



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

18188

Distr. RESTREINTE

IO/R.117

31 août 1989

ORGANISATION DES NATIONS UNIES
POUR LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

Original : FRANCAIS/ANGLAIS

11, 1989
Toujours en cours
des travaux

**ETUDE SUR
L'UTILISATION ET LA TRANSFORMATION
DES PHOSPHATES DE MAURITANIE**

Rapport de mission*

**Etabli pour le Gouvernement mauritanien
par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel**

**D'après l'étude
de Marc Donnez et Adam Minc, conseillers**

* Les frontières indiquées sur les cartes n'emportant ni approbation ni acceptation officielles de la part de l'ONUDI, ce document n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

TABLE DES MATIERES

I. INTRODUCTION	1
I.1. Contexte Général	1
I.2. Alternatives d'exploitation des phosphates	1
I.3. Base historique de la mission	2
I.4. Composition, objet et déroulement de la mission ONUDI	3
I.5. Structure et contenu du rapport	4
II. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	5
III. ALTERNATIVE LOURDE : EXAMEN DU PROJET DE PRODUCTION D'ACIDE PHOPHORIQUE	9
III.1. Description du projet	9
III.2. Examen critique du projet	11
III.3. Bilan et recommandations	16
IV. L'AGRICULTURE MAURITANIENNE ET LES BESOINS EN ENGRAIS	18
IV.1. Aperçu des surfaces agricoles et des cultures	18
IV.2. La population agricole	20
IV.3. La production agricole	21
IV.4. La politique agricole	23
IV.5. Les engrais	25
IV.6. Bilan du marché engrais en Mauritanie	31
V. PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DU MARCHÉ ENGRAIS	36
V.1. Situation typique actuelle	36
V.2. Estimation de l'apport des engrais dans la situation actuelle	37
V.3. Estimation des besoins en engrais à l'horizon 2000	39
V.4. Estimation de l'apport des engrais à l'horizon 2000	43
V.5. Conclusions sur les perspectives du marché engrais	45
VI. ALTERNATIVE LEGERE : PRODUCTION D'ENGRAIS A PETITE ECHELLE	47
VI.1. Technologies pour la production d'engrais à petite échelle	47
VI.2. Concept et programme de production	48
VI.3. Capacités et coûts de production	50
VI.4. Examen de la viabilité commerciale du projet	51
VI.5. Bilan et recommandations	53

Annexes

Annexe 1 :	Personnes rencontrées	55
Annexe 2 :	Termes de référence	57
Annexe 3 :	Carte géographique	63
Annexe 4 :	Superficies récoltées, rendement et production totale	64
Annexe 5 :	Statistiques de consommation en tonnes d'éléments fertilisants	65
Annexe 6 :	Importations d'engrais suivant statistiques douanières	67
Annexe 7 :	Bilan économique du scénario minimaliste	68
Annexe 8 :	Bilan économique du scénario maximaliste	69
Annexe 9 :	Prévisions FAO	70
Annexe Technique :	Rapport présenté par A. MINC	71

I. INTRODUCTION

I.1. Contexte Général

C'est en 1974 que les premières investigations ont montré que la Mauritanie possède des dépôts de phosphate dans la région du Brakna, à Bofal et Louboira (\pm 30 km au Nord-Ouest de Kaédi). Plusieurs missions géologiques réalisées de 1974 à 1986, ont permis de chiffrer les gisements à 135 millions de tonnes de phosphates (106 millions de t à Bofal et 29 millions de t à Louboira).

Les gisements sont homogènes et situés à faible profondeur, ce qui permet l'extraction du minerai à ciel ouvert. Le minerai titre de 19 à 21 % de P_2O_5 . Si la teneur du minerai est relativement faible, il peut facilement être enrichi par débouillage et flottation.

Ces éléments ont amené les autorités mauritaniennes, à envisager la valorisation des gisements de phosphate.

I.2. Alternatives d'exploitation des phosphates

Deux alternatives diamétralement opposées quant à leur concept, objectifs poursuivis et retombées socio-économiques, s'offrent à l'exploitation des gisements des phosphates :



une alternative "lourde"
visant la valorisation des ressources minières par une exploitation industrielle du gisement et la production à grande échelle d'acide phosphorique destiné à l'exportation.



une alternative "légère"
visant l'utilisation du phosphate comme matière première pour la production d'engrais devant servir à l'approvisionnement du marché agricole local ou directement sous-régional.

Les deux alternatives présentent des composantes, contraintes, avantages et bénéfiques fort différents. Il faut remarquer qu'il n'y a pas de solution intermédiaire qui concilierait les deux alternatives. L'alternative légère semble peu séduisante puisqu'elle ne consiste pas en une exploitation en tant que telle du gisement qui présente une taille économique. Elle pourrait toutefois conduire à des retombées, économiques ou non, qui peuvent s'avérer intéressantes.

1.3. Base historique de la mission

Etant donné l'étroitesse du marché des engrais en RIM et dans l'ignorance de la possibilité de mettre au point des projets de valorisation des phosphates à petite échelle, seule la première alternative a été initialement retenue par les autorités mauritaniennes. Elle a conduit à l'élaboration de deux projets.

Le premier projet concernait l'extraction en carrière de 4,8 Mt/an de minerai tout-venant et la production de 2 Mt/an de concentré marchand titrant 35 % de P₂O₅ destiné à l'exportation. Ce projet a été rapidement abandonné étant donné la chute des prix du concentré et l'absence d'infrastructures pour acheminer le concentré sur de longues distances.

Un projet de création d'une usine de production d'acide phosphorique (la production de TSP a été rejetée vu les capacités de production importantes existant au Sénégal et au Maroc) a alors été élaboré. Ce projet a fait l'objet d'une étude préliminaire réalisée par la SAMIA, la SNIM et le BRGM¹, membres d'un consortium plus vaste, créé pour l'exploitation des phosphates de Mauritanie. Du consortium initial, seule la SAMIA² est, à l'heure actuelle, titulaire du permis d'exploitation et poursuit une activité de recherche.

¹ **SAMIA** : Société Arabe des Industries Métallurgiques, Nouakchott (RIM)
SNIM : Société Nationale Industrielle et Minière, Nouadhibou (RIM)
BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans (France)

² Société d'économie mixte (RIM 51 %; intérêts Kowéliens : 49 %), exploitation de gisements de gypse et production de plâtre (± 20.000 t/an en croissance). Usine en périphérie de Nouakchott; effectif de ± 100 personnes. Projet de production de klinker

L'étude préliminaire a conclu à la viabilité possible d'un projet de création d'une usine de production de 658.000 t/an de P_2O_5 (ou 1,2 Mt/an d'acide phosphorique à 54 %) destiné à l'exportation. Le coût du projet a été estimé en 1986 à 450 M US\$. Il présente un taux de rentabilité interne de 12,2 %. Il a été décidé de poursuivre par la réalisation d'une étude de faisabilité, complétée par une étude des débouchés pour le P_2O_5 et une étude des sources d'approvisionnement pour l'acide sulfurique. Ces études serviraient à confirmer la bancabilité du projet et à intéresser des bailleurs de fonds et partenaires éventuels.

C'est dans le but de se voir financer l'étude de faisabilité (estimation en 1986 : 1,9 M US\$, 18 mois d'exécution), que le Ministère des Mines et de l'Industrie, Direction des Mines et de la Géologie, a approché l'ONUDI.

1.4. Composition, objet et déroulement de la mission ONUDI

La mission composée de Adam MINC, ingénieur civil, et Marc DONNEZ, docteur en sciences, a séjourné en Mauritanie du 13 juin au 2 juillet 1989. Elle a visité la région de Bofal et de Kaédi, accompagnée de cadres de la SAMIA. La liste des personnes rencontrées figure en annexe 1.

L'objectif fondamental assigné à la mission par l'ONUDI, est d'identifier les besoins, à long terme, en engrais de la RIM et de proposer un programme de production en relation avec l'évolution du PIB, le pouvoir d'achat des agriculteurs et les perspectives de développement de l'agriculture. Les termes de référence et les job descriptions des membres de la mission sont repris en annexe 2.

Des réunions de synthèse ont été tenues à la SAMIA et à la Direction des Mines et de la Géologie, au cours desquelles les conclusions et recommandations ont été présentées.

1.5. Structure et contenu du rapport

L'alternative "lourde" de valorisation des gisements de phosphate mauritaniens, a été, jusqu'ici, la seule à être prise en considération par les autorités mauritaniennes. Elle peut difficilement être ignorée même si son examen n'est pas repris spécifiquement dans les termes de référence de la mission.

Dès lors, la mission a entrepris :

1. de procéder à un bref examen critique de l'alternative lourde, sur base de l'étude préliminaire réalisée par le consortium et à la lumière des données actuelles,
2. d'évaluer les besoins en engrais du marché local et de proposer un programme de production d'engrais suivant l'alternative légère,
3. d'évaluer la viabilité commerciale et économique des deux alternatives et de formuler des recommandations.

Adam MINC s'est chargé de couvrir les aspects technologiques des projets et d'évaluer la faisabilité technique des deux alternatives. Marc DONNEZ s'est chargé de couvrir les aspects de marché et d'évaluer la viabilité des projets.

Parce que les rapports des membres de la mission, ont été rédigés dans des lieux et à des moments différents, il a été convenu d'insérer le rapport d'évaluation d'Adam MINC comme "Annexe technique" (AT) au présent rapport.

Il y sera fait référence au cours de l'exposé. Il est certain que ceci amène parfois certaines répétitions.

II. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La valorisation des gisements de phosphate de Bofal a été étudiée sous l'angle de deux alternatives :

- une alternative lourde qui vise la production à grande échelle d'acide phosphorique destiné à l'exportation,
- une alternative légère qui utilise les phosphates comme matière première pour la production à petite échelle d'engrais destiné au marché agricole local.

Alternative lourde :

L'examen critique de la viabilité du projet "lourd" montre que :

1. Le projet de production d'acide phosphorique est, dans les circonstances et dans sa conception actuelle, une entreprise :
 - économiquement et commercialement risquée,
 - démesurée par rapport à l'infrastructure existante et aux ressources que la RIM pourraient y consacrer,
 - présentant une rentabilité médiocre (taux de rentabilité interne 4,7 %) si l'on tient compte d'un taux d'occupation de la capacité de production plus réaliste (80 %) et d'un coût d'investissement réévalué (650 millions de US\$; 55 milliards de UM).
2. La présence de gisements de phosphate de taille économique est le seul avantage concurrentiel que peut faire valoir la RIM. Celui-ci est insuffisant par rapport à la concurrence des pays voisins qui bénéficient en plus d'un effet d'expérience. La présence de soufre constituerait par contre un avantage concurrentiel additionnel et décisif s'il s'avérait que les gisements qui ont été mis en évidence sont de taille suffisante pour la production d'acide sulfurique.

3. Bien que l'excès de capacité de production d'acide phosphorique tend à se réduire au niveau mondial, il n'est pas certain qu'il entraîne pour autant une augmentation du commerce du P205 comme intermédiaire de synthèse. La tendance est en effet à l'intégration verticale de la production des engrais phosphatés, ce qui est défavorable aux producteurs s'arrêtant à la production du seul P205.

Recommandations :

L'alternative lourde ne constitue pas à l'heure actuelle un moyen de valoriser de façon rentable les gisements de phosphate. La question mériterait cependant d'être réexaminée :

- si la présence de soufre exploitable se confirme,
- si le marché de P205 s'avère plus porteur sur le plan des débouchés, des prix et des coûts,
- si la tendance à l'intégration verticale ne se confirme pas,
- si l'utilisation des ressources mauritaniennes à d'autres projets d'investissement s'avèrait comparativement moins avantageuse.

Alternative légère :

Une évaluation du marché mauritanien des engrais a été menée et les perspectives de marché établies sur base de deux scénarios, un "minimaliste" et un "maximaliste". Les conclusions principales sont :

1. Les besoins actuels (± 2.800 t d'engrais ; ± 1.250 t d'éléments fertilisants NP) devraient être multipliés par **3,5 à 8,5 fois** d'ici l'an 2000. L'importance des écarts tient aux très nombreuses hypothèses qui ont du être formulées.
2. La croissance du marché engrais est directement liée (1) aux perspectives d'extension de la surface irriguée, (2) au développement de la double culture, (3) au développement du secteur en économie de marché, motivé par un accroissement réellement rémunérateur de la production agricole, et (4) à la mise en oeuvre des mesures aptes à promouvoir l'emploi des engrais

(information/vulgarisation, prix, accès au crédit agricole, amplification des circuits de distribution, etc...).

3. Le désengagement de l'état de certaines fonctions et la tendance à la privatisation des circuits commerciaux, sont susceptibles de modifier sensiblement, à terme, le rapport coût/bénéfice de la fertilisation au niveau de l'agriculteur. Il faudra un certain temps pour que la nouvelle politique agricole porte ses effets et que les prix se stabilisent. Sur base des chiffres actuels, le rapport coût/ bénéfice à l'horizon 2000 est favorable et généralement **supérieur à 10**. Le revenu par capita au niveau des périmètres irrigués est accru de 210 US\$, soit un doublement du PIB/capita (scénario maximaliste).
4. L'utilisation des engrais est un des facteurs clé de la production agricole quelque peu négligé jusqu'ici, contribuant à la réduction de la dépendance alimentaire (le scénario maximaliste conduit à un surplus de la production céréalière classique). Les études de fertilisation sont malheureusement inexistantes. Il est essentiel d'entreprendre celles-ci dès que possible afin de connaître les engrais à préconiser et de mettre au point une véritable politique en matière d'approvisionnement (prix? produit?) du marché.

Un programme de production locale d'engrais a été élaboré sur base des perspectives de marché à l'horizon 2000. Il a été conçu en trois phases et vise à satisfaire tous les besoins de la RIM en engrais d'ici l'an 2000. Il prévoit la mise en place

Phase I : - d'une unité d'extraction et de broyage (13.000 t)
- d'une unité de mélange NPK (15.000 t)
- d'une unité d'ensachage (20.000 t)

Phase II : - d'une unité de production d'engrais Humifert
(20.000 t)

Phase III : - de l'extension des capacités de production en fonction des besoins du marché.

La phase I (coût d'investissement ± 300 millions UM) est avantageuse au niveau de la formulation et du conditionnement d'engrais localement.

La phase II (coût d'investissement ± 500 millions UM) montre que la fabrication locale d'engrais est largement plus coûteuse (3 à 4 fois) que leur importation. Le coût nécessaire pour assurer l'essor de la production locale devra être supporté par les agriculteurs (augmentation de prix) ou par l'état (subvention) ou les deux. Ce coût est élevé malgré les avantages techniques, économiques ou socio démographiques qui peuvent exister. La poursuite du projet est dès lors difficilement justifiable dans les conditions actuelles.

Recommandations :

L'alternative légère n'étant pas viable à court et moyen terme sur un plan économique et commercial, les recommandations sont plus directement liées à la promotion de la fertilisation des sols, facteur de production jusqu'ici négligé. Elles visent à :

1. étudier la fertilisation des sols irrigués (et autres) en vue de préconiser les meilleurs engrais à utiliser et déboucher sur une véritable politique en matière d'approvisionnement du marché.
2. favoriser l'utilisation des engrais par :
 - une meilleure information/vulgarisation
 - un meilleur accès au crédit
 - la mise en place d'un marketing d'organisation efficace
3. poursuivre l'étude de faisabilité d'une unité de mélange et d'ensachage.
4. réétudier éventuellement le projet de production locale d'engrais si, après privatisation des circuits de distribution, les prix et les coûts se stabilisent à un niveau acceptable.

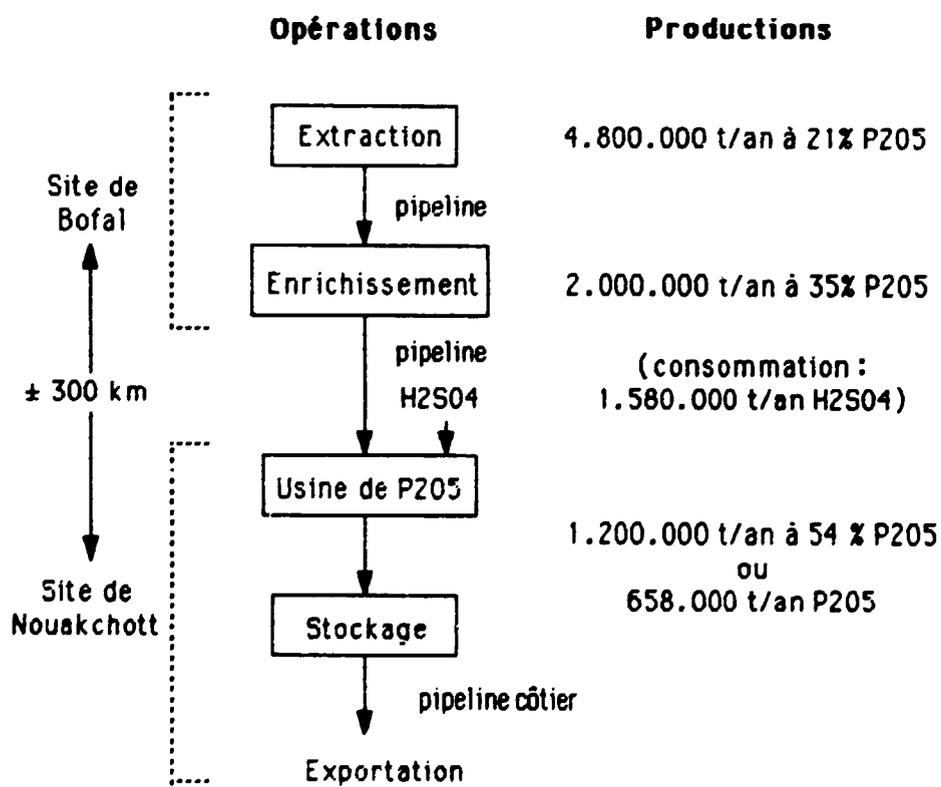
III. ALTERNATIVE LOURDE :

EXAMEN DU PROJET DE PRODUCTION D'ACIDE PHOSPHORIQUE

III.1. Description du projet (voir aussi AT p.9 à 11 et annexes)

Le projet de production d'acide phosphorique au départ des gisements de phosphate de Bofal a été amplement décrit dans le "Preliminary Report on the Mauritanian Phosphate Project" de juillet 1986. Les caractéristiques principales sont rappelées ci-dessous :

Schéma de production envisagé



Aspects économiques

- * Durée du projet : 6 1/2 ans, soit 1 1/2 pour l'étude de faisabilité et 5 ans pour la construction de l'usine.
- * Coût du projet : 450 M US\$ ± 10 %

Site de Bofal (dont pipeline 60 M US\$)	198 US\$
Site de Nouakchott (dont usine P2O5 100 M US\$)	200 US\$
Fonds de roulement	<u>52 US\$</u>
TOTAL	450 M US\$

- * Données économiques (sur base d'une usine opérant à 100 % de sa capacité nominale dès la 4ème année - successivement 50 %, 75 %, 90 % - et d'une inflation des coûts et des prix de 4,5 %) :
 - Prix de revient (hors charges financières) du P2O5 :
 - 227 US\$/t sans amortissement
 - 277 US\$/t avec amortissement
 - Cash flow positif après 2 ans d'opération
 - Taux interne de rentabilité : 12,2 %

Aspects commerciaux

La stratégie de marché envisagée se base sur l'existence d'un déséquilibre dans la structure offre - demande du marché mondial de l'acide phosphorique. En effet, étant donné les capacités de production parfois insuffisantes pour répondre aux besoins locaux, il existe un déficit cumulé de 5,08 Mt de P2O5 en 1988 dans 3 continents : l'Europe (Est et Ouest), l'Asie et l'Amérique du Sud.

Etant géographiquement bien placé par rapport à ces régions, le projet compte pénétrer ces marchés et s'attribuer 12 % de part du marché "déficit". Ce volume correspond à l'utilisation complète de la capacité de production de l'usine.

Il faut noter qu'à côté de ce déficit, il existe, en 1988, un surplus de capacité de production de 7,93 Mt de P2O5, compte tenu d'un taux d'occupation de la capacité de production nominale spécifique pour chaque pays basé sur les performances passées et d'autres facteurs

économiques et/ou de productivité. Le surplus de capacité est donc de loin supérieur à 7,93 Mt de P₂O₅.

III.2. Examen critique du projet

Le projet de valorisation des phosphates par production d'acide phosphorique destiné à l'exportation est en soi séduisant. Les gisements ont une taille économique et sont à une profondeur de 0 à 15 m, ce qui les rend facilement exploitable à ciel ouvert. La capacité de production est telle qu'elle permet de maintenir le projet en activité pendant près de 30 ans (si d'autres réserves, plus que probablement importantes, ne sont pas mises en évidence entretemps).

Le projet est économiquement viable, du moins au taux d'activité envisagé (100 % de la capacité nominale). Comme effets attendus, on peut citer :

- la création de 1.400 emplois
- la fixation des populations
- l'amélioration de la balance commerciale
- le flux de devises fortes
- la création de richesse (mais cependant limitée à la participation de la Mauritanie au projet)
- le désenclavement d'une région politiquement et économiquement importante pour la RIM (région du fleuve Sénégal) si la solution du chemin de fer est adoptée pour le transport du minerai.
- etc...

De plus, un tel projet s'intègre dans un marché apparemment en croissance et suit la tendance actuelle d'intégration de la production d'acide phosphorique et de déplacement des sites de production vers les pays producteurs de minerai de phosphate et les PVD pour des raisons de coût (transport, et dans une moindre mesure main-d'oeuvre) et parfois aussi d'environnement (production de phosphogypse).

La mission considère cependant que de multiples facteurs d'ordre technique, technologique, économique, de marché et/ou de politique

de développement, limitent l'attrait du projet sinon le rendent risqué et le condamnent dans l'immédiat.

Choix des solutions techniques

Les faiblesses de certaines solutions techniques adoptées ont été discutées dans l'A.T. p. 12 à 24. Elles concernent principalement :

a. l'approvisionnement en acide sulfurique résiduaire.

- présence d'impuretés agissant de façon défavorable sur le processus d'extraction des phosphates.
- forme diluée nécessitant une concentration préalable coûteuse en énergie et en maintenance.
- bilan thermique défavorable, pouvant être contourné par une production locale d'acide sulfurique mais nécessitant un investissement complémentaire.

b. le transport du phosphate de Bofal à Nouakchott par pipeline.

Il est vital d'assurer l'acheminement régulier et fiable de la matière première vers le site de production de P205. Le transport par pipeline est une technique trop élaborée et peu adaptée dans le contexte mauritanien. Il nécessitera de nombreux entretiens et réparations dans des conditions difficiles risquant, sans un dédoublement coûteux de la ligne de transport, d'entraîner de fréquentes ruptures de charge mettant l'usine de P205 en chômage technique.

Coût des investissements

a. Unité de production d'acide phosphorique.

Le coût de l'unité de production (100 M US\$) paraît largement sous-estimé. Par rapport à des investissements similaires récents et tenant compte d'un facteur lié au degré de développement de l'infrastructure et de l'économie de la RIM, la mission a estimé l'investissement nécessaire à 180 M US\$, valeur 1985 (voir AT p. 16 et 17).

b. Coût du projet.

