent :

l'antimoine	0,2 mg	le molybdène	1 mg
le bore	20	le mercure	0,1
le brome	5	le sélénium	2
le chrome	1	le vanadium	0,5

Remarque

En règle générale, les compléments minéraux sont utilisés à raison de 3 à 4 pour cent de l'aliment, lorsque les phosphates entre pour une proportion ne dépassant guère 60 pour cent et en moindre proportion lorsque la teneur en phosphore est plus élevée.

Une autre circulaire précise les teneurs maximales des autres éléments qui, en certaines quantités, sont considérées comme bénéfiques.

Ces teneurs sont exprimées par rapport à la teneur en matières sèches de l'aliment, mg/kg.

Fer	1.250 mg	Cobalt	10	Manganèse	250
Iode	40	Cuivre	250	Zinc	110

ANNEXE IIDESIGNATION DU MATERIEL ET " FLOW-SHEET "A) PROPOSITION S.T.E.Q.

<u>1. EQUIPEMENT</u>		<u>1.1 EPURATION ACIDE PHOSPHORIQUE</u>	
Désignation	Nombre	Matériau	
Cuve de stockage d'acide phosphorique non épuré avec agitateur	1	Acier Inox	
Pompe de reprise d'acide phosphorique non épuré de S 4101	1	Acier Inox	
Cuve d'épuration d'acide phosphorique avec agitateur	2	Acier caoutchoute briqueté	
Cuve de dilution de séparation avec agitateur	1	Acier carbone	
Silo de stockage du carbonate	1	Acier carbone	
Extracteur du silo S 4105	1	Acier carbone	
Silo de stockage du phosphate	1	Acier carbone	
Extracteur du silo S 4107	1	Acier carbone	
Trémie de pesage (avec régulation électronique)	1	Acier carbone	
Transporteur phosphate ou carbonate	1	Acier carbone	
Cuve de préparation de solution de sulfure avec agitateur	1	Acier carbone	
Cuve de solution de clarsel avec agitateur	1	Acier carbone	
Pompe de reprise de solution de clarsel	1	Acier Inox	
Pompe d'acide phosphorique à filtrer	1	Acier Inox	
Filtre rotatif à vide	1	Acier Inox	
Séparateur sur circuit vide	1		
Pompe d'acide phosphorique épuré vers stockage	1	Acier Inox	
Pompe à vide	1	Acier Inox	
Cuve de malaxage du gâteau du filtre	1	Acier Inox	
Pompe d'appoint d'acide phosphorique	1	Acier Inox	
Laveur à solution de soude	1	Acier Inox	
Ventilateur d'extraction de buées	1	Acier Carbone	

1. EQUIPMENT1.3. Fabrication, broyage-séchage phosphate bicalcique

Désignation	Nombre	Matériau
Bac à niveau constant d'acide phosphorique	1	Acier Inox
Trémie d'alimentation de carbonate de calcium	1	Acier Carbone
Distributeur alvéolaire	1	Acier Carbone
Débitmètre pondéral (à réglage automatique) de carbonate de calcium	1	Acier Carbone
Malaxeur de phosphate bicalcique	1	Acier Inox
Courroie de fabrication	1	Caoutchouc synthétique
Désintégrateur	1	Acier Inox
Ventilateur d'aspiration des buées de la courroie	1	
Filtre à manches	1	
Malaxeur à double vis d'Archimède	1	Acier Carbone
Attriteur	1	Acier Carbone
Générateur d'air chaud avec brûleur gas naturel avec régulation	1	
Ventilateur d'air de combustion	1	Acier
Filtre sur aspiration C 4326	1	
Ventilateur d'air de séchage	1	Acier Carbone
Cheminée d'évacuation d'air de séchage	1	non inclus dans la fourniture.
Cyclone	1	Acier Carbone
Distributeur alvéolaire	1	Acier Carbone
Trémie à deux manelles	1	Acier Carbone
Vibrateur pour alimentation Q 4335	1	Acier Carbone
Distributeur (réglage de débit)	1	Acier Carbone
Tamis vibrant	1	Acier Carbone
Vibrateur pour alimentation Q 4338	1	
Vis transporteuse	1	Acier Carbone
Ventilateur du cyclone	1	
Filtre à manches à décolmatage automatique	1	
Ventilateur du filtre à manches	1	
Vis de récolte des fines	1	Acier Carbone
Distributeur alvéolaire	1	Acier Carbone
Vis transporteuse, recyclage vers courroie A4307	1	Acier Carbone

2. TUYAUTERIES - GAINES - ROBINETTERIE ET ACCESSOIRES.

La fourniture comprend le matériel nécessaire à la réalisation des tuyauteries et des gaines suivantes :

- Liaison entre appareils de fabrication,
- Alimentation des appareils en matières premières à partir de stockages principaux.
- Transfert du produit fini vers les stockages,
- Réseau de distribution dans l'unité des services généraux :
 - . eau industrielle,
 - . air instruments,
 - . air comprimé industriel,
 - . vapeur d'eau,
 - . Condensats.

Les utilités sont limitées, au pont de tuyauteries, à l'entrée du bâtiment contenant l'installation.

- Les tuyauteries et gaines de liaison entre les différentes parties de l'installation à condition que la distance entre ces dernières ne dépasse pas 3 m et que leur distance au pont de tuyauteries n'exoède pas 3 m également.

La fourniture comprend, pour toutes les tuyauteries et gaines :

- Les tubes, ou gaines en longueurs droites,
- Les coudes,
- Les collets,
- Les réductions,
- Les brides,
- Les joints,
- Les raccords,
- Les boulons,
- La robinetterie.

Les tuyauteries, gaines et accessoires sont dimensionnés suivant les normes et la réglementation française ; les diamètres sont dimensionnés de façon à avoir des vitesses d'écoulement raisonnables.

Les assemblages de tuyauteries seront le plus souvent soudés ; des brides seront utilisées pour les raccordements des appareils et aux endroits nécessaires pour un démontage aisé.

3. SERVICES GÉNÉRAUX

3-1. Instrumentation - Contrôle

3-1.1. Généralités.

- Appareils de contrôle :

Les régulations seront pneumatiques ou électropneumatiques. Les mesures seront électriques ou à transmissions pneumatiques selon les exigences du procédé et les appareils sur "cabine" seront du type miniature en général.

- Vannes de contrôle.