Il ne semble pas qu'il ait été tenu compte d'un facteur lié à la localisation du projet dans l'estimation du coût. Tenant compte d'un facteur modeste de 1,3³, l'investissement total se monte à

Site de Bofal	264 M US\$
Site de Nouakchott (dont usine P2O5 180 M US\$)	310 M US\$
Fonds de roulement	<u>76 M US\$</u>
TOTAL	650 M US\$

Données économiques

a. Taux d'occupation de la capacité de production.

L'évaluation économique du projet a été réalisée sur base d'une usine opérant à sa capacité de production nominale. Cependant on admet généralement, que de façon similaire, un facteur de localisation influence le niveau d'activité. Ainsi, pour différentes périodes, les taux d'activité pour des usines situées en Amérique du Nord ou en Afrique, se comparent de la manière suivante :

	Amérique du Nord	Afrique
moyenne de 1981/82 à 1987/88 [*]	87 %	66 %
1987/88 ^{**}	88 %	79 %
1992/93	99 %	88 %

³ On admet généralement un facteur lié à la localisation de
1,0 pour les pays industrialisés
1,2 pour les pays en voie d'industrialisation, et
1,4 pour les PVD et les sites fort reculés.

des aux coûts plus élevés entraînés par la préparation du site et de l'infrastructure, l'acheminement du matériel et de l'équipement, la main d'oeuvre qualifiée et expatriée pour le montage, les pratiques commerciales locales, etc... (World Phosphates Supply to the Year 2000, OCDE, 1988).

* Rapport préliminaire

** Situation actuelle et perspectives mondiales des engrais, 1986/87-1992/93, FAO, 1988

Le taux d'activité des usines situées en Afrique reste inférieur de 10 à 15 % de celles situées en Amérique du Nord. Il est raisonnable de penser que ce facteur, combiné à d'autres tels que le taux de productivité de la main d'oeuvre mauritanienne, le manque d'expérience dans une nouvelle production et dans un nouveau marché, la production dans un environnement difficile et éloigné (logistique difficile, maintenance, acheminement des pièces et fournitures), etc... feront que l'usine ne tournera pas à plus de 80 % des performances des meilleures usines.

b. évaluation économique

Tenant compte de ces seuls éléments (coût des investissements 650 M US\$, taux d'activité 80 %) les données économiques concernant la rentabilité du projet, calculées sur les mêmes bases que celles de l'étude préliminaire, paraissent nettement moins favorables.

- prix de revient (hors charges financières)
 - 227 US\$/t sans amortissement
 - 290 US\$/t avec amortissement
- cash flow positif à partir de la 3ème année d'activité
- taux interne de rentabilité : 4,7 %

Le taux interne de rentabilité passe ainsi de 12,2 % à 4,7 % ce qui est loin d'être un taux attrayant pour un investisseur potentiel, tenant compte du risque encouru.

Taille du projet

La taille même du projet requiert la mobilisation de ressources financières et humaines considérables qui dépassent de très loin les capacités d'absorption de la RIM. De plus, il faut noter que la RIM s'est engagée dans la voie d'un long redressement économique, donnant la priorité au développement de projets ayant un impact immédiat sur la productivité (essentiellement le secteur de la pêche et de l'agriculture). Un tel projet sort du cadre de la politique d'investissement que s'est fixé le gouvernement et des objectifs élaborés dans le Plan de Consolidation et de Relance (P.C.R., budget

d'investissement consolidé pour 1989 : 13.333 MUM, soit ± 150 M US\$).

Le projet de production d'acide phosphorique est donc essentiellement du ressort du secteur privé. Vu l'investissement nécessaire, les intérêts mauritaniens seront plus que probablement minorisés dans la constitution du capital.

A cela, s'ajoute le besoin important de personnel de direction et de gestion (en dehors du personnel technique), qui peut difficilement être trouvé en Mauritanie.

Il s'ensuit un contrôle limité de la part de la RIM sur le projet et sur la politique de valorisation des phosphates et une création de richesse relativement modeste.

Enfin, le projet nécessite le développement de l'infrastructure de transport, l'acquisition d'un savoir-faire en marketing et en management, et le développement d'industries associées (construction, maintenance, etc...).

Données de marché

Le marché de l'acide phosphorique se caractérise par :

- des prix à l'exportation très fluctuants par rapport aux prix intérieurs généralement plus stables grâce aux politiques de prix gouvernementales.
- un marché essentiellement d'appel d'offre, fortement influencé par les autorisations des pays importateurs de quotas d'importation ou d'allocation de devises étrangères.
- d'importants excédents exportables de P₂O₅ à court et moyen terme.
- une croissance liée à la croissance de la demande d'engrais phosphatés, évaluée à ± 4 % par an. Cette croissance tendrait cependant à ralentir vu que les marchés des pays industrialisés commencent à plafonner et ne

sont que partiellement remplacés par les marchés des pays non industrialisés.

Une étude récente sur le secteur des phosphates ⁴ indique une augmentation de la capacité de production de P2O5 de 60 MT en 2000 (les principales augmentations de capacité sont prévues en Asie - essentiellement Chine - en Afrique - Maroc et Egypte - et en Europe de l'Est). En ce qui concerne l'excès de capacité, celui-ci passerait de 17 MT en 1983 (72 % de la capacité nominale) à 13 MT en 2000 (87 % de la capacité nominale). Cette meilleure performance du taux d'occupation de la capacité **ne s'accompagne cependant pas d'une augmentation du commerce de l'acide phosphorique comme intermédiaire**. On constate en effet une forte tendance à l'intégration verticale de la production des engrais phosphaté, du minerais aux produits finis qui aura pour effet de réduire si pas éliminer le commerce de l'acide phosphorique. Cette tendance est largement défavorable aux producteurs s'arrêtant à la production de P2O5, de telle sorte qu'une très grande partie de la capacité inutilisée se retrouvera chez eux, alors que les usines complètement intégrées tourneront à plus de 87 % de leur capacité.

Cette tendance rend ainsi les projets d'augmentation de la production d'acide phosphorique particulièrement précaires et peu prometteurs.

III.3. Bilan et recommandations

1. Le marché de l'acide phosphorique est un marché indifférencié, guidé uniquement par des considérations de prix, reflet d'une situation ponctuelle d'offre et demande. L'objectif de pénétration de marché est donc essentiellement fonction de la mise en évidence d'avantages comparatifs tous liés au coût et à la formation des prix. Hormis la présence de gisements de phosphate de taille économique, la RIM ne peut se prévaloir d'avantages comparatifs décisifs ou additionnels ⁵.

⁴ World Phosphates Supply to the Year 2000, OCDE, 1988.

⁵ Des recherches géologiques récentes auxquelles la SAMIA est associée, ont mis en évidence l'existence de soufre à Cuprit à 60 kms au Nord-Est de Nouakchott. S'il s'avérait que le soufre existe en quantités importantes et est facilement exploitable, la viabilité du projet

2. La rentabilité du projet est fortement influencée par l'utilisation maximum de la capacité de production. Divers éléments empêcheront probablement d'atteindre cet objectif, à savoir :
 - le transport concentré par pipeline et le risque de rupture de charge en cas d'avarie
 - un marché peu porteur à long terme
 - un facteur de localisation
 - etc...

3. La production d'acide phosphorique est du type capital intensive et est caractérisée par d'importantes économies d'échelle. C'est pourquoi le projet est obligatoirement d'une taille respectable. Le programme peut difficilement être réduit. Il s'ensuit un investissement coûteux et de taille démesurée par rapport à la capacité d'absorption d'un tel projet par la RIM.

4. Le projet de valorisation des phosphates par la production de P2O5 est, dans les circonstances et dans sa conception actuelle, une entreprise économiquement et commercialement risquée, démesurée et présentant une rentabilité douteuse. L'investissement doit être comparé à d'autres projets plus viables mieux en ligne avec la politique économique mauritanienne. Ceci devrait inciter les autorités à ne pas poursuivre avec la réalisation du projet.

Les gisements de phosphate ne constituent une richesse pour la RIM que s'ils sont exploités à bon escient. La poursuite du projet ne peut être intéressante que :

- si la présence de soufre exploitable est confirmée.
- si les perspectives de niveau de prix dérivant de la situation de l'offre et de la demande ou d'une technologie de production moins coûteuses sont favorables pour une longue période.
- si la tendance à l'intégration verticale de la production d'engrais se poursuit par la création d'une usine d'engrais phosphatés.

s'en trouverait complètement modifiée (bilan thermique amélioré + meilleur coût pour l'acide sulfurique représentant 39 à 50 % des coûts de production).

IV. L'AGRICULTURE MAURITANIENNE ET LES BESOINS EN ENGRAIS

IV.1. Aperçu des surfaces agricoles et des cultures

La surface agricole totale en Mauritanie représente moins de 1 % de la surface totale du pays et varie fortement d'année en année suivant le niveau des précipitations. Après une longue période de sécheresse où la surface agricole se situait entre 120 et 200.000 ha, la surface mise en culture est remontée à 200-250.000 ha grâce à une régression de la sécheresse.

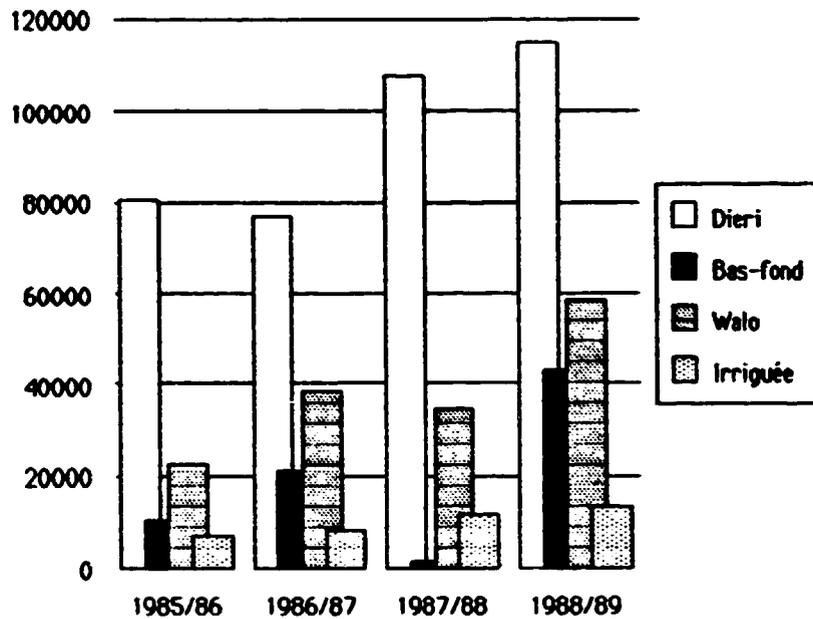
La majeure partie des terres arables se trouvent dans la zone sahélienne à l'extrême sud du pays, le long du fleuve Sénégal. Il existe également une zone de culture très limitée faite d'oasis (\pm 5.000 ha), située notamment dans la région de l'Adrar (voir Annexe 3).

Il faut distinguer 4 types de surfaces agricoles, à savoir :

- la culture irriguée
- la culture pluviale ou diéri
- la culture de décrue ou walo
- la culture de bas fond ou d'arrière barrage (wadi)

Ce n'est que depuis 1985 que les statistiques agricoles ont été créées. Elles sont encore incomplètes et peu fiables. Elles permettent néanmoins de constater l'évolution des surfaces au cours des dernières campagnes (d'après annexe 4).

Type de culture	1985/86	1986/87	1987/88	1988/89
Dieri	80 700	77 200	108 000	115 000
Bas-fond	10 600	21 300	1 400	43 500
Walo	23 000	38 700	35 100	58 350
Irriguée	7 500	8 300	11 900	13 350
Total	121 800	145 500	156 400	230 200



Les sols de diéri sont des sols pauvres, utilisés pour les cultures pluviales, essentiellement le mil et le sorgho. Ces sols ne font l'objet que d'une préparation très sommaire et ne reçoivent de l'engrais qu'exceptionnellement.

Les cultures de décrue ou walo sont des cultures qui sont installées dans les cuvettes des rivières à mesure du retrait des eaux, sans façon culturale préalable et utilisant l'humidité des sols restante. Elles comprennent quasi exclusivement la culture du sorgho. L'utilisation des engrais permettrait d'augmenter sensiblement les rendements. Ils ne sont en fait jamais utilisés, étant donné les risques d'échecs liés à l'irrégularité des inondations et la très forte cohésion des sols imposant la préparation du sol par des moyens mécaniques qui font défaut.

Il en va de même pour les cultures de bas fond ou d'arrière barrage.

Les zones irriguées sont les seules à être exploitées avec un certain degré de technicité. Elles concentrent la majeure partie des moyens mécaniques disponibles et de la consommation des intrants agricoles (engrais, pesticides).

Le sorgho et le mil sont les cultures dominantes et comptent pour plus de 73 % de la production céréalière. Elles se trouvent quasi

exclusivement en zone non irriguée. On trouve encore le riz (25 %), cultivé uniquement en zone irriguée et le maïs (2 %) cultivé environ pour moitié en zone irriguée et pour moitié en zone non irriguée. La répartition des spéculations par type de surface pour la campagne 1988/89 est la suivante (d'après annexe 4) :

	Dieri	Bas-fond	Walo	Irriguée
Sorgho	52%	13%	34%	1%
mil	100%	-	-	-
maïs	5%	64%	-	31%
riz	-	-	-	100%

A côté de ces cultures, on trouve encore le niébé, essentiellement en culture associée, la culture maraîchère, la pastèque, les dattes (5.000 ha) et des surfaces négligeables de blé et d'orge. Peu d'informations statistiques existent à leur sujet.

IV.2. La population agricole

La population de Mauritanie était estimée à 2 millions d'habitants en 1987 avec un taux de croissance démographique entre 2,7 et 3,5 % l'an ce qui amènerait la population à ± 3 millions d'habitants en 2000.

L'exode massif vers Nouakchott et les centres miniers qui a eu lieu sous la pression de la sécheresse et de l'attrait de meilleurs salaires, a laissé les zones rurales avec un inquiétant manque de main d'oeuvre jeune. Ainsi, la population agricole qui représentait 85 % de la population en 1970, ne représente plus que 66 % en 1987.

Historiquement, l'agriculture sédentaire est aux mains des populations noires groupées en petites communautés villageoises. Une main-d'oeuvre saisonnière venant du Sénégal (10 à 15.000 saisonniers) vient régulièrement donner un appui au moment des travaux agricoles. Le retour de cette main-d'oeuvre dû aux récents événements entre la Mauritanie et le Sénégal compromettra le résultat de la campagne 1988/1989.

A côté de cette population de tradition agricole, il faut noter la tendance récente à l'acquisition des meilleures terres irriguées par

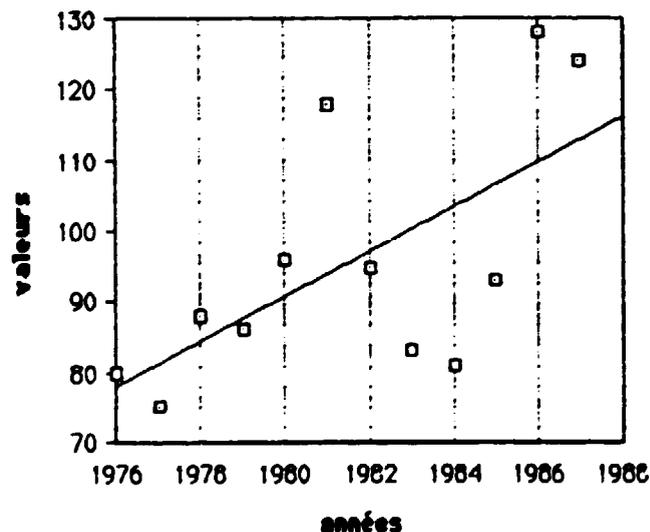
des cadres, fonctionnaires, militaires ou commerçants fortunés venant de Nouakchott. Ces personnes, attirées par le développement de la culture irriguée et la perspective de profit aisé, sont très souvent absentes et n'ont aucun passé d'agriculteur, de telle sorte qu'une grande partie des meilleures terres (50 %) sont négligées.

En 1986, le revenu de la population agricole est estimé à la moitié (215 US\$) du revenu national moyen (420 US\$).

IV.3. La production agricole

La sécheresse persistante et l'exode rural vers Nouakchott et les centres miniers du Nord sont les principaux facteurs de la faible progression ou de la stagnation de la production agricole enregistrée ces 10 dernières années. A ces facteurs s'ajoutent le problème récent des locustes et, au niveau des périmètres irrigués, du régime foncier existant.

Indices de la production des cultures (1979-81 = 100)
d'après les statistiques de la FAO



Jusqu'en 1950, la Mauritanie a été autosuffisante en produits céréaliers. Depuis, la production agricole n'a pu suivre les besoins croissants du pays, de telle sorte que la production céréalière nationale

ne couvre plus que $\pm 1/3$ les besoins dans les meilleures années (1987-88). Certaines années, la couverture des besoins n'atteint même pas les 10 % (période de 1983-85).

Sur base d'une population de 1.885.000 habitants en 1989, d'une croissance démographique de 2,9 %, d'une production céréalière de 110.700 t/an (réalisation 1988) et des besoins de 140 kg/an/habitant de céréale (les autorités mauritaniennes considèrent 165 kg/an/habitant au niveau du bilan céréalier national), un rapport de la Banque Mondiale ⁶ a élaboré une série de scénarios pour mettre en évidence leur influence sur la balance alimentaire en 2000 :

Scénarios	Production nationale	Besoins alimentaires	Couverture des besoins
1. Sans modification des paramètres	110,7 mt	360,6 mt	31 %
2. Augmentation des périmètres irrigués de 2.500 ha/an	180,7 mt	360,6 mt	50 %
3. Amélioration de la production (14 %) et de la transformation du riz paddy	122,5 mt	360,6 mt	34 %
4. Croissance démographique baissant de 2,9 % à 2,0 % en 2000	110,7 mt	345,2 mt	32 %
5. Scénarios 2 + 3 + 4	192,5 mt	345,2 mt	56 %

Sans modifications de la production agricole, le taux de couverture passerait de 43 % en 1988 à 31 % en 2000, dû à la seule poussée démographique. L'augmentation des périmètres irrigués semble être le moyen le plus efficace (mais très coûteux) pour améliorer la couverture des besoins alimentaires. Les augmentations de rendement liées à une plus grande utilisation d'intrants agricoles (semences améliorées, engrais, pesticides) n'ont été étudiées que dans le cas du riz irrigué (+14 %).

⁶ A Macroeconomic Framework, 1988-2000, May 1988.

La lutte pour réduire, ou du moins contenir, la dépendance alimentaire du pays et diminuer la facture des importations massives de nourriture, devient un des défis majeur de la Mauritanie. L'urgence de la situation a été reconnue par les autorités mauritaniennes et le redressement de l'agriculture, longtemps délaissée au profit du développement du secteur minier, est devenu un des objectifs prioritaires du Gouvernement. Un faisceau de mesures ont été prises pour atteindre ce résultat.

IV.4. La politique agricole

Les objectifs à long terme du secteur rural visent :

- (1) la réalisation de l'autosuffisance alimentaire,
- (2) la régénération du milieu naturel,
- (3) l'inflexion de l'exode rural et la fixation des populations à leur terroir.

Le Ministère du Développement Rural (MDR) a adopté deux voies pour atteindre ces objectifs, à savoir :

- le développement de l'agriculture irriguée comme une des sources majeures de croissance du PIB, par
 - (1) l'accroissement de la surface irriguée, et
 - (2) la création d'un environnement apte à aboutir à un secteur économiquement viable,
- la fixation de la population agricole en zone pluviale (de taille importante), en améliorant les conditions d'existence et les ressources des populations, notamment par la mise en place d'une structure d'encadrement, par le développement de l'hydraulique villageoise, par la protection des sols, par la lutte contre la désertification, etc...

La première préoccupation du MDR aura un impact certain sur l'utilisation des engrais. Les programmes de développement prévoient pour la zone irriguée (de manière spécifique ou non) :

- d'aménager le potentiel de 135.000 ha de surface irriguée à raison de 3.000 ha nouveau/an par le secteur public,
- d'aménager 2.400 ha nouveau/an de surfaces cultivables en décrue,
- de réaliser la double culture en irrigué (taux d'intensité culturale : 1,15 en 1989, 1,30 en 1990 et 1,50 en 1991),
- d'accroître le rendement moyen du riz paddy à 4,5 t/ha en 1989, 5t/ha en 1990 et 5,5 t/ha en 1991.

En vue de créer les conditions de viabilité économique du secteur irrigué (et pluvial), le gouvernement a pris une série de mesures d'accompagnement, à savoir :

1. La libéralisation progressive du secteur agricole et le désengagement de l'Etat en faveur du secteur privé pour certaines fonctions. Sont particulièrement visées, la privatisation de la filière rizicole (la filière mil/sorgho fait également partie des mesures) et la libéralisation de la distribution et du commerce des intrants. A cet effet, le gouvernement a opté pour la suppression de toute forme de subvention et pour un relèvement progressif des prix de cession des spéculations et des prix de vente des intrants en vue d'intéresser le secteur privé à prendre le relais de l'Etat⁷.
2. La mise sur pied d'un système de crédit agricole efficace en rassemblant cette fonction au sein d'un organisme unique : l'Union des Banques de Développement (U.B.D.).

Les objectifs de la politique agricole qui visent à améliorer l'autosuffisance alimentaire et à faire des périmètres irrigués un secteur

7 La privatisation de l'agriculture devrait franchir un pas décisif en 3 ans à compter de la campagne 1988-89. Au cours de ce délai de 3 ans, le secteur privé sera encouragé à prendre le relais des pouvoirs publics. A cet effet,

- le prix d'achat du riz paddy passera de 14 UM/kg à 19 UM/kg.
- le tarif douanier sur le riz importé passera à 45 %
- le prix de vente de l'urée (exemple) sera relevé de 24 UM/kg à 27,35 UM/kg (Kaédi) en 1989. (En 1986, l'urée était à 15 UM/kg)

Ces prix seront appelés à être relevés progressivement au cours des années ultérieures pour être rémunérateurs pour les producteurs et les commerçants, sans toutefois perturber le marché.

économiquement viable sont ambitieux. Le jargon des plans et des programmes ne devraient pas cacher une certaine réalité. L'agriculture, longtemps délaissée au profit du secteur minier, s'apparente à une **culture de subsistance et accuse un retard** par rapport aux agricultures des pays voisins. L'intérêt porté aux surfaces irriguées, qui absorbent la majeure partie des facteurs de production, est relativement jeune puisqu'elle date de la mise en valeur du fleuve Sénégal. Son développement dépend fortement de l'aide internationale. Par ailleurs,

- le rythme de 3.000 ha d'aménagement annuel prévu par le secteur public est loin d'être atteint. Il se situe plutôt autour de 1.000 à 1.500 ha/an.
- les circuits de distribution et de commercialisation sont lents, insuffisants et peu efficaces car chargés de bureaucratie. A côté de celui-ci, le circuit privé est peu structuré, peu organisé et incontrôlable.
- l'UBD à laquelle est confiée le crédit agricole, manque d'expérience effective en cette matière et est pauvre en capacités techniques, ressources et connaissance du monde agricole (manque important d'agences).
- le service de vulgarisation est récent (1983) et ne couvrait jusqu'en 1988, que 4 régions agricoles. En 1989, 7 régions agricoles principales seront couvertes avec 35 vulgarisateurs intensifs (c'est-à-dire recevant des recyclages réguliers), ce qui est cependant toujours loin de constituer un encadrement suffisant.

Au niveau des investissements, le Programme de Redressement Economique et Financier (PREF) de 1985-1988 consacrait près de 37 % des investissements au secteur rural. L'effort a été maintenu au niveau du Programme d'Investissement Prioritaire (PIP) de 1989-91, avec 37,1 % des budgets consacrés au secteur rural, soit 6 % du PIB.

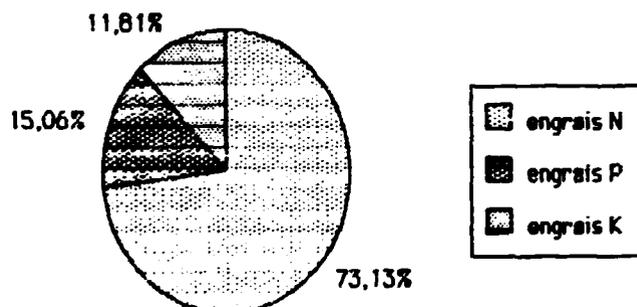
IV.5. Les engrais

La Mauritanie par rapport aux pays du Sahel

L'annexe 5 reprend les statistiques de consommation d'engrais (en tonnes) pour la majorité des pays sahéliens. Les statistiques con-

cernant la Mauritanie sont très imprécises étant donné l'étroitesse du marché. Elles permettent toutefois d'apprécier la place de la RIM dans le marché engrais et de constater (chiffres de la campagne 86-87) que :

- la Mauritanie ne représente pas plus de 1 % de la consommation totale des pays sahéliens,
- les pays sahéliens ne représentent que 6 % de la consommation du continent africain hors Afrique du Sud,
- le Soudan, le Mali (forte progression) et le Sénégal représentent à eux seuls 83 % de la consommation d'engrais,
- la consommation dans les pays du Sahel augmente au rythme annuel de 8,8 %. L'augmentation est la plus forte pour les engrais azotés (10,7 %) et la plus faible pour les engrais phosphatés (3,9 %).
- la répartition entre les types d'engrais est la suivante :



La consommation d'engrais en Mauritanie

Il n'existe aucune statistique officielle de la consommation d'engrais en Mauritanie. La SONADER (Société Nationale de Développement Rural), qui a jusqu'ici joué le rôle de distributeur d'intrants pour les petites communautés villageoises regroupées en coopératives et certains grands périmètres publics, estime les besoins à \pm 3.250 t d'engrais en 1989 (soit 1.500 t d'unités fertilisantes) pour l'ensemble des agriculteurs (surfaces "SONADER" + surfaces privées).

Besoins engrais pour 1989 en t

	périmètres SONADER	périmètres privés *	total
urée	1.427	1.700	3.127
TSP	123	0	123
engr. 10-10-20	15	0	15
Total	1.565	1.700	3.265

* estimations Sonader

Les statistiques douanières (voir annexe 6) font état d'importations de près de 7.000 t d'engrais en 1988. Ces statistiques, fiables, ne peuvent être prises en compte pour mettre en évidence les besoins de la RIM, car, bien qu'aucune explication officielle ne soit fournie, il semble qu'une partie des volumes importés ne font que transiter par la RIM pour entrer au Mali.

Distribution et prix des engrais

La distribution des engrais est amenée à se modifier dans les prochaines années suite au désengagement de l'état de fonctions qui, telle la distribution, peuvent aisément être prise en charge par le secteur privé. Actuellement il y a deux circuits :

- Un circuit public, assuré par la SONADER, qui fournit à un prix fixé en début de campagne, les intrants aux petits périmètres villageois dont elle assure l'encadrement, et aux fermes pilote et d'état. Depuis 1989, ce prix contient tous les frais de transport et charges d'exploitation, sans aucune marge ou subvention de l'état. Les prix varient (jusqu'à + 20 %) suivant les régions. Ce service public, qui sert dans une certaine mesure de régulateur de prix, va diminuer pour disparaître dans les années à venir ⁸.

8 Prix de la campagne 1989/1990 en UM/kg

	Urée	TSP
Reaso	24,25	25,50
Boghé	25,60	26,85
Kéédi	27,35	28,60
Foum Gleits	26,37	27,62
Goursye	28,99	30,24

- un circuit privé, distribuant les intrants aux agriculteurs privés se trouvant surtout dans la région de Rosso. Le circuit est peu structuré et difficilement quantifiable. Les prix peuvent varier fortement et être largement en dessous du prix public du fait de charges d'exploitation moins importantes et de la "débrouille" des commerçants.

La structure des prix n'a pu nous être communiquée. Elle a été reconstituée sur base d'éléments épars (prix de l'urée en sac) :

prix CAF	:	18,31 UM/kg	(soit 215 US\$/t)
droit fiscal 5%	:	0,92 UM/kg	
<u>impôt (4%) sur CAF+DF</u>	:	<u>0,77 UM/kg</u>	
prix DDP Nouakchott	:	20,00 UM/kg	
charges et transport	:	6,50 UM/kg	
<u>prix de vente moyen</u>	:	<u>26,50 UM/kg</u>	
agriculteur	:	26,50 UM/kg	

Il apparaît que :

- le prix CAF est relativement plus élevé que les prix mondiaux (165 US\$/t, soit + 30 %). Ceci est dû aux faibles tonnages importés.
- les coûts d'importation et de commercialisation représentent \pm 45 % du prix CAF, ce qui est généralement plus faible que dans d'autres pays (\pm 55 %).
- le prix ne contient aucune marge commerciale.

Tenant compte que la privatisation va faire apparaître une marge commerciale (20 %) mais diminuer les frais de commercialisation (moins 2 UM/kg), le prix de l'urée pourrait s'établir à 30,60 UM/kg et celui du TSP à 32,15 UM/kg.

La fertilisation

Aucune étude pédologique n'a été réalisée jusqu'ici en Mauritanie. Le CNRADA (Centre de Recherche Agricole créé récemment), a été doté d'un local pour le laboratoire de pédologie mais cherche une aide

extérieure pour pouvoir l'équiper. Sur le plan de la fertilisation les éléments de réponse fournis par le CNRADA sont épars et ne relèvent d'aucune recherche approfondie. Les doses recommandées sont (en unités fertilisantes/ha) :

- cultures irriguées :**
- riz : NPK : 150-80-60
 - maïs : NPK : 70-60-80
 - sorgho : NPK : 25-120-60
 - blé : NPK : 100-80-60
- cultures pluviales :**
- néant
- cultures de décrues :**
- sorgho : 80 kg/periurée
 - P et K non expérimenté

La Sonader quant à elle préconise des doses d'engrais à l'ha sur une base empirique et détermine les besoins annuels sur leur expérience des habitudes de consommation des agriculteurs.

Recommandations Sonader pour la culture irriguée

		kg engrais/ha	unités fertilisantes N-P-K/ha
riz	fumure de fond	100 kg TSP	0-46-0
	fumure de surface	250 kg urée	11,5-0-0
maïs	fumure de fond	25 kg urée + 100 kg TSP	11,3-46-0
	fumure de surface	200 kg urée	90-0-0
sorgho	fumure de fond	20 kg urée + 100 kg TSP	9-46-0
	fumure de surface	100 kg urée	45-0-0

Les habitudes de consommation et d'autres facteurs modifient fortement les besoins exprimés. On peut noter :

1. La réticence de l'agriculteur à réaliser une fumure de fond, car :
 - elle nécessite un labour,
 - le résultat ne se voit pas à l'inverse des engrais azotés qui restent très populaires,

- la fumure se fait en début de saison à un moment où des inquiétudes persistent quant à l'ampleur de la récolte.

La fumure de fond se limite dès lors le plus souvent aux grands périmètres possédant les moyens mécaniques nécessaires.

2. Les agriculteurs ne respectent pas les doses préconisées et ont tendance à réduire leur application.
3. L'utilisation d'engrais est plus importante en secteur encadré par la Sonader qu'en secteur privé.
4. Au niveau des types de sol, on constate :

- **sols irrigués** : sols alluvionnaires relativement riches en P au moment de leur mise en valeur, ne nécessitant donc qu'une fumure de fond tous les 3 ans. L'appauvrissement progressif demande par la suite un apport de P2O5 tous les ans.
- **sols walo et de décrue** : sols alluvionnaires relativement riches en P. L'engrais n'est que rarement utilisé car il nécessite un labour par des moyens mécaniques inexistantes. Si des engrais sont utilisés ils se limiteraient à un apport d'azote en période de semis.
- **sols diéri** : aucune utilisation d'engrais pour une culture essentiellement de subsistance.

Matrice d'utilisation des engrais en zone irriguée

		périmètres Sonader	périmètres privés
riz	fumure de fond	oui sur grand périmètre	très rarement
	fumure de surface	oui à 80 %	oui à 75 %
maïs	fumure de fond	rare	pas
	fumure de surface	oui à 30 %	cultivé
sorgho	fumure de fond	rare	pas
	fumure de surface	oui à 20 %	cultivé

IV.6. Bilan du marché engrais en Mauritanie

Perspectives de marché

1. Le marché actuel des engrais est un marché extrêmement étroit, lié quasi uniquement au développement de la culture du riz - assimilable à une culture de rente - en zone irriguée. Les perspectives de croissance immédiates sont dès lors directement fonction (1) des possibilités d'extension de la surface irriguée, et (2) de développement de ce secteur en économie de marché, c'est-à-dire en secteur entraîné par une activité de production pouvant trouver des débouchés rémunérateurs.

Bien que l'utilisation des engrais sur riz irrigué soit déjà bien introduite, il n'en reste pas moins que la pénétration de ce segment peut être encore améliorée et doit être consolidée :

(1) par une politique de prix efficace qui tient compte du rendement économique pour l'agriculteur et de son pouvoir d'achat, et

(2) par la mise en place d'un marketing d'organisation qui veille à assurer la disponibilité commerciale des engrais (distribution et crédit adaptés aux besoins de la clientèle).

2. Le maïs en irrigué ainsi que le sorgho en irrigué constituent des gisements de croissance pour le marché engrais, ... pour autant que des études coût-bénéfice s'avèrent positives pour l'agriculteur. Etant dans une phase de développement plus précoce, ce segment de marché nécessitera un effort important de vulgarisation et d'information concernant les bénéfices de la fertilisation pour l'agriculteur ainsi qu'une politique de prix des engrais et/ou de prix de cession des denrées, particulièrement incitative.
3. Le développement des engrais en zone de décrue ou d'arrière barrage est entravé pour des raisons techniques. Ce segment ne peut constituer un gisement de croissance qu'à longue échéance lorsque la mécanisation des sols sera mieux introduite.

A cet égard, l'objectif du Gouvernement de réduction des coûts de production des exploitations agricoles par la programmation (regroupement des travaux) afin d'obtenir des économies d'échelle et la promotion d'entreprises nationales de travaux agricoles, peuvent avoir un effet positif sur l'ouverture de ce marché.

4. La culture en diéri, n'offre aucune perspective de marché dans l'immédiat. Il s'agit essentiellement d'une culture de subsistance dont la production, par ailleurs loin d'être suffisante, est auto-consommée et n'entre guère dans les circuits de commercialisation.

Le développement de ce segment de marché passe par la prise en charge de la commercialisation des engrais par un programme gouvernemental. Pareille politique d'aide et de subvention (par ailleurs peu probable) risque en plus de déséquilibrer le marché principal, à savoir la culture irriguée.

5. Le développement de la culture maraîchère offre un marché (limité par la taille des surfaces modestes) pour des engrais du type 10-10-20. Ce marché est très marginal et les volumes impliqués sont comparativement faibles.
6. Marchés extérieurs : la RIM tient une place très modeste dans le marché sous régional. Seul le Mali pourrait représenter un débouché pour une éventuelle production locale bien que la concurrence du Sénégal risque d'être vive. Il serait toutefois dangereux de fixer sa capacité de production en fonction de ce(s) débouché(s) sans avoir une garantie de marché à long terme (par une concertation préalable avec les pays ciblés et/ou des accords de production) et sans avoir réalisé une étude exhaustive de ses avantages concurrentiels.

Il faut remarquer qu'à tous les niveaux **le Gouvernement joue un rôle majeur dans le développement du marché des engrais**, que ce soit au niveau de la régulation des prix des engrais ou des prix de cession des denrées (par le CSA et la Sonimex qui jouent tous deux un rôle de régulateur), de la politique de vulgarisation ou de la mise en place des mesures adéquates pour que le secteur se développe en économie de marché de manière harmonieuse.

Résumé des perspectives de marché

	objectif	facteurs clés
riz irrigué	optimiser la pénétration du segment	1.politique de prix 2.marketing (accent sur distribution et crédit)
maïs et sorgho irrigués	introduire/vulgariser un (des) programme(s) de fumure économiquement attrayant(s)	1.informat./vulgarisat. 2.politique de prix
cultures de de décrue	introduire/vulgariser un(des) programme(s) de fumure économiquement attrayant(s)	préparation mécanique des sols *
cultures pluviales	étudier un (des)programme(s) de fumure adapté(s)	prise en charge par un programme gouvernemental
cultures maraichères	suivre la demande	marketing des engrais

* Par promotion d'entreprises de travaux agricoles, comme prévu dans le PIP ?

Développement de la culture irriguée

Le potentiel de terres irrigables est généralement estimé entre 100 et 150.000 ha. Par contre, il est difficile de connaître la situation actuelle en termes de terres irriguées par manque de statistiques fiables et de relevés fonciers. La situation (telle qu'elle est évaluée) en 1988/89 est la suivante :

Terres irrigables attribuées	50.000
dont privé	40.000
public*	10.000
 Terres aménagées/mises en valeur	 21.000
dont privé	12.000
public*	9.000

Terres mises en culture		16.500
dont privé	9.000	
public*	7.500	
Surfaces nettes mises en cultures**		13.200
dont privé	7.200	
public*	6.000	

* Sonader + ferme M'Pourie

** Facteur 0,8 pour tenir compte de la surface perdue pour les chemins d'accès, les canaux d'irrigation, etc...

Aménagement par le secteur public :

Les programmes d'aménagement de périmètres irrigués par le secteur public prévoient un rythme de 3.000 ha nouveaux/an. Cependant ce rythme dépend (1) de la disponibilité de l'aide internationale et (2) des ressources et de la volonté du gouvernement à maintenir l'effort au niveau des investissements. Pas plus de 2.200 ha ont été aménagés en 1988/89. Il est peu probable que le gouvernement puisse tenir un rythme supérieur à ce chiffre.

Aménagement par le secteur privé :

Le rythme d'aménagement des terres irriguées par le secteur privé a été élevé ces dernières années (4 à 5.000 ha/an), surtout dans la région de Rosso. Ces terres sont en effet plus facilement aménageables et ont fait l'objet d'une spéculation effrénée de la part des privés. Cependant, les résultats n'étant pas toujours à la hauteur des espérances, le rythme d'aménagement devrait ralentir. D'autres facteurs tendent également à freiner l'aménagement par le secteur privé, tels que :

- les taxes à payer sur les terres irriguées, peu intéressantes en période de précipitations suffisantes,
- l'irrigation qui appelle un certain degré de mécanisation freinant les investisseurs,
- le manque de crédit pour investir dans l'irrigation,
- la puissance de travail limitée du fait d'une population (et donc d'une main d'oeuvre) déjà limitée.

Situation des terres irriguées à l'horizon 2000 (10 ans)

	Scénario optimiste	Scénario pessimiste
Rythme d'aménagement	5.500 ha	3.500 ha
privé	3.000 ha	1.800 ha
public	2.500 ha	1.500 ha
Total terres aménagées	76.000 ha	54.000 ha
privé	42.000 ha	30.000 ha
public	34.000 ha	24.000 ha
Surfaces nettes irriguées (80 %)	60.800 ha	43.200 ha
Terres mises en cultures (90 %)	54.700 ha	38.900 ha
Augmentation annuelle moyenne de la culture irriguée	31,5 %	19,5 %

En dehors de l'augmentation de la culture irriguée par pure extension des surfaces, il faut noter l'introduction de la double culture prévue par le MDR. Celle-ci conduit à une augmentation de la densité culturale et donc de la culture irriguée. Les couples de culture envisagés sont riz-riz, riz-sorgho, riz-maïs. Les deux derniers sont moins populaires car les rendements économiques sont moins élevés.

V. PERSPECTIVES DE DEVELOPPEMENT DU MARCHE ENGRAIS

Remarques préliminaires :

- Les données disponibles pour réaliser les projections - surtout en ce qui concerne les courbes de réponses à la fertilisation en fonction des cultures et des types de sol existants - font défaut. De larges approximations seront faites au cours de l'étude.
- Les périmètres irrigués comptent pour près de 95 % de la consommation en engrais. Nous faisons l'hypothèse que la situation ne changera pas fondamentalement à court et moyen terme. Les projections se feront donc sur le développement de la culture irriguée, considérée comme seul secteur économiquement viable.

V.1. Situation actuelle type

La situation actuelle de la culture irriguée peut se représenter comme suit (les chiffres ont été arrondis ou - comme pour les rendements - sont une moyenne sur plusieurs années) :

		riz	maïs	serghe	total en moyenne
surface cultivée nette	ha	12.100	700	400	13.200
rendement	t/ha	4,50	2,50	1,75	4,31
fumure totale recommandée *					
N	kg/ha	112,5	101,3	54	
P205	kg/ha	46	46	46	
utilisation réelle de la fumure par l'agriculteur					
N		80 %	30 %	20 %	
P205		25 %	5 %	5 %	
engrais utilisés					

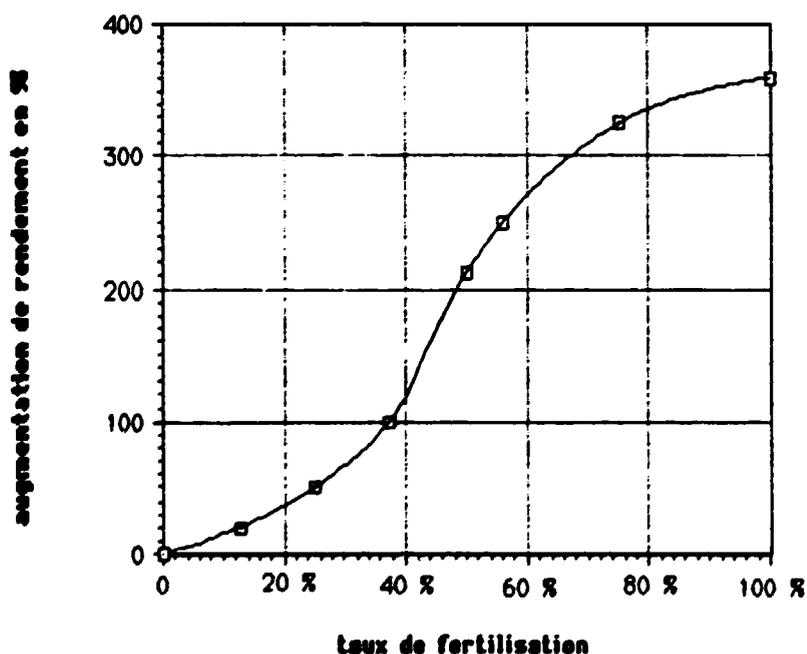
urée	kg/ha	200,0	67,6	24,0	187,6
TSP	kg/ha	25,0	5,0	5,0	23,1
volumes d'engrais utilisés					
t urée	t	2.420	50	10	2.480
t TSP	t	303	4	3	310
Total	t	2.723	54	13	2.790

* par la Sonader. La potasse ne fait pas partie des recommandations.

A cela, s'ajoute une consommation marginale de ± 200 t d'engrais pour les périmètres maraîchers ou pour d'autres types de sol.

V.2. Estimation de l'apport des engrais dans la situation actuelle

L'augmentation de rendement en fonction du taux de fertilisation par rapport à une fumure idéale a généralement l'allure représentée ci-dessous. Il est dès lors possible, par extrapolation, d'estimer les rendements sans engrais et d'établir le bilan économique de l'apport d'engrais (approche prospective purement théorique).



		Riz	Maïs ²	Sorgho ²
fertilisation ¹ recommandée en unités fertilisantes	kg/ha	158,5	147,3	100,0
fertilisation réelle en unités fertilisantes	kg/ha	101,5	32,7	13,1
taux de fertilisation		64 %	22 %	13 %
augmentation de rendement correspondante		282 %	43 %	20 %
rendement sans engrais	l/ha	1,2	1,75	1,45
accroissement des rendements grâce à la fertilisation	l/ha	3,30	0,75	0,30
Coût de la fertilisation ³	UM/ha	6.185	1.992	438
Bénéfice de la fertilisation ⁴	UM/ha	62.700	16.500	9.636
rapport bénéfice/coût		10	8	22
Analyse des coûts/bénéfices d'une campagne				
Coût de la fertilisation	MUM	74,9	1,5	0,4
Bénéfice de la fertilisation	MUM	758,7	11,6	2,6
Bénéfice net	MUM	683,8	10,1	2,2

¹ sur base de la recommandation Sonader

² les valeurs pour le maïs et le sorgho sont peu significatives étant donné la distribution peu homogène des agriculteurs utilisant les engrais et les larges approximations qui ont été faites

³ prix des engrais pour la campagne 89/90 rendu région Kaédi : urée : 27,35 UM/kg
TSP : 28,60 UM/kg

⁴ sur base du prix d'achat du CSA à l'agriculteur : riz : 19 UM/kg
maïs : 22 UM/kg
sorgho : 22 UM/kg

Bilan de la campagne :

- 700 millions UM
- 40.000 t de céréales brutes

Le bénéfice de la fertilisation est clair. Sur base des prix actuels, elle procure un revenu supplémentaire de 700 millions UM aux exploitants agricoles et conduit à une augmentation de la production estimée à 40.000 t de céréales.

Ce bénéfice n'est toutefois pas réparti de manière uniforme puisqu'il concerne uniquement la zone irriguée. Il existait 215.000 habitants dans la région du fleuve en 1985, groupés en 29.000 exploitations familiales (hypothèses : 36.000 familles de 6 personnes dont 80 % actives dans l'agriculture ⇨ 0,7 ha/exploitation familiale). Sur cette base, le revenu complémentaire procuré par la fertilisation est de 24.000 UM/exploitation ou 3.250 UM/habitant (près de 40 US\$/habitant).

V.3. Estimation des besoins en engrais à l'horizon 2000

Deux scénarios ont été envisagés :

- * Un scénario minimaliste qui rassemble toutes les hypothèses basses et/ou toutes les prévisions pessimistes. Il correspond à l'estimation des besoins minima en engrais à l'horizon 2000.
- * Un scénario maximaliste qui rassemble toutes les hypothèses hautes et/ou toutes les prévisions optimistes. Il correspond à l'estimation des besoins maxima en engrais à l'horizon 2000.

Il faut considérer que les prévisions obtenues par ces deux scénarios constituent des valeurs extrêmes des besoins en engrais à l'horizon 2000.