Les vannes de contrôle seront :

- à commande pneumatique pour les chaînes de contrôle continu.
- à commande solénoïde ou électro-pneumatique pour les vannes de sectionnement.

Les matériaux composant les corps des vannes seront adaptés aux fluides véhiculés. Les appareils régulateurs installés dans l'unité seront conventionnels.

- Principes généraux :

Débits : Les mesures de débit seront réalisées :

- soit par éléments déprimogène associé à un appareil local ou à un transmetteur pneumatique,
- soit par éprouvette indicateur local,
- soit par débitmètre électromagnétique et convertisseur électropneumatique.

Pressions : Les mesures de pression seront réalisées par manomètres indicateurs locaux.

Niveaux : Les types des appareils détecteurs de niveau seront électriques pour les circuits acides.

Penages : Les penages seront du type électronique. Les coffrets électroniques comportent les consignes et relais nécessaires aux différentes opérations automatiques.

Températures : Les régulations de température seront avec enregistreur régulateur sur "cabine"

Les indications seront locales ou sur indicateurs "multi-clés" sur cabine.

3-1.2. Description

- Section : Épuration acide phosphorique

. Le bac de stockage d'acide phosphorique (non épuré) sera équipé d'une alarme à niveau haut "sur cabine".

. Le débit d'acides phosphorique vers épuration sera mesuré et l'eau de dilution sera réglée proportionnellement à ce débit.

. Les cuves d'épuration seront munies :

- d'une régulation de température
- d'une alarme à niveau "haut"

. Des vannes, télécommandées de "la cabine" permettront l'introduction des réactifs d'épuration, dans les cuves.

. Le débit d'acide phosphorique vers le filtre sera réglé ainsi que l'introduction de la solution de clarsel pour pré-couche.

. La dépression sur le filtre à vide sera mesurée localement, ainsi que les pressions sur les circuits acide entrée et sortie filtre.

- Section : Fabrication phosphate bicalcique.

. Le bac de stockage d'acide phosphorique épuré sera équipé d'une alarme à niveau haut "sur cabine".

. Le débit d'acide phosphorique vers la courroie de fabrication sera réglé et la pression sera indiquée localement.

. Des indications de température locale et des indications reportées sur appareils en cabine, sont prévues sur le circuit de séchage.

Une indication de pression différentielle sera installée sur le filtre à manches, à la sortie du cyclone.

. Sur le circuit d'eau de refroidissement du mélangeur, il y aura :

- une indication locale de débit,
- une indication locale de température entrée eau et reportée "sur cabine" pour la sortie d'eau.

. Sur les circuits "utilités" seront prévus les appareils suivants :

- compteur sur l'eau industrielle
- enregistreur local de débit sur le gaz naturel, avec indicateurs locaux de température et de pression.

3-1.3. Fourniture

La fourniture du vendeur comprendra :

3-1-3.1 Instruments

- Transmetteurs de pression différentielle (débit)
- Spiromètres indicateurs,
- Transmetteurs électromagnétiques,
- Compteurs totalisateurs,
- Manomètres,
- Détecteurs de niveaux (alarmes)
- Régulateurs de température,
- Indicateurs locaux de température,
- Vannes de contrôle pneumatiques,
- Vannes électromagnétiques,
- Récepteurs enregistreurs, Régulateurs pneumatiques sur "cabine"
- Récepteurs Indicateurs électroniques sur tableau de contrôle.
- Indicateurs électronique.
- Annonciateurs d'alarmes et voyants de signalisation.

3.1.3.2. "Cabine de Contrôle"

La cabine sera installée près du tableau électrique

Longueur : 2 m environ

Hauteur : 1,7 m environ.

La tôlerie de l'ensemble sera exécutée à partir de tôles d'acier.

- 30/10 de mm à double décapage pour les panneaux supportant les appareils et les côtés latéraux.
- 20/10 de mm pour les portes, goulettes principales et différents supports.
- 15/10 et 10/10 pour les goulettes secondaires, couvercles, etc

Les parties apparentes de la tôlerie recevront après dégraissage, une couche de peinture anticorrosion et deux couches de laque de finition.

Les parties non apparentes recevront après dégraissage, une couche de peinture anti-corrosion et deux couches de peinture mate de bonne qualité.

1.3.3. Accessoires de montage

Ils comprendront tout le matériel nécessaire au montage, aux raccordements, aux liaisons des appareils et vannes de contrôle sauf les supports des gouttes, des dalles perforées, des téléx-rails et tubes protecteurs.

3.2. Electricité

3.2.1. Tableaux de distribution basse tension (réseau 380 V - 50 Hz)

3.2.1.1. Introduction

Le matériel décrit ci-après permet de réaliser la commande des différents moteurs, ainsi que la commande de l'éclairage des ateliers.

Il n'a été prévu qu'un seul tableau pour l'ensemble de l'unité représentée sur le plan masse K 4. Ce tableau sera du type étanche - débrochable.

3.2.1.2. Réalisation des tableaux

- Serrurerie

Elle sera réalisée en tôle d'acier, pliée, soudée, d'épaisseur 2 mm et recevra une couche de peinture anti-corrosion et deux couches de laque de finition après décapage et dégraissage.

- Visserie

La visserie et la boulonnerie seront cadmiées et passivées.

- Jeu de barres

Le jeu de barres sera tripolaire, plus neutre, en cuivre.

Il sera réalisé pour pouvoir résister aux contraintes électromécaniques correspondant au courant du court-circuit de l'installation.

Une barre de terre en cuivre assurera la mise à la terre de toutes les parties métalliques du tableau.

3.2.1.3. Constitution des éléments débrochables

Ils comprennent pour les départs équipés :

- une partie fixe,
- une partie mobile,

La partie fixe sera prévue pour recevoir les parties mobiles équipées, soit d'un contacteur, soit d'un disjoncteur tripolaire, suivant le cas.

Elle supportera, en outre, les contacts fixes de puissance, les contacts fixes ou une prise pour les circuits de contrôle. Chaque case sera fermée par un portillon, celui-ci pouvant être commun à plusieurs cases.

La partie mobile comportera les contacts mobiles de puissance et de contrôle, l'appareillage de coupure et de protection, les boutons, poussoirs et ampèremètres accessibles, le portillon étant fermé.

Cette partie mobile pourra être débrochée tout en laissant la possibilité de refermer la case et pourra être cadenassée dans cette position.