Hypothèses

1. Toutes les données varient en hausse ou en baisse de façon linéaire, sur la période envisagée.
2. La fumure de fond n'est réalisée que tous les 1,5 ans pour tenir compte de sols déjà riches en P205.
3. La production céréalière sans apport d'engrais est de :
1,20 t pour le riz
1,00 t pour le maïs
1,00 t pour le sorgho
4. L'augmentation de rendement par apport d'engrais est de 70 % de celle prévue par la courbe de fertilisation pour le sorgho.

Fertilisation type en zone tropicale

- riz**
- fumure de fond : 175 à 210 kg/ha de 16-20-0
soit 28 à 33,6 kg/ha de N
35 à 42 kg/ha de P205
 - fumure de surface : 175 à 210 kg/ha de 46-0-0
soit 80,5 à 96,6 kg/ha de N
- maïs et sorgho**
- fumure de fond : 210 à 420 kg/ha de 16-16-8
soit 33,6 à 67,2 kg/ha de N
33,6 à 67,2 kg/ha de P205
16,8 à 33,6 kg/ha de K
 - fumure de surface : 105 à 140 kg/ha de 46-0-0
soit 48,3 à 64,4 kg/ha de N

Taux d'utilisation des agriculteurs (pénétration) des fumures de fond et de surface

	fumure de fond (*)	fumure de surface
riz	65 à 70 %	80 à 85 %
maïs	50 à 60 %	70 à 80 %
sorgho	40 à 50 %	65 à 75 %

(*) fumure tous les 1,5 ans

En rassemblant ces données, on obtient les besoins suivants en kg d'unités fertilisantes par unité de surface :

	Suivant scénario minimaliste			Suivant scénario maximaliste		
	fond	surf	total	fond	surf	total
Culture de riz						
besoin en N	12,13	64,40	76,53	15,68	82,11	97,79
besoin en P205	15,17	-	15,17	19,60	-	19,60
Total éléments fertilisants			91,70			117,39
Taux de fertilisation*			74 %			87 %
Culture de maïs						
besoin en N	11,20	33,81	43,01	26,88	51,52	78,40
besoin en P205	11,20	-	11,20	26,88	-	26,88
besoin en K	5,60	-	5,60	13,44	-	13,44
Total éléments fertilisants			61,81			118,72
Taux de fertilisation*			57 %			65 %
Culture de sorgho						
besoin en N	8,96	31,40	40,36	22,40	48,30	70,70
besoin en P205	8,96	-	8,96	22,40	-	22,40
besoin en K	4,48	-	4,48	11,20	-	11,20
Total éléments fertilisants			53,80			104,32
Taux de fertilisation*			49 %			57 %

* fumure de fond ramenée à une fumure/an

Utilisation des surfaces

	première culture	deuxième culture	total
culture de riz	75 à 80 %	15 à 25 %	90 à 105 %
culture de maïs	5 à 10 %	10 à 15 %	15 à 25 %
culture de sorgho	0 à 5 %	0 à 15 %	10 à 20 %
% des surfaces mises en culture	80 à 95 %	35 à 55%	115 à 150 %

Soit les surfaces équivalentes mises en culture, sur base des deux scénarios envisagés antérieurement (surfaces nettes irriguées : 43.200 à 60.800 ha en 2000) :

	Scénario pessimiste	Scénario optimiste
surface équivalente en riz	38.860 ha	63.840 ha
surface équivalente en maïs	6.570 ha	15.200 ha
surface équivalente en sorgho	4.320 ha	12.160 ha
Total surfaces cultivées	9.770 ha	91.200 ha

Besoins en engrais suivant la demande du marché

	Suivant scénario minimaliste	Suivant scénario maximaliste
Culture de riz		
besoin en N	2.975 t	6.243 t
besoin en P205	590 t	1.251 t
Culture de maïs		
besoin en N	296 t	1.192 t
besoin en P205	74 t	409 t
besoin en K	37 t	204 t
Culture de sorgho		
besoin en N	174 t	660 t
besoin en P205	39 t	272 t
besoin en K	19 t	136 t
Cultures maraichères (*)		
besoin en N	75 t	75 t
besoin en P205	75 t	75 t
besoin en K	150 t	150 t

* A raison d'une moyenne de 250 kg de 10-10-20 sur 3.000 ha

Total des besoins en éléments fertilisants		
N	3.520 t	8.370 t
P205	778 t	2.007 t
K	206 t	490 t
Total	4.504 t	10.867 t
Total des besoins en équivalent engrais		
urée	7.820 t	18.600 t
TSP	1.690 t	4.360 t
KCl 50 %	410 t	980 t
Total	9.920 t	23.940 t

Les besoins actuels devraient donc être multipliés entre 3,5 à 8,5 fois d'ici l'an 2.000, soit en moyenne 6 fois. L'importance des écarts entre les deux scénarios provient du manque de données fiables qui ont entraînés la formulation de nombreuses hypothèses concernant le développement du marché des engrais.

La part de la croissance de marché due à un augmentation de la surface irriguée, est de $\pm 75\%$ dans le cas du scénario minimaliste et de $\pm 40\%$ dans le cas du scénario maximaliste. Ceci montre que l'influence de facteurs autres que la croissance de la surface irriguée, c'est-à-dire des facteurs liés plus directement à la politique agricole suivie par le MDR, est plus grande dans le cas du scénario maximaliste.

Pour sextupler, le marché des engrais devrait atteindre une croissance annuelle de 20% par an, ce qui est 2,3 fois plus rapide que le rythme de croissance prévu pour les pays du Sahel. Ce rythme de croissance élevé est très largement fonction (1) du rythme d'aménagement de nouveaux périmètres irrigués, et (2) de la réussite de la politique menée par le gouvernement de faire du secteur irrigué un secteur dynamique, économiquement viable et fonctionnant en parfaite économie de marché. Ceci requiert toutefois de la part du gouvernement mauritanien la mise en oeuvre de mesures efficaces susceptibles de motiver les agriculteurs à une plus grande production.

V.4. Estimation de l'apport des engrais à l'horizon 2000

Apport de la fertilisation au niveau des agriculteurs

Les bilans économiques des deux scénarios sont repris dans les annexes 7 et 8.

Si l'on tient compte d'une croissance démographique de $2,9\%$, les 215.000 habitants de la zone du fleuve de 1985, deviendront 330.000 en 2000, et les 29.000 exploitations agricoles familiales, 44.500 en 2000. L'apport de la fertilisation sur le plan des revenus des agriculteurs est important (et peut jusqu'à doubler le revenu actuel par capita) :

	situation en 1985	Scénario minimaliste	Scénario maximaliste
revenu/habitant	3.250 UM ou 40 US\$	9.350 UM ou 110 US\$	18.100 UM ou 210 US\$
revenu/exploit.	24.000 UM	69.400 UM	134.000 UM
surface réelle cultivée/exploit.	0,7 ha	1,1 ha	2,0 ha

Apport de la fertilisation au niveau de l'autosuffisance alimentaire

Les besoins en céréales tels qu'établis au niveau du Bilan Céréaliier National, prévoient 165 kg/an/habitant de céréales, dont 45 kg de riz, 60 kg de maïs/mil/sorgho et 60 kg de blé et de farine de blé. Si l'on compte 2.650.000 habitants en 2000 (sur base de chiffres du Bilan Céréaliier), les besoins en produits céréaliiers seront de 119.250 t de riz et 159.000 t de maïs/mil/sorgho.

Situation en 2.000	riz	maïs/mil/sorgho
Besoins en produits céréaliiers	119.250 t	159.000 t
Besoins en céréales brutes (pertes et transformation)	198.750 t	187.060 t
Semences	4.970 t	1.870 t
Production céréalière nécessaire pour couvrir les besoins	203.720 t	188.930 t
Production des surfaces non irriguées (moyenne de 86 à 88)	-	123.600 t
Production des surfaces irriguées		
Suivant SCENARIO MINIMALISTE		
production sans engrais	46.656 t	10.890 t
production grâce aux engrais	<u>149.299 t</u>	<u>22.800 t</u>
	195.955 t	33.690 t
Surplus/déficit	-7.765t	-31.640 t

Suivant SCENARIO MAXIMALISTE		
production sans engrais	76.608 t	27.360 t
production grâce aux engrais	<u>261.744 t</u>	<u>74.328 t</u>
	338.352 t	101.688 t
Surplus/déficit	+ 134.632 t	+ 34.358 t

V.5. Conclusions sur les perspectives du marché engrais

1. La consommation d'engrais, sur base d'hypothèses faites quant à la structure probable de la demande (taux de pénétration dans les différents segments de marché), font état d'un marché,

en éléments fertilisants :

de 3.500 à 8.500 t de N
de 800 à 2.000 t de P205
de 200 à 500 t de K

soit en équivalent d'engrais classiques :

de 7.800 à 18.600 t d'urée
de 1.700 à 4.500 t de TSP
de 400 à 1.000 t de potasse

D'autres approches peuvent être adoptées pour établir les prévisions de consommation, comme par exemple :

- se baser sur l'autosuffisance alimentaire comme objectif,
- se baser sur un optimum bénéfice/coût (qui se situe autour de 60% de la fertilisation idéale, mais la production est plus faible),
- se baser sur un optimum de production tout en maintenant un rapport bénéfice/coût de 5, etc...

Ces approches sont toutefois beaucoup plus théoriques car elles ne tiennent pas compte des habitudes et attitudes d'achat des agriculteurs.

2. L'apport de la fertilisation est indéniable et permet, comme facteur de production clé accompagnant l'irrigation, d'atteindre, sinon un surplus substantiel de production céréalière, du moins l'autosuffisance alimentaire en riz et maïs/sorgho/mil.

3. Avec un rapport bénéfice/coût souvent supérieur à 10, la fertilisation aide le secteur à devenir un secteur économiquement viable avec un minimum d'intervention nécessaire de l'état, si ce n'est dans la prise de mesures et d'actions susceptibles d'améliorer :

- l'encadrement
- l'accès au crédit
- la disponibilité des intrants (rémunération des circuits de distribution)
- la diminution du risque pris par l'agriculteur en début de saison (problème des fumures de fond)
- etc...

4. Pour mémoire, les prévisions de la FAO, (voir annexe 9), font état d'un marché de 1.200 t d'éléments fertilisants (N : 1.000 t ; P : 200 t ; K : 0 t) en 1990⁹ et de 2.300 t en 2000 (N : 2.000 t ; P : 300 t ; K : 0 t). Ces prévisions, qui se basent sur un taux de croissance de 6,5 % par an ne tiennent probablement pas compte de la progression de l'irrigation. Elles sont loin de refléter la réalité.

9 Nos prévisions établies sur base d'une situation type en 1989 : N : 1.100 t ; P : 150 t ; K : 0 t, soit 1.250 t NPK au total

VI. ALTERNATIVE LEGERE:

PRODUCTION D'ENGRAIS A PETITE ECHELLE

VI.1. Technologies pour la production d'engrais à petite échelle

Les besoins de la RIM en engrais phosphatés sont modestes et sans proportion avec les gisements de phosphate existants. Il n'en reste pas moins que la production à petite échelle d'engrais pour le marché local pourrait s'avérer intéressant. Divers avantages dérivent en effet d'une production à petite échelle. Ces avantages sont :

- une faible mobilisation de capitaux et à l'échelle de la capacité de la RIM,
- une mise en production plus rapide et donc un projet plus rapidement rentable,
- des moyens techniques pouvant plus facilement être trouvés sur place,
- une infrastructure (transport, énergie, route, maintenance...) moins exigeante,
- un besoin réduit en formation, en assistance technique et en capacité de gestion de niveau international,
- une meilleure maîtrise de la capacité de production,
- un risque économique fortement réduit,
- la possibilité de concevoir des projets modulables qui peuvent évoluer en fonction des besoins.

Les technologies de production d'engrais à petite échelle ne sont pas légion. Il existe cependant une technologie mise au point par SOFRECHIM/France, connue sous le nom de **procédé Humifert** qui pourrait répondre aux besoins de la RIM pour la production d'engrais phosphoré.

Le procédé et ses avantages, tant sur le plan de sa mise en oeuvre que de sa production, sont décrits dans l'Annexe technique. Les caractéristiques du procédé Humifert sont rappelées ici :

- matières premières :

- * minerai de phosphate non enrichi de teneur modeste (cas des phosphates de Bofal)
- * ammoniac
- * matière organique : tourteaux, balles de riz (disponible localement) ou autres

- production :

engrais composé NP dans les proportions 1:3 ; les teneurs en éléments fertilisants seraient, au départ du minerai de phosphate de Bofal non enrichi :

N : 4%

P205 : 12 %

- produit :

- * engrais pour fumure de fond,
- * bon correcteur de carence grâce à son pouvoir de chélation,
- * présentant un pouvoir fertilisant plus élevé et plus persistant que la plupart des engrais classiques (TSP et SSP).

VI.2. Concept et programme de production

La mission a étudié un programme de production d'engrais qui vise à satisfaire la majorité des besoins de la Mauritanie, par la mise en place :

- d'une unité de mélange d'engrais NPK en vrac
- d'une unité d'ensachage
- d'une unité de production d'engrais Humifert susceptible de couvrir tous les besoins en P205 (la plupart des engrais de fond comportent N et P), complétée par une unité d'extraction et de broyage du minerai.

L'absence d'étude sur la fertilisation des sols et l'inconnue qui persiste sur l'ampleur des programmes d'irrigation, font peser une incertitude quant à la quantité et à la qualité des engrais à produire. C'est pourquoi, la mission propose de réaliser le projet par phases, à savoir :

- Phase I** : - unité d'extraction et de broyage
- unité de mélange NPK
- unité d'ensachage

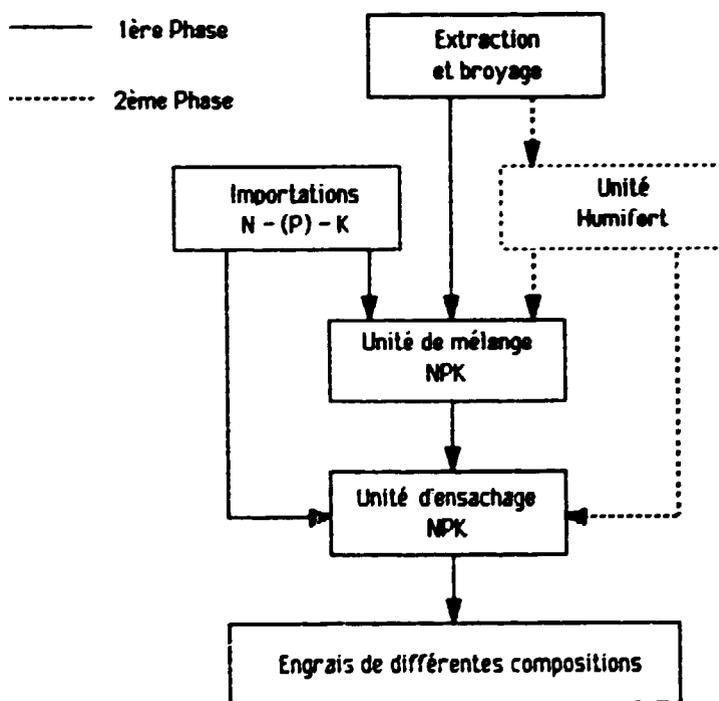
Objectif : satisfaire tous les besoins en engrais par mélange d'engrais azoté (le plus important en quantité), de phosphate broyé et de potasse.

- Phase II** : - unité de production Humifert

Objectif : lorsqu'un niveau de demande suffisant est atteint, remplacer le phosphate broyé par l'engrais Humifert.

- Phase III** : - unité de mélange¹⁰ (et d'ensachage)

Objectif : augmenter la (les) capacité(s) de production en fonction de la demande du marché et des perspectives de débouché (notamment d'exportation au niveau sous régional)



¹⁰ L'engrais Humifert a une teneur en élément fertilisant relativement faible comparée aux engrais classiques

VI.3. Capacités et coûts de production

Les capacités de production ont été fixées sur le cas de figure suivant (voir aussi annexe 7 de l'annexe technique) :

unité de mélange	: 2 x 15.000 t
unité Humifert	: 20.000 t
extraction et broyage	: 13.000 t
unité d'ensachage	: 2 x 20.000 t

Les volumes d'engrais estimés suivant le scénario maximaliste correspondent à une occupation de la capacité de l'unité de mélange de 113 % et de l'unité Humifert de ± 84 %. Tous les engrais ne nécessitent cependant pas le mélange. Sur base des besoins NPK du scénario maximaliste (8.400 t, 2.000 t et 500 t respectivement), la quantité d'engrais à mélanger se monte à

- 17.000 t d'urée
- 16.500 t d'engrais Humifert (le procédé fournit 8 % des besoins en N)
- 1.000 t de potasse (à 50 %)

soit 34.500 t. Une extension de la capacité de l'unité de mélange et d'ensachage s'impose si l'on atteint ces niveaux de besoin.

Coût des investissements (voir annexe 8 de l'annexe technique) :

Phase I	:	289,00 millions UM
Phase II	:	454,75 millions UM
Phase III	:	<u>42,50 millions UM</u>
Coût des investissements	∴	786,25 millions UM
Fonds de roulement	:	<u>163,75 millions UM</u>
Coût du projet	:	950,00 millions UM

Les coûts de production des activités mélange + ensachage, extraction + broyage et production d'engrais Humifert, ont été calculés dans l'annexe technique (voir annexes 9, 10 et 12 ; coûts en '000 UM/kg) :

	Coûts variables	Coûts fixes	Coûts de production
mélange + ensachage*	1.944	1.966	3.910
extraction + broyage	2.780	3.710	6.490
engrais Humifert**	13.110	11.756	24.866

* Le coût des matières premières n'est pas compris

** Compris le coût de préparation du phosphate mais sans ensachage et mélange éventuels

VI.4. Examen de la viabilité commerciale du projet **Comparaison entre l'option production locale** **et l'option importation**

*** Au niveau de l'unité d'ensachage :**

Le différentiel de prix entre les engrais importés en vrac et les engrais importés en sacs, se situe autour de 20 à 25 US\$/t (\pm 2.000 UM/t). Tenant compte des charges, marges et autres coûts, ce différentiel devrait se monter à \pm 3.500 UM/t au niveau agriculteur.

Ce coût est inférieur au prix de revient de l'opération mélange et ensachage réalisé en Mauritanie. Cependant, l'unité comporte en plus une opération de mélange qui peut s'avérer économiquement intéressante si les études de fertilisation préconisent l'utilisation d'engrais composés qui sont généralement \pm 10 % plus chers. L'exemple suivant permet de se faire une idée de l'avantage prix.

Exemple sur base d'un engrais 15-15-15

	engrais 15-15-15 importé ensaché	vrac + mélange et ensachage en RIM
Prix CAF	212 US\$/t	166 US\$/t
soit	18,02 UM/kg	14,11 UM/kg
Prix DDP Nouakchott	19,68 UM/kg	15,41 UM/kg
Charges et transport	6,50 UM/kg	6,50 UM/kg
Mélange et ensachage	-	3,93 UM/kg
Prix de revient	26,18 UM/kg	25,84 UM/kg

L'avantage prix est peut-être marginal (0,34 UM/kg). L'opération de mélange + ensachage présente cependant d'autres avantages tels que

- l'adaptation des engrais aux besoins de l'agriculture
- une réduction des stocks dans le cas de plusieurs engrais différents
- une sensibilisation aux problèmes d'approvisionnement et de marketing (prix, distribution, information) des engrais.

*** Au niveau de l'unité de production Humifert :**

Le prix moyen payé par l'agriculteur pour l'élément fertilisant P205 est de $27,83 : 0,46 = 60,50$ UM/kg au travers du circuit Sonader et de 69,90 UM/kg au travers du circuit privatisé.

Le prix de l'engrais Humifert rendu en sacs à l'agriculteur, serait de 26,87 UM/kg au travers du circuit Sonader (+ 2 UM/kg pour l'ensachage) et 33,60 UM/kg au travers du circuit privatisé (sur base de 20 % de marge commerciale).

Ceci amène le prix de l'unité fertilisante P205 (12%) de 224 à 280 UM/kg, soit près de 4 fois le prix de l'engrais phosphaté importé.

Au niveau des éléments fertilisants N-P (16%), le prix serait de 168 à 210 UM/kg à comparer avec 60 UM/kg et 69 UM/kg suivant les circuits de distribution soit environ 3 fois le prix des engrais importés.

Par contre, le projet présente des dimensions techniques, économiques et sociales non négligeable. Il permet en effet :

- la production d'un engrais intéressant sur le plan de ses propriétés fertilisantes et de l'ameublement des sols,
- une économie de devises fortes (à réinjecter éventuellement sous forme de subvention dans le projet?),
- l'essor d'une industrie à la "dimension" de la RIM,
- la fixation d'une population dans une zone économiquement importante dans la Mauritanie,
- d'appuyer le développement d'un secteur économiquement viable,

- la création d'emplois dont certains de haut niveau.

La marge de manoeuvre pour favoriser la commercialisation des engrais produits localement est cependant faible. Les mesures susceptibles d'être prises en considération sont :

- * soit une augmentation du prix des engrais importés par une augmentation des taxes, droits d'importation et autres mesures,
- * soit la subvention de la production locale,
- * soit une combinaison des deux mesures.

Une augmentation des prix des engrais importés peut s'envisager étant donné que la fertilisation présente un rapport coût/bénéfice généralement supérieur à 10 dans les cas de figure envisagés. Cependant, il faut remarquer :

1. Les zones agricoles sont voisines du Sénégal et les niveaux de prix des intrants doivent, dans une certaine mesure, s'aligner sur les prix des pays voisins.
2. L'augmentation de prix nécessaire (2 à 3 fois minimum) freinerait le développement de la fertilisation et donc la lutte pour l'autosuffisance alimentaire.
3. L'essor de la production locale serait tout entier pris en charge par les agriculteurs.

La deuxième solution - subvention de la production locale d'engrais Humifert pour commercialiser celui-ci à un prix attractif pour l'agriculteur - est en contradiction avec la politique de vérité des prix et le désengagement de l'Etat d'un secteur qui ressort traditionnellement de l'entreprise privée.

VI.5. Bilan et recommandations

Le programme de production tel que la mission l'a conçu permet d'identifier les étapes qui sont viables économiquement et celles qui ne le sont pas. De plus, il pourrait permettre un développement harmonieux de la production d'engrais en Mauritanie en fonction de l'ampleur du marché et des possibilités de rentabilité.

Il s'avère ainsi que seule l'opération de mélange et ensachage des engrais présente un avantage sur le plan des coûts¹¹. Il est dès lors recommandé sitôt les études de fertilisation réalisées d'entreprendre son étude de faisabilité. Cette étape permettra en outre de mieux cerner la viabilité économique de la phase 2 du projet.

En ce qui concerne la production d'engrais par le procédé Humifert, les premières indications montrent qu'elle est largement plus coûteuse que leur simple importation. Le coût supplémentaire qu'impose la création d'une industrie d'engrais devra être supporté soit par les agriculteurs (sous la forme d'une hausse des prix) soit par l'état (sous la forme d'une subvention pour diminuer le prix de l'engrais Humifert) ou les deux. Si l'essor d'une production locale présente certains avantages, l'effort nécessaire au niveau du prix à payer pour "s'offrir" celle-ci semble démesuré par rapport aux bénéfices que l'on pourrait en tirer.