3.2.1.4. Equipements types

Les équipements types pour les cases sont les suivants :

- Arrivée transformateurs en 220/380 V

- 1 disjoncteur à commande électrique 110 V. - 50 Hz tripolaire.

Ce disjoncteur serait équipé de 3 relais magnéto-thermiques réglables.

- Départs

- 1 contacteur tripolaire

- 3 relais thermiques compensés différentiels

- 1 jeu de 4 contacts auxiliaires

- 1 jeu de 3 coupe-circuits HPC avec microcontact.

- 2 coupe-circuits fusibles pour les circuits contrôle

- 2 boutons poussoirs "Marche-Arrêt"

- 2 voyants lumineux.

- Le calibre des contacteurs sera le suivant :

20 A jusqu'à 8 KW

40 A jusqu'à 18 KW

64 A " 30 KW

125 A " 55 KW

200 A " 80 KW

320 A " 130 KW

Les circuits de contrôle, de commande et de signalisation seront alimentés en 110 V - 50 HZ à partir d'un transformateur d'isolement prévu dans le tableau à cet effet.

Le neutre des transformateurs de puissance sera mis directement à la terre.

3.2.2. Spécification du matériel

3.2.2.1. Tableau

Le tableau sera équipé comme décrit ci-dessus, Il comportera des départs non équipés dans la proportion de 10 % des départs équipés pour l'alimentation, des moteurs.

Il comportera un départ "Eclairage"

Le nombre des départs équipés sera approximativement :

- Section 100 20 départs
- Section 200 7 départs
- Section 300 26 départs
- Section 400 10 départs

3.2.2.2. Postes de commandes locaux

Chaque moteur comporte une commande locale qui comprend :

- pour les moteurs de puissance < 40 KW, deux boutons poussoirs "Marche et Arrêt"
- pour les moteurs de puissance ≥ 40 KW, deux boutons poussoirs "Marche et Arrêt" et un ampèremètre.

3.2.2.3. Moteurs électriques

Les moteurs d'entraînement répondent aux spécifications suivantes :

- moteurs asynchrones triphasés 380 V - 50 HZ
- isolation classe B (échauffement 60° C pour une température ambiante de 40° C au plus)
- étanches à la lance et aux fines poussières, Normes Européennes.

3.2.2.4. Câbles électriques basse-tension.

Outre les câbles de puissance, seront prévus les câbles de liaison entre le tableau B.T. et les commandes locales ainsi que ceux de liaison avec le tableau de contrôle et le pupitre de commande centralisé.

Les câbles entre les transformateurs et le tableau de distribution ne sont pas compris dans la fourniture.

Les câbles seront en cuivre de sections appropriées, isolés au butyl ou similaire.

B) PROPOSITION GEXA WELLMAN-LORD :

1. EQUIPEMENT PRINCIPAL

1.1. Fabrication et hydrolyse de super acide phosphorique

Evaporateur de l'acide phosphorique

Condenseur barométrique

Ejecteur

Puits chaud pour la séparation des condensats envoyés à l'égoût et les vapeurs destinées au laveur.

Réservoir de recirculation de l'évaporateur.

Pompe de recirculation de l'évaporateur.

Pompe de transfert du super acide à 70 % de P_2O_5 et 30 % de conversion.

Pompe doseuse du réactif stocké en 509

Stockage et dispositif doseur du réactif antimousse.

Refroidisseur du super acide. Cet ensemble est refroidi avec l'eau du circuit de réfrigération.

Laveur de fumées et vapeurs.

Ventilateur.

Cheminée.

Refroidisseur spirale du super acide hydrolysé destiné à la section de granulation. Cet ensemble est refroidi avec l'eau du circuit de réfrigération.

Pompe de transfert de l'acide hydrolysé vers l'atelier de granulation.

Réservoir d'hydrolyse.

Ballon de l'évaporateur.

1.2. Fabrication du phosphate bicalcique

Trémie de stockage du carbonate de chaux.

Soufflante pour la fluidisation du carbonate de chaux dans la trémie de stockage.

Extracteur.

Conveyeur peseur du carbonate de chaux.

Conveyeur de CO_3Ca de la bande peseuse vers la cuve de réaction et de broyage.

Centrale de dépoussiérage.

Ventilateur de l'unité de dépoussiérage.

Cheminée.

Ouve de réaction et de broyage :

Le CO_3Ca broyé est ensuite mélangé avec le super acide hydrolysé. Les vapeurs dégagées sont évacuées vers le laveur 541.

Chambre de combustion.

Sécheur. Séchage du produit obtenu après réaction de l'acide hydrolysé sur le CO_3Ca .

Élévateur de reprise du phosphate bicalcoique séché.

Tamissage du phosphate bicalcoique.

Broyage des gros éliminés dans la section de tamissage.

Trémie de recyclage.

Convoyeur de reprise des produits aux dimensions requises.

Convoyeur de recyclage des fines et des gros.

Ces produits sont recirculés dans la cuve de réaction pour être mélangés et rebroyés avec l'acide hydrolysé.

Élévateur de recyclage.

Reprise et recyclage des fines et des gros vers la cuve de réaction.

Refroidisseur rotatif.

refroidit le phosphate bicalcoique commercial avant stockage.

Registre.

Cyclone.

récupère les fines dans les fumées en vue de les réintroduire dans la cuve de réaction.

Laveur des fumées.

Réservoir de reprise.

Pompe de recyclage de l'eau du laveur.

Pompe de reprise de l'eau alimentant le réservoir d'hydrolysé.

Ventilateur.

Cheminée.

Émoteur.

Cet équipement est facultatif et dépend des caractéristiques physiques en produit obtenu après le sécheur.

2. EQUIPEMENTS GÉNÉRAUX

2.1. Circuits électriques

Les équipements précédents comprennent :

- . Les moteurs.

- . Les câbles
- . Les instruments divers (disjoncteurs, boutons poussoirs).

En outre, un tableau centralisateur est prévu pour l'ensemble de l'installation.

2.2. Contrôle et régulation

C'est-à-dire les équipements nécessaires pour la régulation et le contrôle de l'installation.

En outre, ont été prévus :

- . Les câbles et organes de liaison,
- . Un tableau centralisateur.

PROCEDE USINE KUHLMANNc) - PROPOSITION GEXA - SYBETRA1 - Epuration H₃PO₄ :

<u>Nombre</u>	<u>Désignation</u>	<u>Description</u>
1	<u>Silo à phosphate de chaux</u>	Construction acier
1	<u>Extracteur du silo</u>	Construction acier
1	<u>Transporteur élévateur</u>	Transporteur à raquettes construction acier
3	<u>Cuves d'épuration</u>	Cuve cylindrique verticale Construction acier caoutchouté
3	<u>Agitateurs</u>	parties en contact avec le liquide en acier inoxydable
3	<u>Injecteurs de vapeur</u>	Construction en acier inoxydable
3	<u>Pompes d'alimentation des Filtres (une en réserve ins- tallée)</u>	Pompe centrifuge parties en con- tact avec le liquide en acier inoxydable.
1	<u>Trémie à phosphate de chaux</u>	Construction acier
1	<u>Extracteur à phosphate</u>	Construction acier
1	<u>Benne peseuse automatique</u>	
1	<u>Transporteur sous pesage</u>	Transporteur à bande
1	<u>Transporteur réversible et mobile d'alimentation des cuves d'épuration</u>	Transporteur à bande
1	<u>Cuve à coagulant</u>	Construction acier
1	<u>Agitateur</u>	Construction acier
1	<u>Cuve à sulfure de sodium</u>	Construction acier
1	<u>Agitateur</u>	Construction acier
1	<u>Ventilateur de buées des cuves d'épuration</u>	Ventilateur centrifuge Construction acier ébonite
1	<u>Laveur de buées</u>	Laveur à balles Construction acier caoutchouté
1	<u>Cuve de recyclage du laveur</u>	Construction acier caoutchouté
1	<u>Pompe de recyclage 1er étage</u>	Pompe centrifuge - Parties en contact avec le liquide en acier inoxydable.
1	<u>Pompe de recyclage 2ème étage</u>	Pompe centrifuge - Parties en contact avec le liquide en acier inoxydable.

1	<u>Cuve de solution de soude</u>	Construction acier
1	<u>Agitateur</u>	Construction acier
1	<u>Cuve de trop plein du laveur</u>	Construction acier caoutchouté
1	<u>Pompe vers cuve d'épuration</u>	Pompe centrifuge - Parties en contact avec le liquide en acier inoxydable.

2 - Filtration

<u>Nombre</u>	<u>Désignation</u>	<u>Description</u>
2	<u>Filtres d'acide épuré</u>	Filtres à tambour rotatif sous vide, à pré-couche de filtration.
1	<u>Cuve de préparation de pré-couche de filtration</u>	Construction acier
1	<u>Agitateur</u>	Construction acier
1	<u>Pompes à suspension de terre filtrante (une en réserve installée)</u>	Pompes centrifuges - Parties en contact avec le liquide en acier inoxydable.
1	<u>Séparateur de filtrat</u>	Construction acier inoxydable
1	<u>Pied de colonne du séparateur</u>	Construction acier inoxydable
3	<u>Pompe de reprise vers stockage d'acide phosphorique épuré (une en réserve installée)</u>	Pompe centrifuge - Parties en contact avec le liquide en acier inoxydable
1	<u>Condenseur</u>	Construction acier inoxydable
1	<u>Pied de colonne du condenseur</u>	Construction acier inoxydable
1	<u>Pompe à vide</u>	Pompe à anneau liquide, construction fonte et acier .
1	<u>Cuve des boues</u>	Construction acier inoxydable
1	<u>Agitateur</u>	Parties en contact avec le liquide en acier inoxydable.
1	<u>Pompe à boues</u>	Pompe centrifuge - Parties en contact avec le liquide en acier inoxydable.

3 - Broyage de carbonate de chaux

1	<u>Broyeur à marteaux</u>	Construction acier capacité 2T/h
1	<u>Élévateur</u>	Élévateur à godets Construction acier Capacité 2 T/h.
1	<u>Broyeur à marteaux</u>	Construction acier capacité 2 T/h.
1	<u>Trémie</u>	Construction acier capacité 7 m ³
1	<u>Alimentateur</u>	Distributeur alvéolaire.
1	<u>Broyeur pendulaire</u>	Broyeur à galets capacité 865 kg/h de CaCO ₃
1	<u>Cyclone</u>	Construction acier
1	<u>Obturbateur sous cyclone</u>	Construction acier

1	<u>Ventilateur de circulation</u>	Ventilateur centrifuge Construction acier
1	<u>Filtre de dépoussiérage</u>	Filtre à manches à décolmatage automatique
1	<u>Ventilateur d'extraction</u>	Ventilateur centrifuge Construction acier
1	<u>Cheminée</u>	Construction acier
1	<u>Vis d'extraction</u>	Construction acier
1	<u>Obturbateur</u>	Construction acier
1	<u>Générateur d'air chaud</u>	Chambre de combustion à fuel léger- Construction acier réfractaire
1	<u>Ventilateur d'air de combustion</u>	Ventilateur centrifuge Construction acier
4 - <u>Stockage Acide phosphorique et dosage</u>		
1	<u>Cuve de stockage d'acide épuré</u>	Construction acier caoutchouté Capacité 50 m ³
2	<u>Pompes d'alimentation (une installée en réserve)</u>	Pompe centrifuge Construction acier inoxydable
1	<u>Bas à niveau constant</u>	Construction acier caoutchouté
5 - <u>Alimentation du carbonate de chaux</u>		
1	<u>Trémie à carbonate broyé</u>	Construction acier capacité 5 m ³
1	<u>Extracteur vibrant</u>	Construction acier
1	<u>Distributeur vibrant</u>	Construction acier
1	<u>Goulotte de jetée</u>	Construction acier
1	<u>Malaxeur</u>	Cuve et agitateur en acier inoxydable
6 - <u>Transporteur de fabrication.</u>		
1	<u>Courroie de fabrication</u>	Ensemble comprenant : - La courroie de caoutchouc - Un grattoir sur brin retour coté commande. - Une brosse fixe sous tambour de com- mande. - Les tambours de commande et de retour - Un tendeur de courrois - Les grattoirs des tambours de commande et de retour. - Un ensemble de rouleaux - Un grattage des rouleaux tendeurs. - Un grattoir sur brin de retour.