¹¹ La fumure de fond à l'aide notamment de phosphate naturel broyé n'a pas été étudiée. Sa faisabilité doit être étudiée au niveau des essais de fertilisation.

Annexe 1 : Personnes rencontrées

La mission remercie les personnes avec lesquelles elle a pu s'entretenir, à savoir:

Messieurs,

Abdel Aziz Dene	Secrétaire Général du Ministère des Mines et de l'Industrie.
Hadrami Ould Ahmed	Directeur de l'Industrie
Abd El Kader O. Saleh	Directeur des Mines et de la Géologie
Wane Ibrahima Lamino	Chef du Service des Mines
Hamoud Ould Ely	Ministre du Développement Rural
J-M Courbois	Conseiller Technique auprès du Ministre du Développement Rural
Baro Amadou-Bachrou	Chef de la Cellule Planification du MDR
Diallo	Chef du Service Vulgarisation et Production Agricole
Mohamed M'Barek O'Mouloud	Directeur Général de la Sonader
Dlop	Chef du Service Mise en Valeur de la Sonader
Diallo Boubacar Cissé	Directeur de l'Elevage
Tolba	Directeur de la Section Régionale Sonadar à Kaedi
Mohamed Yehdi Ould El Hassen	P.D.G. de la SAMIA
Ahmed Salem Ould Yezid	Géologue, Chef de Service auprès de la SAMIA
Cherouldi	Chef du Service des Statistiques Agricoles du MDR

Georges Torreslba	Chef du Service de production et vulgarisation agricole FAO/PNUD
Abdallah S. Cheikh-Sidia	Economiste auprès de la Banque Mondiale
Boilil	Direction des douanes, Service des Recettes
Wagné	Direction de l'Industrie
Hafeni	Directeur Commercial Profil Arabe Mauritanie (P.A.M.)
Marcel Guener	Directeur Technique PAM Direction du Plan, chargé des projets miniers.
Diabara	Directeur Général Adjoint OMRG
Benzerga	Chef du Projet Soufre, OMRG
Coulibaly	Direction de l'Energie
Mohameden Ould Bagga	Directeur de la Planification et de la Coopération au MEN
Hamda	Directeur de l'urgence au C.S.A.
Nourou Touré	Contrôleur de Gestion du FND auprès de la Somadere
Ngam	Directeur Adjoint du CNRADA à Kaédi
Moussa Ndiaye	Inspecteur de l'Agriculture à Kaédi
Y. Koïta	Président du Comité des Exploitants du PPG Directeur de la Socoma à Kaédi

Annexe Z

TERMS OF REFERENCE
AGROCHEMICAL ENGINEER

Survey on the development of the phosphate rock
processing and utilization

BACKGROUND AND JUSTIFICATION

Attached

THE AIM OF THE PROJECT

To prepare a survey on the potential options of the development of the phosphatic fertilizers with a view to :

- a) Assess the potential of the development of the phosphate rock deposits;
- b) Evaluate the local and regional needs of phosphatic fertilizers;
- c) Develop and evaluate the optional investment projects, including the production of non-conventional fertilizers.

The direct beneficiaries of the project outputs are:

- Decision makers in Mauretania as well as in the potential donor countries;
- Manufacturing Association of Chemical Industries;
- Industrial Estates intending to operate phosphate rock mining facilities;

SCOPE OF THE CONSULTANT WORK

The consultant is expected to carry out all necessary works to prepare survey on the potential options and constraints on the phosphatic fertilizers development in Mauretania.

The consultant has to supply the following services:

- a) to participate in joint mission to Mauretania to collect necessary information;
- b) to prepare development survey;

Detailed Job Description is attached to the Terms of Reference.

PROCEDURE OF CONSULTING SERVICES EXECUTION

Consultant will be fielded not later than one month after the contract approval. He will be briefed in UNIDO HQ during first week of his assignment. Afterwards he will visit Mauretania, where he will discuss all aspects of the development of the phosphatic fertilizers with National Statistical Office, Ministry of Agriculture, Ministry of Industry and Mines, Manufacturing Association of Chemical Industry. The provisional time table of the mission is attached. After termination of the field diagnostics, consultant will report to UNIDO HQ in Vienna for debriefing and preparation of the final report (two weeks).

Consultant will submit the final draft of his report not later than two weeks after his debriefing in Vienna. The final report will be prepared by the consultant not later than two weeks after receiving UNIDO comments and recommendations. Consultant will work together with the Industrial Planner (Fertilizers Technologist) and will submit all necessary inputs to the joint report.

GENERAL TIME SCHEDULE

The work plan of the services execution is attached.

LANGUAGE REQUIREMENTS

The language of the project is French.

Annexe 2 (suite)

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

JOB DESCRIPTION

Post title	Agrochemical engineer (Market specialist)
Duration	Nine weeks
Date required	One month after approval
Duty station	Nouakchott including travel within the country
Purpose of project	To survey potential and options for the development of the phosphatic fertilizers industry in Mauretania.
Duties	<p>The consultant will work with Ministry of Industry and Mines and other respective Government and industrial institutions and also an one another experts to prepare forecast on crops production and different fertilizers grades consumption potential development to be incorporated into the development survey and in particular:</p> <ul style="list-style-type: none">- will visit respective Government institutions in Mauretania;- will collect and discuss with the agricultural specialists statistical and technical data on fertilizers application in Mauretania;- will prepare macroeconomical analyses of different grades fertilizers' potential application;- will prepare forecast of the consumption of fertilizers production at a selected scenarios of country development;- will prepare preliminary economical evaluation of cost/benefit ratio in consumption of the different grades of fertilizers;- will prepare conclusions on the recommended production profile of the industrial plant;- will prepare draft proposal for the testing and marketing programme of the different grades of fertilizers; <p>At the end of the mission consultant will prepare final report following the UNIDO format. The joint report should cover the following chapters:</p>

Annexe 2 (suite)

- 2 -

1. Actual and future crops profile in Mauretania;
2. Acreages and yields of main food and cash crops;
3. Survey on fertilization efficiency and forecasted yields and production outputs;
4. Cost/benefit ratios adopted to the local conditions;
5. Policy measures to be adopted for efficient use of the fertilizers;
6. Optional consumption profile of the fertilizers up to year 2000.

Qualifications: Graduated agrochemical engineer or market analyst with good theoretical background and practical experience in fertilizers industry development.

Language: French

Background Information: Attached

**TERMS OF REFERENCE
INDUSTRIAL PLANNER**

Annexe 2 (suite)

Survey on the development of the phosphate rock processing and utilization

BACKGROUND AND JUSTIFICATION

Attached

THE AIM OF THE PROJECT

To prepare a survey on the potential options of the development of the phosphate rock deposits with a view to :

- a) Assess the potential of the development of the phosphate rock deposits;
- b) Evaluate the local and regional needs of phosphatic fertilizers;
- c) Develop and evaluate the optional projects, including the production of non-conventional fertilizers.

The direct beneficiaries of the project outputs are:

- Decision makers in the Mauretania as well as in the potential donor countries;
- Manufacturing Association of Chemical Industries;
- Industrial Estates intending to operate phosphate rock mining facilities;

SCOPE OF THE CONSULTANT WORK

The consultant is expected to carry out all necessary works to prepare survey on the potential options and constraints on the phosphatic fertilizers development in Mauretania.

The consultant has to supply the following services:

- a) to participate in joint mission to Mauretania to collect necessary information;
- b) to prepare development survey;

Detailed Job Description is attached to the Terms of Reference.

PROCEDURE OF CONSULTING SERVICES EXECUTION

Consultant will be fielded not later than one month after the contract approval. He will be briefed in UNIDO HQ during first week of his assignment. Afterwards he will visit Mauretania, where he will discuss all aspects of the development of the phosphatic fertilizers with National Statistical Office, Ministry of Agriculture, Ministry of Industry and Mines, Manufacturing Association of Chemical Industry. The provisional time table of the mission is attached. After termination of the field diagnostics, consultant will report to UNIDO HQ in Vienna for debriefing and preparation of the final report (two weeks).

Consultant will submit the final draft of his report not later than two weeks after his debriefing in Vienna. The final report will be prepared by the consultant not later than two weeks after receiving UNIDO comments and recommendations. Consultant will work together with the Agrochemical Engineer and will submit all necessary inputs to the joint report.

GENERAL TIME SCHEDULE

The work plan of the services execution is attached.

LANGUAGE REQUIREMENTS

The language of the project is French.

Annexe 2 (suite)

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION

JOB DESCRIPTION

Post title Industrial Planner

Duration Nine weeks

Date required One month after approval

Duty station Nouakchott including travel within the country

Purpose of project To survey potential and options for the development of the phosphatic fertilizers industry in Mauretania.

Duties The consultant will work with Ministry of Industry and Mines and other respective Government and industrial institutions and also an one another expert to prepare production programme options of the different fertilizers grades to be incorporated into the development survey and in particular:

- will visit respective Government institutions in Mauretania;
- will collect and discuss with the geologists data on the phosphate rock deposits (amount and quality) in Mauretania;
- will analyse and assess the logistic problems of the phosphate rock extraction, beneficiation and transportation;
- will prepare technological profiles of the phosphate rock beneficiation and processing, including non-conventional fertilizers;
- will analyse the minimum/maximum capacity of the different grades fertilizers' production;
- will prepare analysis of the potential locations of the industrial scale facilities;
- will prepare conclusions on the recommended technological scheme of the priority plant;
- will prepare draft proposal for the technical assistance project to implement optional solution;

At the end of the mission consultant will prepare final report following the UNIDO format.
The joint report should cover the following chapters:

Annexe 2 (suite)

1. Raw materials availability and beneficiation;
2. Phosphate rock optional processing schemes;
3. Technological profiles of fertilizers production;
4. Optional development programme of the fertilizers production in Mauretania;
5. Locational aspects of the development programme;
6. Project Proposal of the Technical Assistance.

Qualifications: Graduated chemical engineer (industrial planner) with good theoretical background and practical experience in fertilizers industry development.

Language: French

Background Information: Attached

Annexe 4 : Superficies récoltées, rendement et production totale.
Source MDR, Service des Statistiques Agricoles.

	1985/86			1986/87			1987/88			1988/89		
	ha	Rdt	t									
BOGHO												
Dieri	56 000	0,84	47 000	57 700	0,90	51 900	79 065	0,90	71 158	96 108	0,74	70 846
Bas-Fond	9 500	1,10	10 400	21 000	0,80	16 800	1 437	1,00	1 437	34 888	0,50	17 343
Walo	21 000	0,73	15 400	38 500	0,70	26 900	34 950	0,70	24 465	58 350	0,80	46 680
Trinqué	?	?	?	400	1,70	700	251	1,60	460	570	0,50	1 140
	>86500		>72800	117 600		96 300	115 703		97 520	189 916		136 009
MIL												
Dieri	12 700	0,66	8 400	19 500	0,70	13 600	28 675	0,58	16 632	18 113	0,55	9 987
RIZ												
Trinqué	?	?	?	6 600	5,00	33 000	11 291	4,50	50 915	12 230	4,16	50 949
MAIS												
Dieri							87	0,45	39	464	0,40	209
Bas-Fond	1 100	0,35	380	300	0,45	100				6 646	0,40	2 658
Walo	2 000	0,38	770	200	0,45	100	180	0,45	81			
Trinqué				1 300	2,50	3 200	353	2,50	887	520	2,50	1 300
	3 100		1 150	1 800			620		1 007	7 630		4 167
NIEBE (le plus souvent en association)												
Dieri	12 300	0,16	1 900	20 000	0,20	4 000	42 036	0,20	8 407	283	0,20	57
Bas-Fond	4 800	0,23	1 100	4 500	0,20	900	3 560	0,20	712	-	-	-
Walo	6 000	0,20	1 200	4 100	0,20	800	4 391	0,20	878	861	0,30	259
	23 100		4 200	28 600		5 700	49 987		9 997	1 144		316
PASTEQUES (en association)												
Dieri	5 500	0,17	900	15 600	0,20	3 100	44 172	0,20	8 834	369	0,20	74
Bas-Fond	200	0,25	50	1 500	0,20	300	1 000		-	-		
Walo	-			1 100	0,20	200	1 000	0,20	200	189	0,20	38
	5 700		950	18 200			46 172		9 034	558		112

ENGRAIS AZOTES (N)

	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	Taux de variation ^a
Burkina Faso	1 960	1 248	3 075	3 738	4 070	4 219	4 736	6 440	
Cap Vert	53	61						100	
Gambie	1 467	640	319	758	1 100	1 000	3 000	3 000	
Mali	4 000	7 800	5 700	2 400	8 600	15 000	13 000	16 500	
Mauritanie	1 200	400			440	440	1 910	900	
Niger	764	1 201	2 405	1 344	1 400	1 500	2 136	2 000	
Sénégal	8 000	6 800	6 300	3 400	8 000	8 000	7 000	7 500	
Soudan	33 850	80 400	74 520	54 000	36 800	41 410	92 000	82 800	
Tchad		500	1 600	1 700	2 500	3 000	3 200	2 600	
Pays Sahéliens	51 294	99 050	93 919	67 340	62 910	74 569	126 982	121 840	10,7%
Afrique hors A.S.	1 093 413	1 344 818	1 362 246	1 390 455	1 463 524	1 438 453	1 602 887	1 648 326	5,5%

ENGRAIS PHOSPHATES (P2O5)

Burkina Faso	3 290	1 918	4 390	4 682	5 987	4 175	4 460	5 985	
Cap Vert	14								
Gambie	1 612	1 210	882	1 570	1 000	1 000	900	400	
Mali	2 700	3 000	3 900	1 300	4 200	4 500	8 200	9 500	
Mauritanie	700	700		100	100	100	100	100	
Niger	892	1 065	2 362	959	200	738	1 097	600	
Sénégal	13 000	7 600	8 000	9 500	10 000	5 300	7 500	7 500	
Soudan	64	300	550	495	700	1 850	1 400	200	
Tchad		300	1 400	1 400	1 500	2 000	1 500	800	
Pays Sahéliens	22 272	16 093	21 484	20 006	23 687	19 663	25 157	25 085	
Afrique hors A.S.	520 313	650 147	706 017	643 865	748 174	778 900	887 598	774 720	

Annexe 5 : Statistiques de consommation en tonnes d'éléments fertilisants.
Source : Annuaire FAO des engrais.

	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86	86/87	Taux de variation*
ENGRAIS POTASSIQUES (K20)									
Burkina Faso	1 960	1 142	2 387	2 695	3 220	3 062	2 940	3 880	
Cap Vert	19	63							
Gambie	150	175	162	162	300	100		400	
Mali	2 800	3 400	3 500	2 500	2 500	3 300	5 500	8 500	
Mauritanie	200	200							
Niger	148	427	798	510	200	100	338	100	
Sénégal	8 000	5 000	10 000	5 500	8 600	5 000	6 000	6 000	
Soudan			200	700	300	500			
Tchad		100	1 600	2 300	1 500	2 000	2 400	800	
Pays Sahéliens	13 277	10 507	18 647	14 367	16 920	14 062	17 178	19 680	6,2%
Afrique hors A.S.	226 799	257 194	288 044	272 653	287 366	280 339	338 775	325 452	5,4%
CONSOMMATION TOTALE D'ENGRAIS (N + P205 + K20)									
Burkina Faso	7 210	4 308	9 852	11 115	13 277	11 456	12 136	16 305	
Cap Vert	86	124						100	
Tchad		900	4 600	5 400	5 800	7 000	7 100	4 200	
Gambie	3 229	2 025	1 363	2 490	2 400	2 100	3 900	3 800	
Mali	9 500	14 200	13 100	6 200	15 300	22 800	26 700	34 500	
Mauritanie	2 100	1 300		100	540	540	2 010	1 000	
Niger	1 804	2 693	5 565	2 813	1 800	2 338	3 571	2 700	
Sénégal	29 000	19 400	24 300	18 400	26 600	18 300	20 500	21 000	
Soudan	33 914	80 700	75 270	55 195	37 800	43 760	93 400	83 000	
Pays Sahéliens	86 843	125 650	134 050	101 713	103 517	108 294	169 317	166 605	8,8%
Afrique hors A.S.	1 840 525	2 252 159	2 356 307	2 306 973	2 499 064	2 497 704	2 829 260	2 748 505	5,8%

Taux de consommation dans les pays sahéliens de N:P205:K20 pour N = 100

43/26 16/11 23/20 30/21 38/27 26/19 20/13 20/16

* Taux de variation annuelle de la consommation d'engrais calculé par régression linéaire.

Annexe 6 : Importations d'engrais suivant statistiques douanières.

	1985			1986			1987			1988		
	mUM	t	UM/kg	mUM	t	UM/kg	mUM	t	UM/kg	mUM	t	UM/kg
Nitrate d'ammon	16 750	578	29,0	65 827	2 237	29,4	74 485	4 399	16,9	113 494	1 986	57,1
Urée	13 719	763	18,0	28 178	1 448	19,5	18 424	1 040	17,7	88 999	4 862	18,3
SPP	6 752	334	20,2	5 012	260	19,3	996	300	3,3	0	0	0,0
Autres engrais P	15 032	865	17,4	0	0	0,0	17 803	762	23,4	1 749	13	134,5
KCl	0	0	0,0	0	0	0,0	1 236	60	20,6	0	0	0,0
Total	52 253	2 540	20,6	99 017	3 945	25,1	112 944	6 561	17,2	204 242	6 861	29,8

**Annexe 7 : Bilan économique du scénario minimaliste
(mêmes hypothèses de prix qu'auparavant).**

		Riz	Maïs	Sorgho
taux de fertilisation		74 %	57 %	49 %
augmentation de rendement correspondante		320 %	255 %	140 %
rendement sans engrais	t/ha	1,2	1,00	1,00
accroissement des rendements grâce à la fertilisation	t/ha	3,84	2,55	1,4
Coût de la fertilisation	UM/ha	5.494	31.720	2.400
Bénéfice de la fertilisation	UM/ha	72.960	56.100	30.800
rapport bénéfice/coût		13	15	13
<u>Analyse des coûts/bénéfices de la campagne</u>				
Coût de la fertilisation	MUM	213,6	24,4	10,4
Bénéfice de la fertilisation	MUM	2.836,7	368,6	133,1
Bénéfice net	MUM	2.623,1	344,2	122,7

Bilan de la campagne :

- 3.090 millions UM
- 172.000 t de céréales brutes

**Annexe 8 : Bilan économique du scénario maximaliste
(mêmes hypothèses de prix qu'auparavant).**

		Riz	Maïs	Sorgho
taux de fertilisation		87 %	65 %	57 %
augmentation de rendement correspondante		342 %	285 %	255 %
rendement sans engrais	t/ha	1,2	1,00	1,00
accroissement des rendements grâce à la fertilisation	t/ha	4,10	2,85	2,55
Coût de la fertilisation	UM/ha	7.033	7.168	6.294
Bénéfice de la fertilisation	UM/ha	77.900	62.700	56.100
rapport bénéfice/coût		11	8,7	9
<u>Analyse des coûts/bénéfices de la campagne</u>				
Coût de la fertilisation	MUM	449,0	109,0	76,5
Bénéfice de la fertilisation	MUM	4.973,1	953,0	682,2
Bénéfice net	MUM	4.524,1	844,0	605,7

Bilan de la campagne :

- 5.974 millions UM
- 336.072 t de céréales brutes

TABLE 9. SUMMARY OF PRODUCTION INPUT REQUIREMENTS

		SOURCES OF GROWTH (1983-2000)						
		CROP PRODUCTION:			MEAT PRODUCTION:			
		YIELD	55 PERC.		CARCASS WEIGHT	43 PERC.		
		ARABLE LAND	16 PERC.		NUMBER OF ANIMALS	36 PERC.		
		CROPPING INTENSITY	28 PERC.		OFF-TAKE RATE	21 PERC.		
		LEVELS			GROWTH RATES			ELAST.
		1983	1990	2000	1983-1990	1990-2000	1983-2000	1983-2000
TOTAL YIELD	(\$/HA)	99	126	159	3.5	2.4	2.8	
CEREAL YIELD	(KG/HA)	263	517	719	10.1	3.4	6.1	
HARVESTED LAND	(000HA)	177	232	274	3.9	1.7	2.6	
ARABLE LAND	(000HA)	857	914	1010	0.9	1.0	1.0	
CROPPING INTENSITY	(PERC.)	21	25	27	3.0	0.7	1.6	
FERTILIZER TOTAL	(00 MT)	5	12	23	12.4	6.5	8.9	2.19
FERTILIZER N	(00 MT)	4	10	20	13.1	6.5	9.2	2.94
FERTILIZER P	(00 MT)	1	2	3	8.6	6.3	7.3	1.85
FERTILIZER K	(00 MT)	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL FERT./HARV. LAND	(KG/HA)	3.0	5.3	8.4	8.1	4.8	6.1	2.88
N FERT./HARV. LAND	(KG/HA)	2.5	4.5	7.2	8.8	4.8	6.4	3.11
P FERT./HARV. LAND	(KG/HA)	0.6	0.8	1.2	4.5	4.6	4.6	1.87
K FERT./HARV. LAND	(KG/HA)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
PLANT PROTECTION	(MLN. \$)	0	0	0	5.2	3.8	4.2	0.68
CEREAL FEED	(000 MT)	0	3	4	100.0	4.3	100.0	0.0
TOTAL POWER REQUIR.	(MLN. MDE)	42	59	76	4.7	2.7	3.8	0.54
LABOUR REQUIREMENT	(MLN. MD)	28	42	57	6.1	3.1	4.3	0.72
DRAUGHT ANIMALS	(000)	131	140	154	1.0	0.9	1.0	
TRACTORS	(000)	0	1	1	7.8	3.0	5.0	
LABOUR FORCE	(000)	380	439	557	2.1	2.4	2.3	
LABOUR UTIL. RATE	(MD/YEAR)	72	95	102	4.0	0.7	2.0	
ARABLE LAND PER TRACTOR	(HA/TR)	2747	1737	1424	-6.3	-2.0	-3.8	
TRACTOR HRS / HARV. HA.	(HRS/HA)	1.1	1.4	1.7	4.3	1.9	2.9	

- NOTE - ALL ELASTICITIES ARE ARC-ELASTICITIES WITH RESPECT TO THE CHANGE IN THE VALUE OF CROP PRODUCTION, EXCEPT FOR CEREAL FEED THE ELASTICITY OF WHICH IS GIVEN IN RELATION TO THE VALUE OF LIVESTOCK PRODUCTION.