		- Un système d'entraînement de la courroie.
1	<u>Hotte de dépoussiérage</u>	Construction caoutchoutée
1	<u>Trémie de sortie</u>	Construction acier caoutchoutée
1	<u>Cyclône de dépoussiérage</u>	Construction acier
1	<u>Obturateur sous cyclône</u>	Construction acier
1	<u>Ventilateur de dépoussiérage</u>	Ventilateur centrifuge Construction acier
1	<u>Cheminée</u>	Construction acier
7	- Séchage et refroidissement :	
1	<u>Vis mélangeuse 1er étage</u>	Construction acier inoxydable
1	<u>Poluse</u>	Rotative Construction acier
1	<u>Disperseur</u>	Construction acier
1	<u>Colonne de séchage</u>	Construction acier calorifuge
1	<u>Générateur d'air chaud</u>	Comprend : - 1 chambre de combustion F 4504 - I en acier réfractaire. - 1 échangeur thermique E 4504-2 faisceaux en acier chromé - 1 ventilateur de tirage C 4504-3 construction acier - 1 ventilateur d'air de combustion C 4504 - 4 Construction acier
1	<u>Cheminée</u>	Construction acier
1	<u>Ventilateur d'insufflation</u>	Ventilateur centrifuge Construction acier
1	<u>Filtre d'air</u>	
1	<u>Cyclône</u>	Construction acier calorifuge
1	<u>Poluse</u>	Rotative Construction acier calorifuge
1	<u>Vis mélangeuse 2ème étage</u>	Construction acier inoxydable
1	<u>Poluse</u>	Rotative Construction acier calorifuge
1	<u>Disperseur</u>	Construction acier
1	<u>Colonne de séchage</u>	Construction acier calorifuge
1	<u>Générateur d'air chaud</u>	Comprend : - 1 chambre de combustion F 4514-I en acier réfractaire

		- 1 échangeur thermique E 4514-2 faisceaux en acier chromé - 1 ventilateur de tirage C 4514-3 construction acier - 1 ventilateur d'air de combustion C 4514-4 Construction acier
1	<u>Cheminée</u>	Construction acier
1	<u>Ventilateur d'insufflation</u>	Ventilateur centrifuge Construction acier
1	<u>Filtre d'air</u>	
1	<u>Cyclone</u>	Construction acier calorifuge
1	<u>Boluse</u>	Rotative Construction acier calorifuge
1	<u>Ventilateur d'extraction 1er et 2ème étage</u>	Ventilateur centrifuge Construction acier
1	<u>Cheminée</u>	Construction acier
1	<u>Vie mélangeuse 3ème étage</u>	Construction acier inoxydable
1	<u>Boluse</u>	Rotative Construction acier calorifuge
1	<u>Disperseur</u>	Construction acier
1	<u>Colonne de séchage</u>	Construction acier calorifuge
1	<u>Générateur d'air chaud</u>	Comprend : - 1 chambre de combustion F 4524-1 en acier réfractaire - 1 échangeur thermique E 4524-2 faisceaux en acier chromé - 1 ventilateur de tirage C 4524 -3 construction acier - 1 Ventilateur d'air de combustion C 4524 - 4 Construction acier
1	<u>Cheminée</u>	Construction acier
1	<u>Ventilateur d'insufflation</u>	Ventilateur centrifuge Construction acier
1	<u>Filtre d'air</u>	
1	<u>Cyclone</u>	Construction acier calorifuge
1	<u>Boluse</u>	Rotative Construction acier calorifuge.
1	<u>Ventilateur d'extraction 3ème étage</u>	Ventilateur centrifuge Construction acier calorifuge.
1	<u>Filtre à manches</u>	Filtre à décolmatage automatique - Construction acier - Manches en tergal calorifuge.

1	<u>Registre de sortie des fines</u>	Construction acier
1	<u>Cheminée</u>	Construction acier
1	<u>Bainne</u>	Rotative Construction acier
1	<u>Raspatoire</u>	Construction acier
1	<u>Refroidisseur</u>	Construction acier avec enveloppe d'eau.
1	<u>Cyclone</u>	Construction acier
1	<u>Bainne</u>	Rotative Construction acier
1	<u>Cuve à fuel léger</u>	Construction acier Capacité 60 m ³
2	<u>Pompes à fuel</u> (une installée en réserve)	

B - PROPOSITION DE MORA :

De Mora n'a pas précisé la liste de ses équipements ni les "Flow-Sheet".

PARTIE: C.

ETUDE ECONOMIQUE

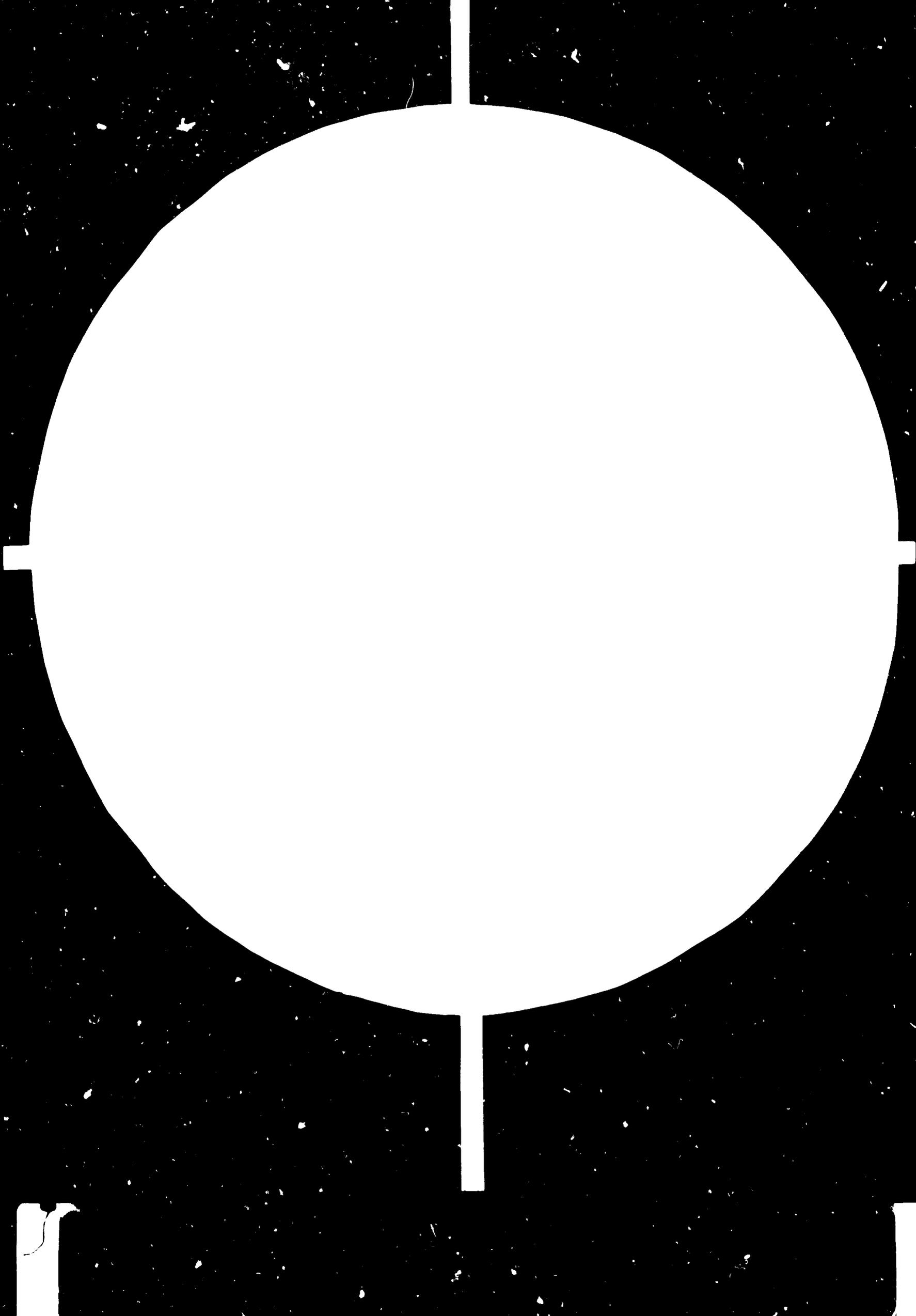
B-582



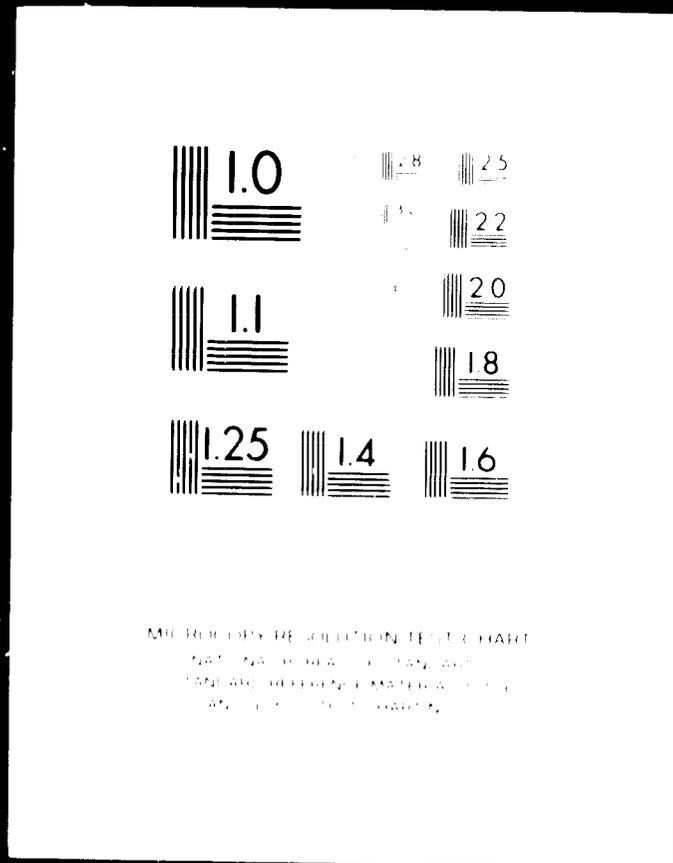
84.12.12

AD.86.07

ILL 5.5+10



2 OF 2



24x
F

B-582

S O M M A I R E

	<u>P. ges</u>
1. <u>INVESTISSEMENT</u>	1 à 6
1.1. <u>NIVEAU DE PRIX DES EQUIPEMENTS</u> ...	1
1.2. <u>SOLUTION A (GEXA), utilisant l'acide phosphorique</u>	2
1.2.1. Investissements techniques	
1.2.2. Investissements associés	
1.2.3. Fonds de roulement	
1.3. <u>SOLUTION B (DE NORA) fabrication à partir d'acide chlorhydrique</u>	5
1.3.1. Investissements techniques	
1.3.2. Investissements associés	
1.3.3. Fonds de roulement	
1.4. <u>RECAPITULATION</u>	5
2. <u>COUTS DE PRODUCTION</u>	7 à 10
2.1. <u>SOLUTION A, A PARTIR D'ACIDE PHOSPHORIQUE</u>	7
2.1.1. Matières premières	
2.1.2. Utilités	
2.1.3. Salaires et frais généraux	
2.1.4. Charges de remboursement principal et intérêts	
2.2. <u>SOLUTION B, à partir d'acide chlorhydrique</u>	9
2.2.1. Matières premières	
2.2.2. Utilités et charges	
3. <u>CONCLUSIONS</u>	11

1. INVESTISSEMENT

1.1. NIVEAU DE PRIX DES EQUIPEMENTS :

Nous ferons les observations suivantes sur les différentes consultations qui ont été examinées dans l'étude technique (6.6. INVESTISSEMENTS "IN SITE BATTERY LIMIT").

a) La proposition de la STEC, pour 30.000 tonnes par an, datant du 1.3. 1968 est à exclure car les prix au cours de ces deux dernières années ont varié d'une manière considérable, particulièrement en France, aussi bien pour les matières premières comme l'acier que pour la main d'oeuvre de fabrication dont les hausses de salaires sont très importantes. On ne peut chercher à réviser des prix aussi anciens sans commettre des erreurs, les variations pouvant atteindre dans certains cas 35 à 40 %.

b) Mêmes remarques pour les chiffres concernant une consultation de GEXA datant du 1er mars 1969 (capacité de production de 45.000 tonnes par an).

Ces productions dépassent de beaucoup la capacité d'absorption du marché tunisien (2.000 tonnes).

Comme de plus l'étude du marché d'exportation n'a pas été poursuivie à fond, nous trouvons une raison supplémentaire de ne pas les retenir, et nous nous contenterons d'étudier deux solutions d'une capacité de 10.000 tonnes par an de DCP :

- la première, basée sur une proposition de GEXA, comporte une fabrication à partir d'acide phosphorique et de carbonate de calcium.

- La seconde, basée sur une proposition de DE NORA, comporte une fabrication à partir de phosphate naturel et d'acide chlorhydrique, acide que l'on suppose-
ra fatal.