MINC Adan

TRAITEMENT ET UTILISATION DES PHOSPHATES NATURELS
EN MAURITANIE

R A P P O R T T E C H N I Q U E

◊ ◊ ◊

T A B L E D E S M A T I E R E S

- I. **APERCU GENERAL SUR LA SITUATION**
- II. **TRAIT CARACTERISTIQUE SOMMAIRE DU PROGRAMME
D'INVESTISSEMENT**
- III. **OBSERVATIONS CRITIQUES SUR LE "PROGRAMME PRELIMINAIRE.."**
 - 1. Introduction
 - 2. Matières Premières
 - 3. Choix de procédés et implantation
- IV. **SUGGESTIONS QUANT A LA SOLUTION TECHNIQUE DU PROBLEME
D'ENGRAIS EN MAURITANIE**
- V. **CONCLUSIONS - RECOMMANDATIONS**

A N N E X E S :

- Annexe n° 1 - Carte géographique des terrains phosphorifères
- Annexe n° 2 - Implantation des forages de recherche
- Annexe n° 3 - Analyse chimique du minerai tout-venant
- Annexe n° 4 - Transport hydraulique du phosphate enrichi,
par pipeline
- Annexe n° 5 - Réseau de transport 225 kV
- Annexe n° 6 - Schéma simplifié du procédé "HUMIFERT"
- Annexe n° 7 - Schéma de fabrication pour le programme
intermédiaire ("mini-industrie d'engrais")
- Annexe n° 8 - Coût d'investiss. du mini-complexe d'engrais
- Annexe n° 9 - Prix de revient : extraction-lavage-broyage
- Annexe n° 10 - Prix de revient : unité de mélange
- Annexe n° 11 - Prix de revient : unité d'engrais "HUMIFERT"
- Annexe n° 12 - Prix des engrais
- Annexe n° 13 - Coût de "l'Etude de Faisabilité" pour le
mini-complexe d'engrais.

I. APERCU GENERAL DE LA SITUATION

1. La Mauritanie dispose de gisements documentés des phosphates naturels à dosage moyen de 20 % de P_2O_5 , dont les ressources sont estimées à 135 mln tonnes environ.
2. Les gisements des phosphates se trouvent au sud du pays, dans la région BOFAL (env. 35 km de Xaédi), dans le voisinage du fleuve Sénégal et de la frontière de l'Etat.
3. Les gisements des phosphates sont situés dans une région désertique, rarement couverte d'arbustes, faiblement peuplée.
4. Le Gouvernement de la Mauritanie (Direction des Mines et de Géologie) est en possession du "Rapport Préliminaire sur le Programme d'Exploitation et d'Utilisation des Phosphates Mauritaniens" (juillet 1986), élaboré par le "Consortium Phosphate de Mauritanie" se composant d'organismes suivants:
 - le Gouvernement de la R.I.M., représenté par la Société Nationale Industrielle et Minière (S.N.I.M.),
 - le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (B.R.G.M.), Orléan, France,
 - la Société Sénégalaise des Phosphates de Thiers (filiale du groupe Péchiney),

- la Société GEOMIN, Roumanie

Le Rapport Préliminaire prévoit un programme de réalisation suivant :

- la réalisation d'une mine de phosphate, à ciel ouvert,
- la construction d'une laverie de minerai phosphaté, d'une capacité de 5 mln tonnes de minerai brut par an,
- la construction d'un atelier d'enrichissement des phosphates (jusqu'à 35 % P_2O_5),
- la pose d'un pipeline en acier revêtu de matière plastique, et la construction de deux stations de pompage pour le transport hydraulique du minerai enrichi à une distance de 300 km environ, à travers des terrains désertiques (subsahariens) jusqu'à la région de Nouakchott,
- la construction d'une usine d'acide phosphorique, d'une capacité de 658.000 t/an de P_2O_5 ,
- la construction d'un terminal dans le port maritime de Nouakchott, récemment mis en service, pour :
 - * le chargement de l'acide phosphorique destiné à l'exportation, d'une capacité de 1,2 mln tonnes/an d'acide phosphorique "tel quel",

- * le déchargement de l'acide sulfurique importé, d'une capacité de 5 mln t/an de H_2SO_4 .

Le coût total de ces investissements a été estimé à 450 mln \$ US environ.

5. Les facteurs économiques ont été évalués en se fondant sur les hypothèses suivantes :
 - on prévoit un déficit de P_2O_5 dans le bilan mondial de la production de P_2O_5 , ce qui permettrait d'introduire les nouvelles capacités de production d'acide phosphorique sans perturbations particulières sur le marché,
 - on a admis une exploitation des unités d'acide phosphorique à 100 % de leurs capacités installées, à partir de la 3ème année d'exploitation.
6. La production pratiquement totale de P_2O_5 sous forme d'acide phosphorique serait destinée à l'exportation.
7. Des recherches géologiques préliminaires poursuivies au cours de ces dernières années ont révélé, dans des régions situées à une distance de 60 km environ vers le nord de Nouakchott, la présence des gisements de soufre en quantités probablement très importantes; les réserves de ces gisements ne sont pas encore évaluées.

8. La position prise par des autorités gouvernementales de la Mauritanie et par des milieux industriels, économiques et financiers en matière de la réalisation du programme de valorisation du phosphate mauritanien n'est pas unanime dans l'immédiat. Quant aux sphères liées directement à l'exploitation des ressources naturelles du pays, comme la "Direction des Mines et de Géologie" et l'Entreprise en Régie S.A.M.I.A., elles poussent leur pointe à la réalisation la plus rapide possible du programme à l'aide d'un capital étranger, tandis que des autorités gouvernementales (la Direction de Planification, le Fond National de Développement) et des organismes financiers (la Banque Mauritanienne Islamique Al-Barka, la Mission Résidente de la Banque Mondiale) adoptent un point de vue plus réaliste, en gardant plutôt une attitude de réserve.

Le gouvernement de la Mauritanie donne actuellement la préférence aux investissements de la petite industrie visant le développement de l'agriculture, qui peuvent apporter des effets économiques rapides. La preuve d'une telle politique économique est le décret rendu par le Comité Militaire de Salut National qui accorde une priorité précisément à ce genre d'investissements.

En même temps il faut noter que le Gouvernement de la Mauritanie donne preuve à une large "ouverture" à la coopération avec le capital étranger, dans toutes ses formes possibles.

9. L'agriculture de la Mauritanie constitue un des secteurs de l'économie nationale le plus arriéré. De la superficie totale des terres arables qui compte de 200 à 300.000(*),
ha suivant les années

il n'y a que 15.000 ha (*) de périmètre irrigué qui exige un apport intensif d'engrais .

On estime la demande actuelle d'engrais à :

- N 1.100.t. (*) (unités fertilisantes)
- P₂O₅ .150.t. (*) (unités fertilisantes)

(des considérations qui justifient cette estimation sont discutées plus en détail dans un autre lieu de ce Rapport).

10. Les quantités d'engrais qui, en mettant les choses au mieux, peuvent être absorbées par le marché de la Mauritanie ne soutiennent aucune comparaison ni avec les programmes d'extraction des phosphates ni avec la production d'acide phosphorique.

11. Des connaissances insuffisantes en matière de la fertilisation chez les cultivateurs, ainsi qu'une très faible reconnaissance des sols, sont à l'origine des difficultés sérieuses quant à l'évaluation correcte des demandes d'engrais sur le plan qualitatif et quantitatif.

La pratique actuelle démontre que les cultivateurs appliquent de préférence des engrais azotés (urée), puisque cette espèce d'engrais donne des résultats rapides. Des engrais à action à long terme, comme ceux qui sont basés sur P₂O₅, n'inspirent pas d'intérêt qu'ils méritent.

12. Des moyens financiers nécessaires pour l'approvisionnement des engrais, faisant notoirement défaut chez la majorité de menues fermes privées, c'est aussi un des facteurs importants qui entrave considérablement l'accroissement de la consommation d'engrais et par suite, le progrès dans l'agriculture.

13. La demande d'aliments concentrés pour le bétail, basés sur la matière première phosphatée est négligeable, elle est de l'ordre de 200 t/an de produits concentrés.

II. TRAIT CARACTERISTIQUE SOMMAIRE DU PROGRAMME D'INVESTISSEMENTS

Le "Rapport Préliminaire sur le Programmed'Exploitation et d'Utilisation des Phosphates Mauritaniens", élaboré par le "Consortium Phosphate de Mauritanie" en 1986 se fonde sur des recherches géologiques détaillées, effectuées au cours des 12 années (depuis 1974), qui ont mis en évidence la présence des gisements phosphatés dont les réserves ont été évaluées à 135 mln tonnes; ces gisements sont situés dans le sud du pays, dans les régions BOFAL et LOUBBOIRA, à une distance de 320 km environ de la capitale Nouakchott, sur le bord septentrional du fleuve Sénégal qui constitue la frontière naturelle avec le Sénégal.

Les annexes n° 1 et 2 donnent les cartes géologiques des terrains où les gisements phosphatés sont situés. L'annexe n° 3 donne des analyses chimiques du minerai phosphaté "tout-venant". Les gisements se trouvent à la profondeur de 0 à 15 m ce qui rend possible leur exploitation par extraction à ciel ouvert.

Les essais effectués par RHONE-POULENC en laboratoire et à l'échelle semi-industrielle ont nettement prouvé l'aptitude des phosphates mauritaniens pour la fabrication d'acide phosphorique et pour le traitement ultérieur de ce dernier jusqu'aux engrais phosphatés, comme TSP et autres.

Compte tenu de la teneur en P_2O_5 relative (19-21 %), les phosphates mauritaniens imposent un traitement d'enrichissement. Le procédé de lavage et d'enrichissement proposé dans le "Rapport Préliminaire.." permet d'obtenir la matière première contenant 35 % de P_2O_5 environ, ce qui

correspond à une teneur en phosphate tricalcique (valeur "BPN") de l'ordre de 78 - 80 %.

Les phosphates mauritaniens sous leur forme enrichie pourront être classés, en matière de qualité, parmi les meilleures matières premières de ce genre sur le marché mondial.

Suivant le "Rapport Préliminaire.." les phosphates enrichis doivent être envoyés au moyen d'un transport hydraulique à une distance de 300 km environ, jusqu'à la région de Nouakchott, dans laquelle on prévoit la construction d'un atelier de fabrication d'acide phosphorique. La pulpe contenant 35% de solide et 65 % d'eau sera véhiculée à une vitesse de 6 m/sec, par un pipeline de 0,25 m et par deux stations de pompes à piston; les pompes seront entraînées par des moteurs Diesel. La paroi intérieure du pipeline sera revêtue d'une matière plastique, résistante à la corrosion et à l'usure. La quantité totale de la masse véhiculée sera de 6 mln t/an environ. Après la séparation de la matière solide, l'eau sera réutilisée dans la production chimique.

La production d'acide phosphorique suivant le procédé par voie humide, d'une capacité de 658.000 t/an de P_2O_5 , sera fondée sur l'importation de l'acide sulfurique résiduaire, provenant probablement de diverses opérations d'extraction. La quantité d'acide importé sera de l'ordre de 5 mln t/an d'acide "tel quel". La quantité de phosphogypse résiduaire a été estimée à 3 mln t/an environ.

Pour assurer l'énergie thermique en quantités nécessaires pour la concentration de l'acide phosphorique (de 30 % à 54 %), on prévoit la construction d'une station thermique produisant la vapeur MP et HP, en utilisant l'huile lourde (mazout) importée comme combustible.

L'exportation de l'acide phosphorique en tant que produit final, et l'importation de l'acide sulfurique seront réalisées par voie maritime. A cette fin, on prévoit la construction d'une jetée de 3 km et des terminaux appropriés, hors du port maritime existant à Nouakchott.

Le coût de l'ensemble de ces investissements est évalué à 450 mln US \$, le calendrier de la réalisation prévoit la période de construction de 3,5 ans environ.

Une analyse sur le plan économique, réalisée par les auteurs du "Rapport Préliminaire.." démontre un degré élevé de la rentabilité du programme en question, dont la valeur IRR (Internal Rate of Return) est de 12,15 %.

III. OBSERVATIONS CRITIQUES SUR LE "RAPPORT PRELIMINAIRE.."

Après avoir pris connaissance du "Rapport Préliminaire.." et recueilli des renseignements supplémentaires sur place, il subsiste quelques doutes et réflexions quant au choix de certaines solutions techniques, à la possibilité pratique de réalisation du programme, ainsi qu'à la crédibilité de certains chiffres économiques cités dans le Rapport.

Tout d'abord il faudrait faire attention à la taille du programme, dans le contexte des possibilités réelles de la Mauritanie.

Un investissement de telle envergure dont le coût est de 500 mln \$ ou même plus (une mention sera faite à ce sujet plus bas) change radicalement des proportions existantes et un équilibre entre des secteurs de l'économie nationale, en orientant le pays vers un développement résolument industriel, aux dépens d'autres secteurs, de l'agriculture en l'occurrence. Un déplacement de la population du secteur agricole pourrait avoir des conséquences néfastes dans un avenir prévisible.

Abstraction faite d'une possibilité de pouvoir absorber un complexe industriel d'une telle taille par un pays qui se trouve actuellement dans un stade initial d'un développement économique, la réalisation de ce programme par les moyens propres du pays, dans une période définie par les auteurs du "Rapport Préliminaire.." ne paraît pas réelle.

Un autre doute qui fait naître, c'est l'hypothèse trop optimiste de faire fonctionner le complexe extractif et chimique à sa pleine capacité, à partir de la 3ème année de sa mise en service.

Il faut tenir compte du fait qu'à l'heure actuelle, les capacités de production des engrais phosphatés aussi bien aux Etats-Unis que dans les pays africains (le Maroc, la Tunisie, l'Algérie) ne sont utilisées qu'à un taux de 80 % environ de leurs capacités nominales. On peut s'attendre donc à une situation où l'introduction d'une nouvelle production de P_2O_5 sur le marché, en quantités si importantes, peut se heurter à des difficultés sérieuses.

Ces difficultés peuvent s'accroître par suite d'une carence des propres cadres, experts en domaine du marketing.

L'hypothèse d'un taux d'utilisation, de 100 %, des capacités de production en se fondant seulement sur un déficit prévisionnel en P_2O_5 à l'échelle mondiale, est trop risquée.

Il serait plus juste de supposer que le complexe entier d'extraction des phosphates et de production d'acide phosphorique puisse fonctionner, durant les 5 premières années, à un rendement inférieur p. ex. à 70 % et après, pas plus qu'à 80 % de ses capacités installées.

On a admis dans le "Rapport Préliminaire.." que l'acide sulfurique sera importé, en quantité de 5 mln tonnes par an, sous forme d'acide résiduaire, donc son prix serait relativement faible (50 \$/t). Toutefois, il faudrait remarquer que des acides sulfuriques résiduaires contiennent le plus souvent des impuretés qui agissent d'une façon défavorable sur le processus d'extraction des phosphates; en outre, ils sont en état dilué ce qui empêche leur introduction directe dans la fabrication d'acide phosphorique, à moins que leur concentration ne soit augmentée.

En tenant compte des frais élevés de l'équipement et du coût important de l'apport de la chaleur nécessaire pour augmenter la concentration de 30 - 35 % à 54 - 57 %, l'opération de concentration de l'acide sulfurique est essentiellement coûteuse. C'est une opération qui pose des problèmes quant aux matériaux à utiliser pour un médium très corrosif, nécessitant des rechanges fréquents du matériel, ce qui, entre autres, est à l'origine d'un coût d'exploitation nettement élevé.

On ne peut pas, non plus, négliger que la production d'acide phosphorique basée sur l'acide sulfurique amené de l'extérieur, est moins avantageuse, sur le plan économique, qu'une production combinée de ces deux acides dans l'enceinte de la même usine, compte tenu du bilan thermique négatif; la solution adoptée dans le "Rapport Préliminaire.." nécessite que ce déficit de la chaleur soit comblé par les importations nettes du combustible liquide. Dans ce Rapport il n'y a aucune mention quant à l'alternative comprenant la production d'acide sulfurique sur place, une alternative autant plus intéressante que des perspectives des ressources propres de soufre viennent de se dessiner.

En ce qui concerne des solutions techniques proposées dans le Rapport, un doute majeur subsiste quant au transport des phosphates de la région de BOFAL jusqu'à Nouakchott.

La conception générale en matière des emplacements proposées, notamment : atelier d'enrichissement - près de la mine de phosphate, atelier d'acide phosphorique - dans la région de Nouakchott avec son port maritime existant, est conséquence à l'hypothèse adoptée de l'exportation de la totalité de l'acide phosphorique. Toutefois, il faut dire que la liaison - entre les deux centres de fabrication, distants de 300 km l'un de l'autre, voués à une coopération réciproque, étroite et

continue - assurée au moyen d'un seul pipeline, paraît inacceptable.

Le transport de 2 mln t/an de minerai de phosphate, mélangé avec de l'eau dans une proportion de 1 : 3, équivaut à 8 mln t/an de masse véhiculée à cette distance.

Abstraction faite de l'aspect énergétique du problème, en acceptant que l'eau transportante sera utilisée partiellement dans l'usine chimique, partiellement ailleurs, la disponibilité du pipeline sera relativement faible, compte tenu de ses arrêts fréquents causés par des avaries, ce qui est à prévoir.

L'usure de la surface intérieure du pipeline sera importante, malgré le revêtement protecteur mis en place. La turbulence du débit, adoptée par les auteurs du "Rapport" ne sera pas en mesure de protéger, d'une façon durable et efficace, les parois du pipeline contre une forte érosion; ceci nécessitera les mises hors service du pipeline, fréquentes et de longue durée, pour des réparations.

Il faut également tenir compte de la pression élevée à l'intérieur du pipeline, qui peut atteindre, en aval de la station de pompage, 150 kg/cm².

La réparation du pipeline nécessite la mise en oeuvre d'une technique spéciale, puisque le procédé de soudage, habituel dans des cas pareils, ne sera pas possible, dû au revêtement intérieur.

Suivant le trajet prévu (annexe n° 4), le pipeline va traverser les terrains désertiques, dépourvus de voies d'accès pour un matériel roulant lourd. Ceci constitue une difficulté supplémentaire pour le service et les travaux de maintenance du

pipeline; l'accès ne sera possible que par des pistes sans revêtement stabilisé.

La durée de vie du pipeline, définie par le "Rapport" à 30 ans, paraît très optimiste.

L'analyse économique relative aux différents moyens de transport des phosphates, entre la mine de phosphate et la région de sa transformation finale, démontre une supériorité du transport hydraulique par rapport au transport ferroviaire; toutefois, cette supériorité peut s'avérer apparente, puisqu'elle ne prend pas suffisamment en compte l'aspect technique du problème et, en conséquence, la fiabilité de la solution proposée.

Les frais d'investissements évalués dans le "Rapport Préliminaire.." exigent une correction et une mise à jour.

La construction des établissements industriels dans les pays en développement à une infrastructure faible dont la Mauritanie d'aujourd'hui se classe sans doute, entraîne toujours des dépenses en capital plus importantes par rapport à celles supportées pour le même but dans les pays développés. Ce rapport s'exprime par un coefficient de 1,3 - 2,0 (UNIDO, Sectorial Studies Series N° 7 Vol.II).

Compte tenu du fait que la Mauritanie est actuellement un pays à infrastructure économique faible, ce coefficient sera dans ce cas proche à la valeur de 1,8.

A titre d'exemple, les frais d'investissements pour la construction d'un atelier d'acide phosphorique d'une capacité de 658.000 t/an de P_2O_5 sont évalués dans le "Rapport" à 100 mln \$; il faudrait juger ce chiffre comme diminué de 80 %.

D'après les données UNIDO, le coût d'une unité d'acide phosphorique d'une capacité de 330.000 t/an de P_2O_5 est de 59,2 mln \$ (dont les investissements pour les "offsites", utilités etc., 15 mln \$).

En utilisant la formule :

$$I_2 = I_1 C^{0,8}$$

où C est le rapport de deux capacités différentes, le coût d'investissement d'une capacité de 658.000 t/an de P_2O_5 est :

$$I_2 = 59,2 \left(\frac{658.000}{330.000} \right)^{0,8} = 103 \text{ mln } \$ \text{ env.}$$

En utilisant le coefficient 1,8, le coût d'investissement "réel" sera rapproché à :

$$I_2 = 1,8 \times 103 = 185 \text{ mln } \$ \text{ environ.}$$

Le coût d'investissement d'une unité 143.000 t/an de P_2O_5 , construite dans les dernières années dans un des pays à économie planifiée, était de 50 mln \$ environ. En admettant ce chiffre comme base à une estimation, et en utilisant la même formule de conversion, le coût d'investissement pour l'atelier d'acide phosphorique en question serait de 169 mln \$ environ.

Il paraît que le coût d'investissement de l'atelier prévu pour la Mauritanie, de l'ordre de 180 mln \$, peut être considéré comme valeur justifiée.

Il ne faudrait pas également omettre les taux d'inflation qui peuvent être évalués à 4,5 % par an environ. (*)

Le "Rapport Préliminaire.." prévoit que le programme du complexe d'extraction des phosphates, avec leur traitement ultérieur jusqu'au produit final, peut être réalisé dans un délai de 40 mois (env. 3,5 ans) à partir de la signature du contrat de base. Une telle admission peut être crédible sous réserve de respecter les règles suivantes :

- tous les matériaux nécessaires pour les ouvrages du génie civil, sauf le ciment, seront importés,
- les éléments d'acier de construction et d'armature seront importés,
- tous les matériaux des réseaux d'utilités et électriques seront importés,
- la totalité des équipements chimiques, des machines, de la tuyauterie et du matériel d'instrumentation seront importés.

L'importation de ce matériel est possible par voie maritime, étant donné qu'il existe à Nouakchott un port maritime récemment construit qui peut accueillir des unités flottantes jusqu'à 30.000 tonnes de déplacement. Un quai accessible pour le déchargement est équipé de 2 portiques, chacun à 10 tonnes de charge. En outre, le port dispose de grues automotrices à 40 t de charge.

Pour les ouvrages du génie civil et pour le montage, un personnel spécialisé étranger est indispensable, puisqu'on ne peut compter sur le chantier que sur la main-d'oeuvre non-qualifiée.

La supervision et le personnel du bureau d'études et de construction devront être assurés, dans sa partie majeure, par un personnel étranger.

Il est hors de doute que ces éléments chargeront lourdement les frais d'investissement, ce qui est à prendre en compte.

Il faut également prévoir des stages de formation de quelques années, menés par des spécialistes étrangers, pour le personnel local d'exploitation.

La situation actuelle quant à l'instruction professionnelle, aussi bien à l'échelon moyen que supérieur, devrait subir des changements radicaux.

D'après les renseignements obtenus dans le Département de Planification au Ministère de l'Education, dans l'année scolaire 1988/89 il y a au total 107 élèves qui acquièrent la formation triennale dans la profession de soudeur-monteur, Chaque année il y a 40 élèves qui quittent l'école. Dans un lycée technique triennal à Nouakchott, en l'année scolaire 1987/88 il y avait 50 personnes qui acquéraient la formation dans le domaine du génie civil et 71 dans le domaine de l'électricité, dans chaque de ces domaines il y avait 40 - 50 élèves qui terminaient l'école chaque année.

La formation supérieure du degré universitaire se trouve actuellement dans son stade initial. Sur un nombre total de 5.407 étudiants (dont 270 personnes dans les facultés techniques, y compris 89 personnes à la faculté de chimie), en 5ème année d'études il y a 8 personnes, et en 6ème - 5 personnes. La majorité d'étudiants fréquente la 1ère (2794 personnes) ou la 2ème (1402 personnes) année d'études.

Dans 2 - 3 ans, une douzaine de premières personnes va terminer ses études chimiques.