1.2. SOLUTION A (GEXA), utilisant l'acide phosphorique

1.2.1. Investissements techniques :

Nous avons ventilé approximativement les chiffres donnés par GEXA pour pouvoir chiffrer tous les postes habituels, et pouvoir ainsi déterminer les pourcentages dont nous avons besoin dans la suite des calculs. A l'origine nous disposons des postes suivants :

	<u>Kilofrancs</u>		<u>Kilodollars</u>
Licence	750	.....	135
Equipement FOB, plus engineering et mise en route	5 200	.....	937
Génie civil et charpentes métal- liques	1 040	.....	187
Transport et montage	1 820	.....	328
	<u>8 810</u>		<u>1 587</u>

La ventilation a été effectuée selon des critères tirés des offres de plus grande capacité qui nous ont été remises. On y remarque que le génie civil représente 17 % de la valeur des équipements et le montage 22 % de cette même valeur. D'autre part dans l'offre STEG on constate que l'engineering représente sensiblement la moitié du montant de la licence. Enfin on trouve que dans l'offre GEXA de 45 000 T/an, supervision, assistance technique et mise en route représentent un peu moins de 10 % de l'équipement FOB.

Dans ces conditions il n'est pas possible de résoudre le système d'équations que l'on pourrait mettre en place, et l'on doit se borner à une estimation des postes, effectuée de telle manière qu'elle respecte sensiblement les pourcentages indiqués.

Nous poursuivons l'étude sur la base des investissements techniques de la page suivante.

Nous obtenons ainsi en kilodollars K\$:

- a) Equipements de production : 850 K\$
- b) Transports : 90 K\$, est un poste d'un montant un peu élevé puisqu'il représente ici 11 % du FOB au lieu de 7 à 8 %.

- c) Génie civil et charpentes métalliques : nous gardons le chiffre avancé par GEXA et remarquons que dans notre hypothèse, ce poste représente environ 23 % du FOB. Comme il a été observé à plusieurs reprises que les montants de génie civil dépassent les estimations des études, il y a là une certaine marge de sécurité puisque GAXA estime le génie civil à 17 % du FOB.
- d) Stock initial de pièces de rechange : environ 5 % du FOB soit 45 K\$
- e) Brevets : montant indiqué par GEXA
- f) Engineering : estimé à 40 K\$
- g) Montage : 235 K\$, puisque le total transport et montage est de 325 K\$. Il représente 28 % du FOB.
- h) Formalités douanières et frais de déchargement (estimés à 3 % environ du FOB).

1.2.2. Investissements associés

Nous avons reporté dans cette rubrique, les frais de mise au point et de mise en route et ajouté un poste "démarage de production" dont le montant sera à amortir sur plusieurs années pour ne pas charger le premier exercice uniquement de toutes les défaillances éventuelles.

1.2.3. Fonds de roulement

Nous avons supposé que l'atelier de D.C.P. s'adjoit à un complexe traitant de phosphate et que par suite, la réserve d'acide phosphorique est faible.

Au total nous obtenons le tableau d'investissements suivants :

INVESTISSEMENTS

- 4 -

INSTALLATION DE PRODUCTION DE DCP A PARTIR D'ACIDE PHOSPHORIQUE

(10.000 tonnes par an)

<u>INVESTISSEMENTS TECHNIQUES</u>	K g \$
Equipements de production	850
Transport	90
Génie Civil et charpentes métalliques	190
Stock initial de pièces de rechange	45
Brevets	135
Engineering	40
Montage	235
Terrain et infrastructure	p.m.
Formalités douanières et frais de déchargement	25
	<hr/>
	1 610
Imprévus et réserves pour hausses diverses (5 % app.)	80
	<hr/>
	1 690
 <u>INVESTISSEMENTS ASSOCIES :</u>	
Frais de constitution de la Société	p.m.
Frais de premier établissement	40
Intérêts intercalaires jusqu'à la fin du montage	90
Mise au point et mise en route	50
Démarrage de production	
Spécialistes étrangers	60
Salaires tunisiens	8
Utilités (1 mois)	4
Matières premières perdues (1 semaine)	10
Réserves pour équipements divers (voitures, camions, etc)	20
	<hr/>
	282
<u>TOTAL INVESTISSEMENTS TECHNIQUES ET ASSOCIES</u>	1 972
 <u>FONDS DE ROULEMENT</u>	
Acide phosphorique (1 semaine env.)	10
Carbonate de calcium (1 mois env.)	3
Produits divers consommables (6mois)	10
Produits finis (1 mois)	60
Liquidités	15
	<hr/>
	98
<u>TOTAL GENERAL</u>	2 070

1.3. SOLUTION B (DE NORA) fabrication à partir d'acide chlorhydrique

1.3.1. Investissements techniques :

Ils sont donnés dans le tableau suivant sur lequel nous faisons les observations suivantes :

- a) Transport : il a été compté pour approximativement 7 % du FOB
- b) Génie civil et charpentes métalliques : le prix indiqué, qui paraît du reste très faible par rapport au montant des équipements (12 %) a été légèrement majoré pour tenir compte des conditions locales qui font que les chiffres de génie civil sont toujours importants et supérieurs aux prévisions.
- d) Montage : compté pour le montant indiqué, il représente à peine 18 % du matériel FOB.
- e) Imprévus : comme aucune étude détaillée n'a été effectuée, nous compterons 10 % pour les imprévus.

1.3.2. Investissements associés :

Nous compterons les mêmes montants que pour la proposition précédente - puisque l'investissement technique est le même - soit arrondi 300 K\$.

1.3.3. Fonds de roulement :

L'acide chlorhydrique étant supposé fatal n'intervient pas.

1.4. RECAPITULATION

L'un ou l'autre procédé exige donc des investissements techniques qui sont voisins de 1.700.000 US \$ et un investissement total de 2.100.000 US \$, avec sensiblement 80 % de dépenses en devise et 20 % de dépenses en Dinars.