Les 20 personnes font ses études financières, toutes ces personnes fréquentent la 5ème année d'études.

Une spécialisation dans le domaine du "marketing" est inexistante.

Ceci confirme la conclusion, que le coût global du complexe doit également tenir compte des frais de séjour d'un personnel étranger très important sur le chantier, pour toute la période de la construction.

En résumant, il faut constater ce qui suit :

- a. Il paraît que la construction d'un complexe industriel d'extraction et de valorisation des phosphates naturels de telle taille que proposée dans le "Rapport Préliminaire..", peut s'avérer une tâche très difficile à réaliser dans l'avenir prévisible par l'organisme économique et social du pays, vu l'infrastructure locale inadaptée aux besoins de l'industrie chimique "lourde".
- b. La réalisation du complexe n'est possible qu'à condition de trouver un organisme qui soit prêt à financer cette entreprise malgré des risques inhérents à sa réalisation.
- c. Il paraît également, qu'à l'état actuel de développement du pays, une industrialisation trop rapide, inadaptée à l'infrastructure de base n'aboutira pas aux résultats économiques attendus. Au contraire, elle peut provoquer des

disproportions entre des secteurs particuliers de l'économie nationale, au détriment de l'agriculture.

Ceci contribuerait à faire accroître la migration de la population rurale vers les villes, certainement outre mesure par rapport aux besoins réels de l'industrie.

d. Des calculs économiques effectués dans le cadre du "Rapport Préliminaire..", bien que corrects, sont fondés sur des données trop optimistes, ils ne peuvent donc pas être traités, dans leur version actuelle, comme base pour des élaborations ultérieures.

e. Compte tenu de l'apport relativement faible de l'agriculture locale pour satisfaire des besoins alimentaires du pays, il paraît raisonnable d'orienter des efforts matériels en premier lieu vers le secteur agricole.

La superficie des périmètres irrigués, minime par rapport à la population (0,019 ha per capita), n'est pas en mesure d'assurer une autosuffisance alimentaire à l'échelon national, même à l'apport intensif d'engrais.

Pour qu'une autarcie alimentaire soit assurée à la Mauritanie, la multiplication de la superficie du périmètre irrigué est une condition d'une importance primordiale.

f. Parallèlement au développement de l'agriculture, il faudrait réaliser un programme vaste visant à développer la petite industrie de transformation des récoltes, la conservation des produits alimentaires, et toute l'infrastructure liée à l'agriculture; ceci permettrait de

mettre à profit la production agricole et d'éviter des pertes occasionnées par le pourrissement des produits alimentaires.

- g. Vu que les terrains qui se prêtent à être convertis à des périmètres arables se concentrent dans le sud du pays, le long du fleuve Sénégal, il serait indispensable de relier ces terrains et le reste du pays, plus particulièrement la région de Nouakchott, par une ligne de chemin de fer.

La voie ferroviaire serait utilisée également pour le transport du minerai extrait à destination de l'usine d'acide phosphorique. Le choix entre la traction électrique et la traction diesel-électrique ferait l'objet d'études ultérieures.

Des lignes de transmission à haute tension (225 kV) situées le long du fleuve Sénégal communes pour la Mauritanie, le Sénégal et le Mali, dont la construction est prévue à partir de l'année 1996, auront un effet favorable pour un développement régulier et harmonieux des régions du sud de la Mauritanie. Ces lignes seront alimentées par des centrales thermiques et hydro-électriques, ces derniers utilisant la force vive du fleuve Sénégal.

L'annexe n° 5 montre le trajet des lignes de transmission et le calendrier de leur réalisation.

- h. Pour assurer un rendement maximum de la production agricole par hectare du périmètre irrigué, il est indispensable d'effectuer des essais pédologiques précis, ce qui permettrait de choisir soigneusement la meilleure procédure de la fertilisation.

Ces essais seront bientôt entrepris par l'Institut des Recherches Pédagogiques à Kaédi qui vient d'être fondé, mais qui n'est pourtant pas encore suffisamment équipé pour cette tâche.

- i. Dans une période de transition, notamment jusqu'à ce que la Mauritanie se développe économiquement au point d'absorber une industrie importante d'extraction des phosphates et de leur valorisation ultérieure, il paraît nécessaire de créer une propre industrie d'engrais à l'échelle dite "mini", plus adéquate aux besoins croissants du marché. Des suggestions concrètes dans ce sens sont données plus loin.

- j. Pour tirer profit au maximum et d'une façon plus efficace, de la richesse naturelle de la Mauritanie dont les gisements des phosphates de BOFAL et de LUBBOIRA en sont sans aucun doute, on suggère une poursuite intensive des recherches géologiques du soufre.

Ces recherches devraient apporter des preuves documentaires quant aux gisements du soufre dans les régions où sa présence a été constatée.

La disponibilité de deux matières premières de base pour l'industrie d'engrais phosphatés améliorera essentiellement l'image économique du complexe envisagé.

La fabrication d'acide sulfurique à partir du soufre de ses propres ressources (le soufre étant, de même, la source d'énergie primaire), de l'acide phosphorique et même des engrais phosphatés, peut s'avérer concurrentielle pour la

fabrication d'engrais dans les pays voisins (le Sénégal, le Maroc, l'Algérie) qui sont actifs sur le marché des engrais depuis longtemps.

Etant donné que la fabrication d'acide phosphorique sera basée, d'une part, sur des phosphates nécessitant un traitement d'enrichissement et, d'autre part, sur l'acide sulfurique et le combustible importés, l'introduction de cet acide dans le marché mondial peut s'avérer une tâche très difficile; ceci est autant plus difficile puisque dans la période actuelle, un surplus des capacités de production d'acide phosphorique et d'engrais phosphatés se fait ressentir.

IV. SUGGESTIONS QUANT A LA SOLUTION TECHNIQUE DU PROBLEME
D'ENGRAIS EN MAURITANIE

1. Introduction

La faible demande d'engrais et le manque d'examen pédologiques font le choix des procédés de fabrication d'engrais une tâche très difficile.

Pour accomplir ce choix on s'est appuyé sur les prémisses suivantes :

- les besoins établis dans la 1ère partie du "Rapport..",
- une analyse de ressources locales des matières premières,
- une analyse de la structure de consommation actuelle des engrais,
- un examen des procédés technologiques disponibles qui pourraient être mis en oeuvre pour des mini-ateliers de fabrication d'engrais.

On a envisagé également une alternative suivant laquelle les engrais seront importés, jusqu'à ce qu'une augmentation des périmètres irrigués sera réalisée à l'échelle qui fera créer une demande d'engrais essentiellement accrue.

Compte tenu néanmoins de certains aspects économiques, sociaux et même politiques, il paraît justifiée une création échelonnée d'une mini-industrie d'engrais, adaptée aux besoins courants du marché local.

2. Analyse de ressources locales de matières premières

- Gaz naturel et pétrole

La Mauritanie ne dispose actuellement d'aucunes recherches de forage dans ce sens.

On envisage de poursuivre de telles recherches dans l'avenir, mais aucune décision quant à leur date, leur étendue et aux moyens de leur financement n'a pas encore été prise.

- Potasse

L'absence d'une exploration géologique; il manque également de prémisses qui puissent démontrer la probabilité de la présence de cette matière première en Mauritanie.

- Soufre

Comme on a fait mention dans la partie principale du "Rapport Préliminaire..", une exploration géologique effectuée montre une probabilité d'abondants gisements du soufre élément que l'on peut extraire par le procédé FRASCH.

Les terrains sulfurifères se trouvent à 60 km env. au nord de Nouakchott.

- Phosphates naturels

On a discuté en détail dans la partie précédente du "Rapport..".

La région phosphorifère est donnée sur les cartes géographiques dans les annexes n° 1 et n° 2.

L'analyse chimique des phosphates naturels est donné dans l'annexe n° 3.

- Matière organique

1,6 t/heure (fonctionnement
18 h x 300 j/an = 8640 t/an)

Dans la région de Kaédi avec son périmètre arable irrigué, une rizerie d'une capacité de $..(*)..$ t/an de riz est localisée; on y obtient env. $..(*)..$ t/an de balles de riz qui, jusqu'à présent, ¹⁷³⁰ constituent un déchet industriel sans valeur.

Il existe une autre rizerie à Boghé d'une capacité de 2,6 t/h pouvant produire 2.800 t/an de balles de riz, couvrant largement les besoins du procédé Humifert.

3. Choix du procédé et implanatation de la fabrication d'engrais

Face au manque d'une bonne reconnaissance des sols qui doivent être fertilisés, la construction d'une usine à une technologie bien déterminée serait une entreprise risquée. Pour une période transitoire, la construction d'un atelier de mélange d'engrais, d'une capacité de 30.000 t/an, dans lequel le phosphate naturel moulu serait mélangé avec d'autres engrais importés.

Le mélange d'engrais en vrac est une forme spéciale du mélange à sec de différents engrais granulés, qui doivent avoir des dimensions des granules à peu près les mêmes. On peut mélanger des engrais à un ou à plusieurs éléments nutritifs. Des engrais qui se prêtent au mieux pour un mélange à sec, sont : le phosphate monoammonique (MAP) ou diammonique (DAP), le nitrate d'ammonium, l'urée et le sulphate d'ammonium.

Ce procédé à été mis au point et introduit avec beaucoup de succès aux Etats-Unis; grâce à sa simplicité, vers la fin des années 70 environ 60 % d'engrais à plusieurs éléments nutritifs, et environ 40 % de tous les engrais étaient produits aux Etats-Unis par le procédé de mélange à sec. Un engrais mélangé à sec peut être fourni aux agriculteurs en sac ou en vrac.

Par cette méthode on peut assurer une combinaison arbitraire d'éléments nutritifs (N, P, K) en adaptant la fabrication aux besoins réels du marché. Une telle solution devrait, au cours de 2 à 3 années, inciter le marché à absorber les quantités d'engrais toujours croissantes.

Bien que dans un climat subsaharien sec les engrais peuvent être stockés et fournis en vrac aux agriculteurs, il semble utile de prévoir un atelier d'ensachage dont la capacité soit à peu près égale à celle de l'atelier de fabrication; il faut, en effet, compter avec la "petite" agriculture qui en général impose des engrais en sacs, ce qui facilite le transport; ceci est un avantage particulièrement appréciable dans des conditions de la Mauritanie.

Si on se fonde sur les besoins en engrais de la R.I.M. qui ont été évalués dans ce Rapport à 40.000 t/an d'engrais "en masse" jusqu'à l'an 2000, on peut constater que le choix d'éventuels procédés de fabrication correspondant aux besoins réels du pays devient très restreint.

Une question peut évidemment se poser si dans ces conditions cela vaut la peine de construire l'industrie d'engrais, même à une mini-échelle.

Des réponses à cette question peuvent être différentes, il semble néanmoins que de telles décisions sont influencées non seulement par des facteurs techniques et économiques, mais aussi par des facteurs sociaux et politiques.

Une perspective d'une industrie d'engrais, même à une mini-échelle dans la région du sud du pays, créera certainement des conditions favorables pour relier la population locale avec cette région. Un déplacement de la population rurale vers la capitale Nouakchott, observé les dernières années est inquiétant, il peut avoir un effet très néfaste sur l'espérance d'une autosuffisance alimentaire du pays.

Dans les conditions où une mini-industrie d'engrais sera disponible et où une politique créditrice et financière appropriée des autorités gouvernementales visant à promouvoir l'activité des coopératives agricoles et des paysans individuels va se généraliser, on peut s'attendre à une augmentation sensible de la demande d'engrais.

La construction d'une mini-industrie d'engrais serait une démarche successive vers une industrialisation "en douceur", adaptée au mieux à des possibilités réelles du pays.

◊ ◊ ◊

Pour la II^{ème} étape du développement de la production d'engrais nous proposons une solution in conventionnelle consistant à la construction d'un atelier de fabrication d'engrais complexe NP, organo-minéral, suivant le procédé "HUMIFERT".

Le procédé "HUMIFERT" a été mis au point par la Société SOFRECHIM (France).

Puisqu'il s'agit d'une technique et d'un produit nouveau, mis au point tout récemment, nous croyons nécessaire de donner ici quelques renseignements essentiels portant sur l'origine du procédé "HUMIFERT", sur ce procédé lui-même et sur l'intérêt agronomique de l'engrais "HUMIFERT".

Comme on le sait, le phosphore se trouve dans la nature sous forme des phosphates qui d'ordinaire constituent un mélange de sels très peu solubles ou même presque insolubles dans l'eau.

Sous cette forme, les phosphates naturels ne sont pratiquement pas assimilables par les plantes.

Dans la plupart des phosphates naturels, la fluorapatite $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{X}_2$ est la principale, et d'ordinaire la seule, source de phosphore, mais la fluorapatite pure, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$, est relativement rare. De nombreuses substitutions sont possibles, dont les plus courantes sont Mg, Na (pour Ca), OH et Cl (pour F) ou $\text{CO}_3 + \text{F}$ (pour F).

Très répandus, mais beaucoup moins utilisés sont des phosphates naturels provenant des gisements où les phosphates sont surtout de nature alumineuse.

Tous les gisements de phosphates contiennent de minéraux accessoires très variés, leur valeur commerciale et technique dépend souvent de la nature de ces minéraux et de la plus ou moins grande difficulté de les séparer. Les plus courants sont le silice sous des différentes formes, les argiles et les carbonates.

Les phosphates naturels contiennent aussi des cations métalliques, alcalins et alcalino-terreux (Fe, Mn, Ti, K, Mg).

Il y a trois façons de faire pour mettre en valeur les phosphates naturels :

- a) application directe du phosphate naturel sous forme moulue,
- b) enrichissements des phosphates "pauvres",

c) attaque chimique des phosphates par les acides minéraux, surtout l'acide sulfurique, pour obtenir des engrais phosphatés soit directement (superphosphate simple) soit par l'intermédiaire de l'acide phosphorique, lui-même fabriqué par attaque sulfurique du minerai phosphaté brut.

Toute cette activité technologique n'a pour but que de rendre le phosphore soluble, c'est-à-dire disponible pour la végétation.

L'utilisation directe des phosphates moulus est répandue dans le monde, surtout dans certains pays (USA, USSR, la Chine), mais leur effet fertilisant dépend surtout de la présence, en quantité suffisante, de la matière organique de l'humus en l'occurrence, dans le sol. Les micro-organismes et les sucs sécrétés au niveau des racines sont en effet capables de solubiliser et d'assimiler le phosphore contenu dans le phosphate naturel.

Il n'y a que des phosphates "jeunes", encore friables qui se prêtent à ce mode d'utilisation; les phosphates anciens, dans lesquels les cristaux d'apatite sont isolés par la gangue siliceuse, restent insolubles.

Dans le cas de minerai phosphaté à faible teneur en P₂O₅ on fait souvent recours aux procédés d'enrichissement pour valoriser les minerais extraits à bas valeur commerciale. Toutefois, les investissements sont coûteux et ne peuvent être amortis que sur les capacités très importantes, le plus souvent dépassant de beaucoup des besoins internes des pays intéressés.

Les engrais phosphatés produits par des procédés chimiques, sont constitués, le plus souvent, par des sels acides de

calcium ou d'ammonium de l'acide orthophosphorique, facilement solubles.

Malheureusement dans le sol, les sels de l'acide orthophosphorique passent très rapidement de son état soluble et assimilable à une forme moins soluble ou insoluble, donc moins ou non assimilable par les plantes. Ils reconstituent de l'apatite très peu soluble, ou ce qui est pire, des phosphates de fer et d'alumine insoluble. Ce phénomène, dit la dégradation, se manifeste très rapidement en sols calcaires et dans les sols à activité aluminique et ferrique. Les ions PO_4 ayant subi une rétrogradation peuvent difficilement repasser dans la solution du sol; ils sont pratiquement perdus pour les plantes. Ils sont fixés sur le réseau cristallin des argiles ou bloqués sous des formes cristallines insolubles.

Lorsque le minerai phosphaté est attaqué par l'acide sulfurique, des autres sels, présents dans ce minerai subissent à la dissolution et libèrent leur cations; quelques uns peuvent se combiner avec l'acide orthophosphorique en formant des phosphates insolubles; tel est le cas du fer et de l'alumine. On cherche donc à éviter l'utilisation des minerais phosphatés contenant des teneurs trop élevées en Fe, Al et aussi Mg, car chaque pour cent de Fe transforme à l'état insoluble 1,25 % de P_2O_5 , chaque pour cent d'Al précipite à l'état insoluble 2,5 % de P_2O_5 .

Le phosphore qui a subi la dégradation dans le sol, ne peut être remobilisé que si les sols contiennent suffisamment de matière organique, et donc de micro-organismes.

Le procédé "HUMIFERT", qui est un procédé d'attaque des phosphates aux gas nitreux en présence de matière organique, est une solution à ces problèmes.

Il permet d'utiliser des phosphates "extraits", non enrichis pour la fabrication d'engrais contenant le phosphore à l'état assimilable, même en présence de fer et d'alumine.

Le procédé HUMIFERT est basé sur le processus chimique suivant: le réactif d'attaque du minerai est l'acide nitrique qui se forme, à partir des oxides de l'azote dans la masse même constituée par le minerai moulu et la matière organique humide. Cette formation "in situ" rend l'acide encore plus agressif, et aucun des minerais soumis à ce traitement n'a résisté.

Les oxydes d'azote supérieurs : NO_2 et N_2O_4 agressent également la matière organique sur laquelle ils sont réduits en cédant leur oxygène. Ils repassent alors à l'état de NO et N_2O_3 et se réoxydent avec l'oxygène de l'air en excès.

Ces réactions entre les oxydes d'azote, l'eau et la matière organique, aboutissent au fractionnement des molécules constituantes de la matière organique et à la formation d'acides organiques de poids moléculaires variés.

Ces acides organiques réagissent avec les cations libérés du minerai par l'acide nitrique; le calcium, le magnésium, le fer, l'aluminium se retrouvent sous forme de sels organiques peu ionisés. La formation de phosphates de fer et d'alumine insolubles qui se produit normalement dans le procédé d'attaque sulfurique, n'a pas lieu dans le procédé HUMIFERT. Le calcium, le magnésium ne se retrouvent pas à l'état de nitrates

déliquescents, mais à l'état de sels organo-minéraux non hygroscopiques.

Ces acides organiques ont en outre l'avantage de libérer des quantités équivalentes d'acide nitrique qui peuvent ainsi poursuivre l'attaque du minéral.

Dans le procédé HUMIFERT, une partie importante (30 % à 50 %) du réactif de solubilisation de minéral est ainsi apporté par les acides organiques, donnant du P_2O_5 soluble dans l'eau, là où un procédé classique donne du P_2O_5 soluble dans le citrate.

L'ensemble des réactions entre les oxydes d'azote, le minéral et la matière organique se poursuit pendant plusieurs jours. Le mûrissement du produit est assuré par une simple ventilation, au cours de laquelle des oxydes de l'azote se réoxydent et la dissolution du minéral s'achève.

En ce qui concerne ses qualités agronomiques, l'engrais obtenu par le procédé HUMIFERT contient de l'azote et du phosphore dans une proportion (1 azote pour 3 P_2O_5) convenant parfaitement à un engrais à enfouir. La matière organique a été transformée, au cours de l'attaque par les NO_x et pendant le mûrissement qui a suivi, en une gamme étendue d'acides organiques ayant des chaînes carbonées plus ou moins longues.

Les acides à chaîne courte se fixent sur le calcium et sur les autres cations libérés du minéral. Avec les cations polyvalents, ils engendrent des organo-nitrates et organo-phosphates de ces cations.

Les acides à chaîne plus longue engendrent des chélates de ces cations.

La présence dans l'engrais HUMIFERT de ces acides organiques entraîne plusieurs avantages :

- Chélation du calcium et des oligo-éléments permet de préparer l'engrais HUMIFERT en tant que correcteur de carences :

Il a été constaté, lors de la fabrication de HUMIFERT à partir de phosphates africains, riches en fer et en alumine, que le fer et l'alumine se retrouvaient dans l'engrais sous une forme de complexe organo-minéral n'ayant plus les propriétés ioniques des sels de ces cations.

Il est connu que dans de nombreux sols, les maladies de carences sont dues au manque de disponibilité de certains oligo-éléments: fer, zinc, cuivre, molybdène; la raison n'est pas que ces éléments ne soient pas présents en quantité suffisante dans le sol, mais seulement qu'ils y sont sous une forme insoluble donc indisponible.

Pour faire de HUMIFERT un correcteur de carences, il suffira d'utiliser comme matière première des minerais riches en oligo-éléments désirés, ou ajouter ces éléments sous la forme de métaux ou de leur sels; les acides organiques de HUMIFERT assureront leur chélation.

Les acides organiques formés dans HUMIFERT sont en grande partie constitués par des chaînes dérivées des noyaux phénoliques de la lignine. Ces noyaux, cassés par l'attaque oxydante des NO_x , se retrouvent à l'état de chaîne à cinq ou six carbones ayant une fonction acide à chaque extrémité. Cette conjugaison de deux fonctions acides éloignées de six carbones crée un diacide chélatant type. Les ramifications portées par les noyaux phénoliques sont,

soit oxydées en acides simples (formiques, oxaliques, maliques), soit restent attachées au squelette de la chaîne phénolique ouverte, en créant un triacide.

- Protection des ions orthophosphates contre leur rétrogradation à l'état de phosphates insolubles :

Il a été constaté de longue date que l'activité des apports phosphatés était maintenue plus longtemps dans des sels riches en humus, que dans des sols qui en étaient dépourvus. On a constaté que la vitesse de rétrogradation du P_2O_5 des engrais phosphatés était ralenti lorsque l'on associait ces engrais à une fumure organique.

Les mesures effectuées effectuées au Laboratoire de l'ENSAT ont montré que la matière organique contenue dans HUMIFERT était nettement plus active que celle des composts, de la tourbe ou même celle des acides humiques extraits du sol.

HUMIFERT présente donc, dans le domaine de l'efficacité, un double avantage :

- a) meilleure utilisation du phosphore de l'engrais, donc nécessité d'apports moins abondants,
- b) possibilité de remobilisation du phosphore insoluble provenant des apports antérieurs.

Des essais conduits par l'INERA à Ouagadougou ont confirmé également l'efficacité fertilisante du HUMIFERT nettement plus élevée de HUMIFERT que celles du TSP et SSP, sans doute en raison de l'effet synergétique de l'azote et de la matière organique présents dans HUMIFERT.

Pour le cas particulier de la Mauritanie, l'atelier de fabrication d'engrais organo-minéral suivant ce procédé utiliserait les matières premières suivantes :

- a) phosphate naturel moulu, non enrichi,
- b) matière organique sous la forme de balles de riz,
- c) ammoniac liquide

Le phosphate naturel et la matière organique sont disponibles sur place, cette dernière étant, jusqu'à présent, un déchet inutile dans une rizerie. De quantités faibles d'ammoniac nécessaire pour la fabrication seront fournies, sous forme liquide, par voie maritime à Nouakchott, et ensuite par voie routière, à l'atelier en question.