INVESTISSEMENTS

INSTALLATION DE PRODUCTION DE DCP A PARTIR D'ACIDE CHLORHYDRIQUE

(10.000 tonnes par an)

INVESTISSEMENTS TECHNIQUES

	Kg \$
Equipement de production et services	1 025
Transport	75
Génie civil et charpentes métalliques	140
Stock initial de pièces de rechange	50
Brevets et Engineering inclus	-
Montage	180
Terrains et infrastructures	p.m.
Formalités douanières et frais de déchargement	30
	<hr/>
	1 500
Imprévus et réserves pour hausses diverses (10 % app.)	150
	<hr/>
	1 650

INVESTISSEMENTS ASSOCIES

(Les mêmes que ceux de la solution A GEXA) approximativement 300

TOTAL INVESTISSEMENTS TECHNIQUES ET ASSOCIES 1 950

FONDS DE ROULEMENT

Acide chlorhydrique	0
Carbonate de calcium (1 mois env.)	3
Phosphate naturel (1 mois)	14
Produits finis (1 mois)	60
Liquidités	15
	<hr/>
	92

TOTAL GENERAL 2 042

2. COUTS DE PRODUCTION

Nous donnerons le calcul des coûts de production pour les deux solutions envisagées.

2.1. SOLUTION A, A PARTIR D'ACIDE PHOSPHORIQUE

2.1.1. Matières premières :

2.1.1.1. Acide phosphorique : il est compté à 100 US \$ la tonne.

L'influence de ce poste est déterminante puisqu'à lui seul il représente plus de 50 % du total des dépenses d'exploitation.

2.1.1.2. Diverses : leur influence sur le coût de production est relativement peu importante, et ne soulève pas de difficultés.

2.1.2. Utilités :

A la suite d'augmentations récentes l'énergie a été comptée à 19 \$ le MWh, soit 10 millimes le kWh, chiffre qui, demeure dans les limites des prix internationaux de l'énergie fournie aux consommateurs importants (entre 1 et 2 millions de kWh).

2.1.3. Salaires et frais généraux :

Nous avons estimé à 2 200 \$ la dépense moyenne par agent, les frais généraux sont relativement réduits car l'atelier est supposé appartenir à un complexe traitant les phosphates.

2.1.4. Charges de remboursement principal et intérêts :

Nous avons adopté les conditions financières moyennes suivantes :

- montant de l'investissement : emprunt pour 10 ans à 8 % par an.
- remboursement principal et intérêt par annuités constantes, soit une annuité de 15 %.

D.C.P.
(10.000 tonnes)
Procédé GEXA

	Quantités	Prix unitaire	Dépenses annuelles en US \$	Observations
<u>MATIERES PREMIERES</u>				
Acide phosphorique (en P ₂ O ₅)	4.350 T	100	435.000	
Carbonate de calcium	6.500 T	4	26.000	
Soude	40 T	72	2.800	
Sulfure de sodium	32	)		487.720
Séparan	15		(		20.000
Clarsel	65 T)		
Phosphate de chaux	400 T	9,6	3.840	
<u>UTILITES</u>				
Energie électrique	1 470 MWh	19	27.930	
Eau de refroidissement	350.000 m ³	0,02	7.000	55.810
Eau épurée	18.500	0,14	2.590	
Fuel	118 T	15,5	18.290	
<u>CHARGES</u>				
Salaires (20 agents)		2.200	44.000	
Entretien (app. 5% valeur équip.)	-	-	40.000	
Frais généraux, taxes et dépenses diverses			15.000	402.800
(Annuité de remboursement principal et intérêts)			295.800	
Intérêts sur fonds de roulement			8.000	
			946.330	

Coût de production de la tonne de DCP

$$\frac{946.330}{10.000} = 94,6 \text{ US \$/Tonne}$$

arrondi à 95 US \$ la tonne

C'est sur ce poste plus particulièrement qu'un changement de capacité aurait une influence : une capacité plus importante permettrait une diminution du poste, et pourrait conduire à une rentabilité intéressante dans certains cas.

2.2. SOLUTION B, à partir d'acide chlorhydrique

2.2.1. Matières premières :

L'acide chlorhydrique fatal n'intervient pas dans les dépenses de matières premières.

2.2.2. Utilités et charges :

Nous avons adopté les mêmes critères que pour l'étude de la SOLUTION A ci-dessus.

D.C.P.
(10.000 tonnes)
Procédé DE NORA

	Quantités	Prix unitaire	Dépenses annuelles en 1.000 \$	Observations
<u>MATIERES PREMIERES</u>				
Acide chlorhydrique	7.000	0	0	
Phosphate naturel	13.200	9,6	126.720	
Carbonate de calcium	5.400 T	4	21.600	
<u>UTILITES</u>				
Energie électrique	1.800 Mwh	19	34.200	
Eau refroidissement	500.000 m ³	0,02	10.000	
Fuel	650 T	15,5	10.075	
<u>CHARGES</u>				
Salaires (20 agents)		2.200	44.000	
Entretien			40.000	
Frais généraux, taxes et dépenses diverses			15.000	
Frais financiers (annuités de remboursement principal et intérêt).....			298.000	
Intérêt sur fonds de roulement			8.000	
			599.595	
Coût de production de la tonne de DCP				
			599.595	
			10.000	
			=	
			60 US \$	

3. CONCLUSIONS

Les prix du marché international de 65 à 75 \$ la tonne, il apparaît immédiatement que pour la capacité envisagée de 10.000 tonnes par an, le procédé utilisant l'acide phosphorique ne peut être rentable, et que seul le procédé utilisant l'acide chlorhydrique fatal peut être retenu, même si la marge brute dégagée n'est pas très importante.

Comme nous l'avons vu une modification de la capacité pourrait changer la physionomie de la question.

En effet une installation d'une capacité double conduirait à un investissement de 60 à 70 % supérieur à celui que nous avons déterminé.

Les charges de remboursement principal et intérêt qui sont de 29 US \$ par tonne de DCP produit, seraient alors réduites à 24 US \$ environ (le poste considéré passe de 290.000 \$ à $290.000 \times 1,65 = 478.500$ US \$ pour 20.000 tonnes soit sensiblement 24 US \$ par tonne).

Les montants par tonne des autres postes, ne varieraient pas (Matières premières et utilités) ou varieraient peu (salaires, frais généraux) et dans ce cas diminueraient légèrement.

On peut donc considérer que l'on abaisse le coût de production de 5 US \$ au moins, et, dans ces circonstances l'affaire devient normalement viable.

Le problème majeur serait donc de trouver des débouchés suffisants pour permettre d'élever au maximum la capacité de production de l'usine, si toutefois les disponibilités en acide chlorhydrique étaient suffisantes.

B-582



84.12.12

AD.86.07

ILL5.5+10