L'unité de fabrication d'engrais HUMIFERT prévoit plusieurs stades qui sont montrés sur le schéma simplifié (voir l'annexe n° 6)

Les oxydes d'azote sont produits par oxydation à l'air de l'ammoniac, selon le procédé catalytique bien connu, utilisé dans les unités d'acide nitrique. Cette réaction exothermique trouve lieu à 800°C. Les calories engendrées sont récupérées et servent à sécher le produit fini.

Les gaz, additionnés d'air, sont refroidis; ils passent alors à l'état d'oxydes supérieurs de l'azote. Ils sont ensuite admis dans le réacteur de saturation.

Le phosphate moulu est mélangé à de la matière organique (balle de riz) broyée et saturée d'eau. Il est introduit dans le réacteur de saturation à l'aide d'une pompe à piston.

Le réacteur contient des plateaux, et le produit solide descend d'un plateau à l'autre à l'aide d'un dispositif approprié. Les gaz, qui traversent le réacteur en cocourant, sont purgés à la partie inférieure. Ils sont alors épuisés (ils contiennent seulement de l'azote et de l'oxygène) et peuvent être rejetés à l'atmosphère.

Le produit extrait à la partie inférieure contient environ 40 % d'eau. Il est envoyé dans un appareil où il est soumis à un débit d'air qui assure une bonne oxydation des composés nitreux.

Le produit est alors mis en tas et ventilé par aspiration d'air à travers sa masse. La durée du mûrissement est en moyenne de trois semaines.

Pendant ce mûrissement, une partie importante de l'humidité disparaît. Le produit est alors extrudé et séché.

En se fondant sur l'analyse chimique des phosphates mauritaniens non enrichis, les calculs effectués sur l'ordinateur par "SOFRECHIM" donnent pour ce produit les teneurs en éléments nutritifs suivantes :

N	-	4 %
P ₂ O ₅	-	12 %

La Société SOFRECHIM dispose d'une unité pilote, construite à Toulouse, qui a servi à mettre au point ce procédé et à tester les produits finaux sur de différents matières premières.

Il faut souligner que le procédé HUMIFERT est particulièrement adapté à utiliser les phosphates naturels à faible dosage de P_2O_5 , donc à l'état non enrichi.

Puisque le procédé n'a été élaboré et breveté qu'en 1985, il n'y a aucune référence industrielle dans l'immédiat;

o o o

Les conditions subtropicales imposent un apport plus important d'azote dans le sol. Si on veut éviter l'importation d'engrais, on peut envisager un choix entre deux fabrications possibles : du nitrate d'ammonium à 33,5 % N ou de l'urée à 46 % N. La production d'urée qui nécessite des quantités importantes de CO_2 n'est économiquement justifiée que si la synthèse de l'urée et la synthèse de l'ammoniac dont CO_2 est un produit résiduaire, sont effectuées dans l'enceinte de la même usine.

Compte tenu du manque de matières premières (le gaz naturel ou le pétrole brut) et l'échelle de la production, la construction d'une unité d'ammoniac ne peut pas être envisagée actuellement. Malgré une certaine tendance de construire de petites unités d'ammoniac et d'urée qui s'est manifesté dans la 2ème moitié des années 70, la capacité de ces mini-unités ne descend jamais au-dessous de 100 t/jour de NH_3 , ce qui dépasse de beaucoup les besoins en NH_3 de la

Mauritanie. Si on en ajoute l'infrastructure insuffisante, cette variante est à exclure.

Le nitrate d'ammonium était un de principaux engrais azotés, à une teneur élevée de N. On l'a largement utilisé aux USA jusqu'à l'introduction de l'ammoniac liquide comme engrais. Il devait sa popularité grâce à l'assimilation facile d'azote sous forme de nitrate par les plantes. Pourtant il n'est pas recommandé pour des régions climatiques sévères. Les conditions climatiques de la Mauritanie où des températures très élevées prédominent, donneraient lieu à des pertes considérables d'ammoniac par évaporation.

Une capacité de production trop petite (60 t/an env.) et les difficultés inhérentes au transport de l'acide nitrique font cette variante également peu intéressante. Il faut ajouter que cet engrais est depuis des années récentes efficacement supplanté par l'urée.

Si l'on tient compte de l'absence d'autres possibilités de satisfaire des besoins d'azote, il ne reste que l'importation complémentaire de l'urée qui est un engrais azoté de valeur (46 % N env.), universellement disponible sur le marché. L'urée peut être utilisée telle quelle sous sa forme simple, ou être mélangée avec d'autres engrais, dans une proportion définie suivant les besoins du marché.

Comme suite à ce qui a été évoqué plus haut, on propose la IIIème étape du programme visant à satisfaire les besoins en engrais de la R.I.M. Cette étape consiste à une expansion de l'atelier de mélange d'engrais de 25 - 30.000 t/an.

Un certain surplus de la capacité de production par rapport aux besoins définis dans notre Rapport, permettra d'assurer

une élasticité et une adaptation de la production à des besoins instantanés du marché.

Dans l'annexe n° 7 on a montré le schéma des liaisons technologiques du "Programme de transition", regroupant les trois étapes de réalisation. La solution proposée devrait satisfaire les besoins d'engrais en R.I.M., jusqu'à ce que les conditions appropriées pour la création de l'industrie d'engrais phosphatés à grande échelle seront opportunes. Il faut noter que la solution proposée, in conventionnelle, de construire des mini-unités, est dotée des avantages supplémentaires qui ne sont pris en compte que rarement, dont :

- le temps de la réalisation, donc de l'immobilisation du capital, est relativement court, ce qui réduit les frais du capital,
- le temps nécessaire au démarrage et à la maîtrise de la pleine capacité est plus court,
- le remboursement du capital investi est plus rapide,
- les capacités de production sont mieux utilisées, dues à une meilleure adaptation de la production à la demande locale,
- les coûts de pièces de rechange sont réduits, elles peuvent être partiellement fabriquées sur place,
- les coûts de la formation du personnel sont relativement plus bas,

- les coûts de personnel étranger employé lors des travaux de chantier, de démarrage et de la première mise en marche sont réduits.

Tous ces facteurs doivent être suffisamment convaincants pour engager des efforts visant à la construction d'un mini-complexe d'engrais.

Des unités de production de l'engrais "HUMIFERT" et de mélange, chacune d'une capacité de 20.000 t/an peuvent être conçues en tant que "modules", ce qui permettrait de les "copier" arbitrairement en cas de besoin et les installer à des endroits différents du pays, où leur implantation serait la plus favorable pour les problèmes du transport.

L'implantation du mini-complexe d'engrais est imposée par la situation locale. Etant donné que les gisements des phosphates et la rizerie se trouvent dans la région de Kaédi, et en même temps, la majorité du périmètre irrigué est contiguë à la rive droite du fleuve Sénégal, l'implantation du complexe à proximité immédiate de la ville Kaédi semble la plus justifiée. Les gisements sont situés dans un rayon de 30 km env. de Kaédi.

Kaédi est reliée avec Nouakchott par une voie à revêtement dur (350 km env.) et, ce qui n'est pas sans importance, possède une communication aérienne avec la capitale du pays.

Le transport des engrais aux endroits plus éloignés peut s'effectuer par le fleuve Sénégal qui coule dans le voisinage immédiat de la ville.

Les bâtiments de stockage pour les engrais importés ainsi que les stockages d'ammoniac doivent être prévus aussi bien

dans le port (stockages principaux et intermédiaires) que dans l'atelier de fabrication.

Dans l'immédiat, le seul moyen de transport qui peut être utilisé est le transport routier au moyen de camions, p. ex. à 25 t, et de camions-citernes.

V. CONCLUSIONS - RECOMMANDATIONS

1. Il faut poursuivre des travaux de prospection géologique dans les terrains qui sont déterminés comme sulfurifères pour estimer les réserves existant dans les gisements identifiés du soufre.

2. Avant de procéder à l'élaboration du stade suivant du projet, notamment de l'Etude de Faisabilité ("Feasibility Study") dont le coût est estimé à 2 mln \$, il serait indispensable de faire réviser et compléter le "Rapport Préliminaire sur le Programme d'Exploitation et d'Utilisation des Phosphates Mauritanien" terminé en 1986, en prenant en considération des remarques comprises dans le présent Rapport; ces remarques suggèrent ce qui suit :

- la mise à jour des frais d'investissement (tenir également compte des indices d'inflation et des changements de cours monétaire local),
- l'élaboration d'une étude de marketing,
- l'élargissement du "Rapport Préliminaire.." par l'addition d'une variante technologique prévoyant la fabrication d'acide sulfurique sur place, basée sur :
 - . le soufre importé,
 - . le soufre de propres ressources;

Dans ce dernier cas, il serait utile d'envisager également la fabrication des engrais finis.

- l'échelonnement de l'ensemble du programme d'investissements sur des étapes réalisées successivement, ce qui permettra de raccourcir les périodes d'immobilisation du capital d'investissement,
- l'adoption d'une hypothèse plus réaliste en ce qui concerne les taux d'utilisation des capacités de production et leur effet sur le calcul du rendement économique du Programme.

3. l'élaboration d'une étude de faisabilité pour le programme de transition faisant objet du présent Rapport, visant à combler des besoins courants de la Mauritanie en engrais jusqu'à la construction du "grand" complexe d'acide phosphorique.

Les recommandations du présent Rapport prévoient la construction d'un atelier d'engrais dans la région de Kaédi, correspondant par sa taille aux besoins de cette région, qui dans l'immédiat est la seule région agricole nécessitant des apports d'engrais; cette construction se compose des étapes suivantes :

- Etape I
- L'aménagement de la mine des phosphates à ciel ouvert, y compris une laverie et broyage des phosphates, d'une capacité de 15.000 t/an;
 - La construction d'un atelier de mélange d'engrais simples importés, du type varié (N, P, K), d'une capacité de 30.000 t/an d'engrais;

Etape II - La construction d'un atelier de fabrication d'engrais organique NP par le procédé "HUMIFERT", d'une capacité de 20.000 t/an d'engrais en masse;

Etape III - L'extension de l'atelier de mélange de la 1ère Etape, de 25 - 30.000 t/an d'engrais.

Une justification économique de ce Programme est fournie dans les annexes de n° 8 à 12.

Les frais de "l'Etude de Faisabilité" relatives à ce Programme sont évalués à 500.000 \$ env. (voir annexe n° 13).

4. Afin de "préparer" le marché d'engrais qui actuellement est presque inexistant, les autorités de la Mauritanie doivent sans tarder entreprendre une action d'instruction en vue de convaincre les agriculteurs de l'efficacité de la fertilisation et de bénéfiques qui en résultent, créer des conditions qui peuvent faciliter aux paysans leur approvisionnement, p.ex. par l'introduction d'un système d'emprunts bancaires à court terme et aux intérêts relativement faibles pour les périodes depuis la fertilisation jusqu'aux récoltes, et enfin, réaliser une politique financière et douanière plus encourageante pour l'utilisation des engrais, qui actuellement ne sont importés que dans des quantités négligeables.

Il faut souligner que les prix des engrais pour la campagne agricole 1988/89, officiellement établis, sont très élevés,

ce qui ne favorise absolument pas la croissance de la demande d'engrais.

Ces prix sont :

- l'urée : 24,25 à 28,99 UM/kg (289 à 345 \$/t)
 - le TSP : 25,50 à 30,24 " (303 à 360 ")
- (variations des prix en fonction du lieu de la vente).

5. Il faut poursuivre des essais pédologiques intensives, de manière à reconnaître le plus vite possible la nature des sols arables; ceci permettra de sélectionner les engrais dont la composition pourra assurer un rendement maximal de la fertilisation.
6. Les besoins en aliments concentrés pour le bétail, basés sur P_2O_5 , sont trop faibles pour que l'achat d'une licence et d'un savoir-faire pour créer la production propre soit justifié.

Implantation des forages de recherche

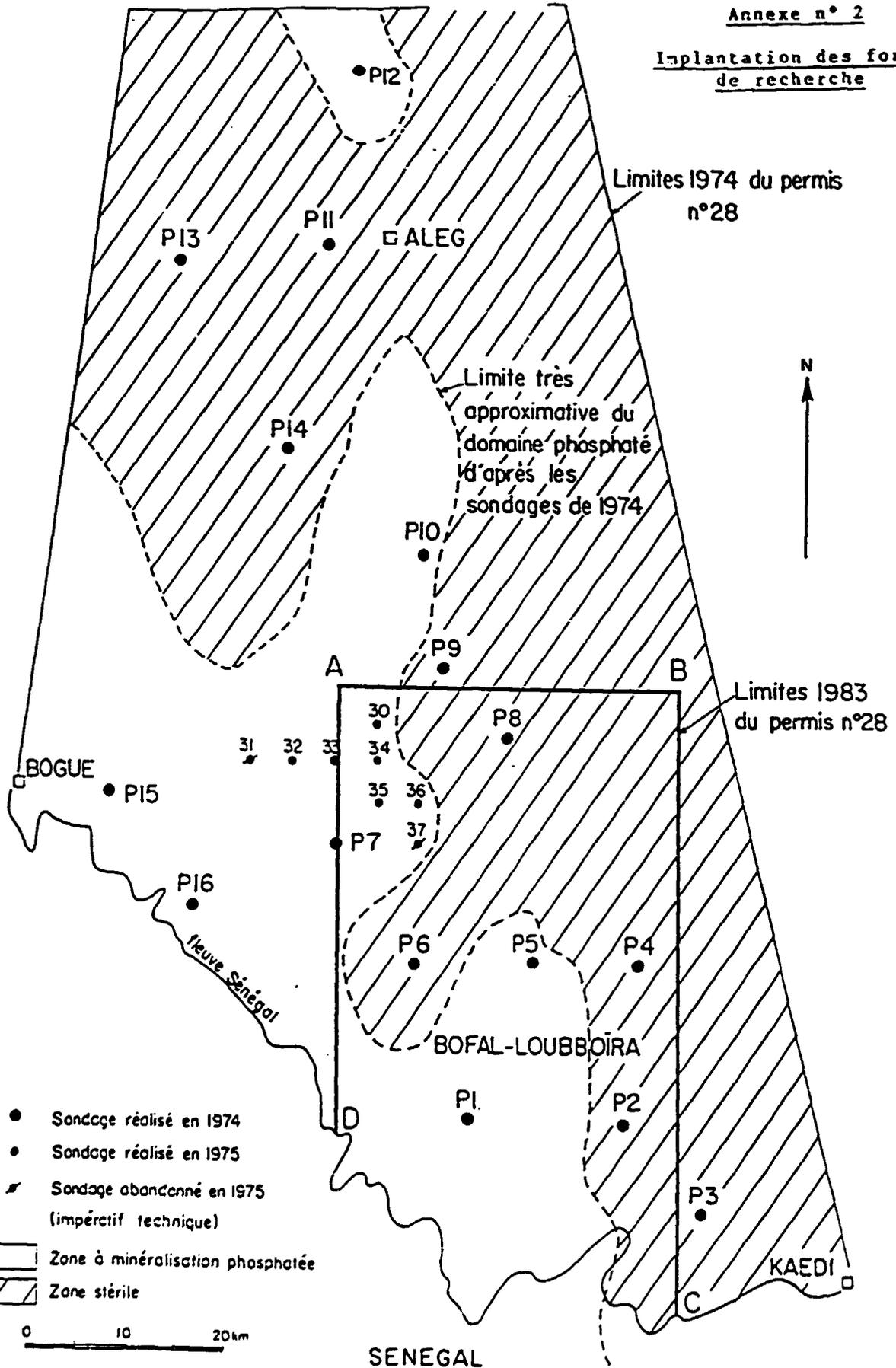
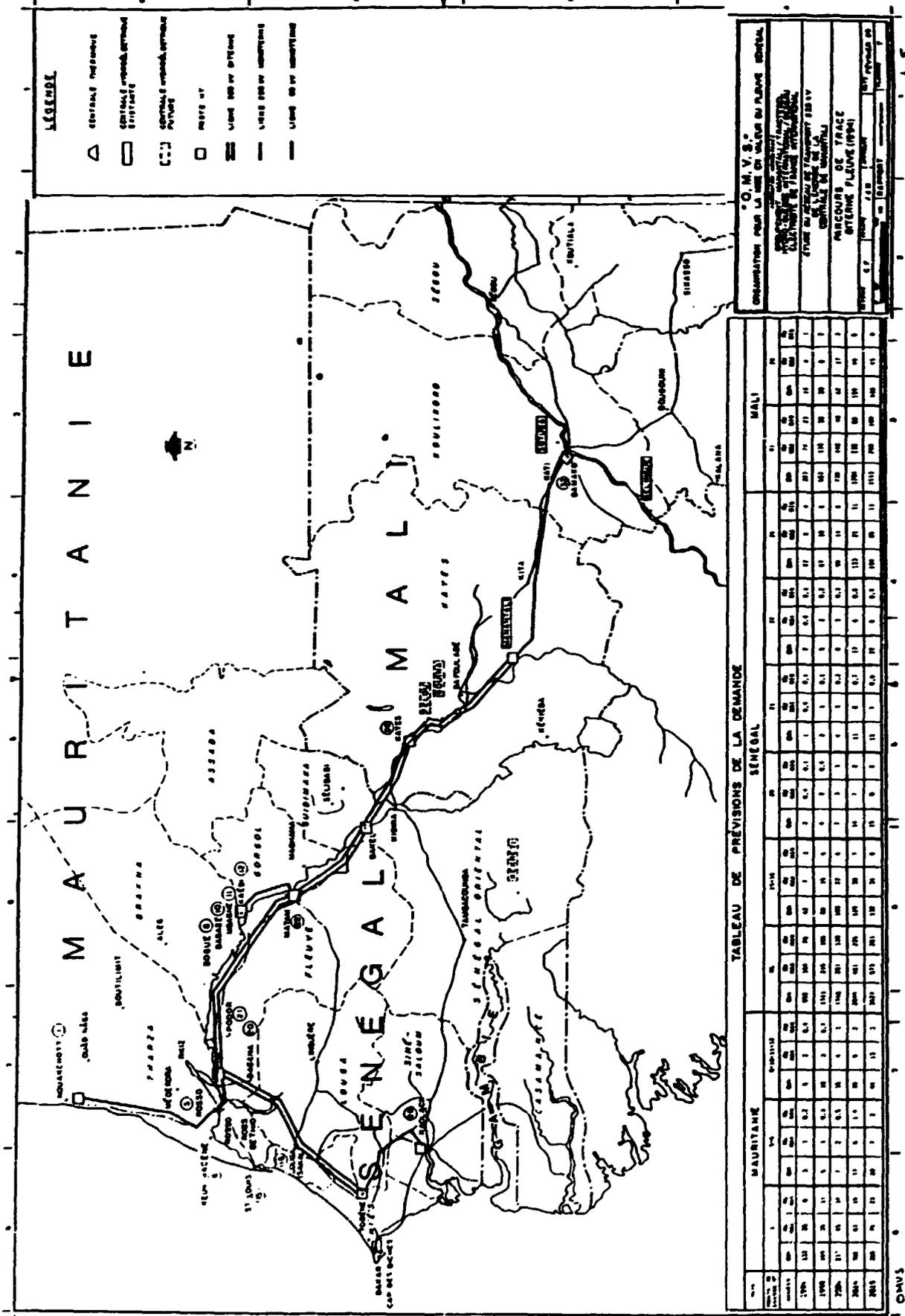


Fig. 2 - Limites anciennes et actuelles du permis 28 pour la recherche de phosphates et situation des sondages de recherche de 1974 et 1975

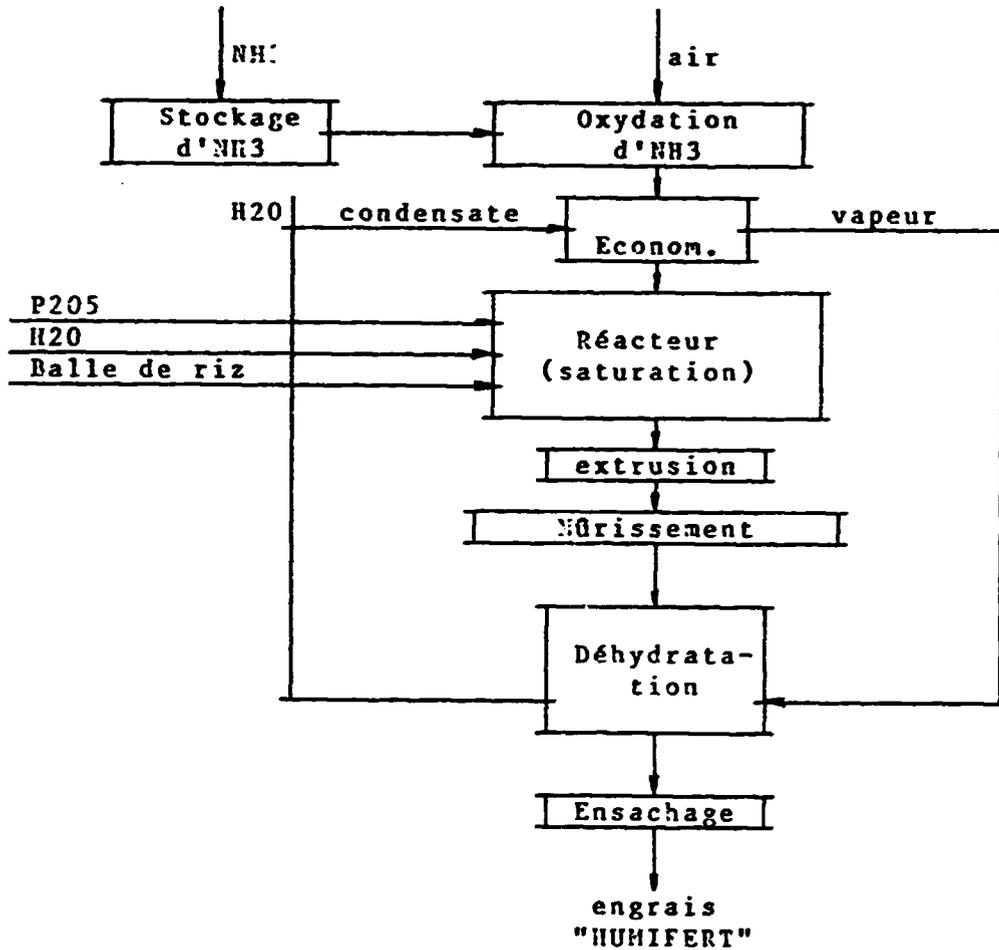
ANALYSES CHIMIQUES DU MINÉRAI TOUT-VENANT
(en %)

Eléments	Bofal (puits 3)	Loubboïra (puits 67, 78)
P ₂ O ₅	20,15	19,40
SiO ₂	40,23	36,30
Na ₂ O	0,18	0,14
K ₂ O	0,11	0,13
MgO	0,18	0,51
CaO	28,90	28,10
Fe ₂ O ₃	1,70	2,66
MnO	0,13	
Al ₂ O ₃	2,36	5,20
TiO ₂	0,10	0,25
CO ₂	1,56	1,70
SO ₃	0,27	0,08
H ₂ O ⁻	1,49	1,38
H ₂ O ⁺	0,49	2,85
Cl ⁻	0,06	0,01
C organique	0,27	0,014
F	1,60	2,14
Perte au feu à 1 000°	5,49	5,65
-O pour F	0,674	0,90
TOTAL	99,754	99,954

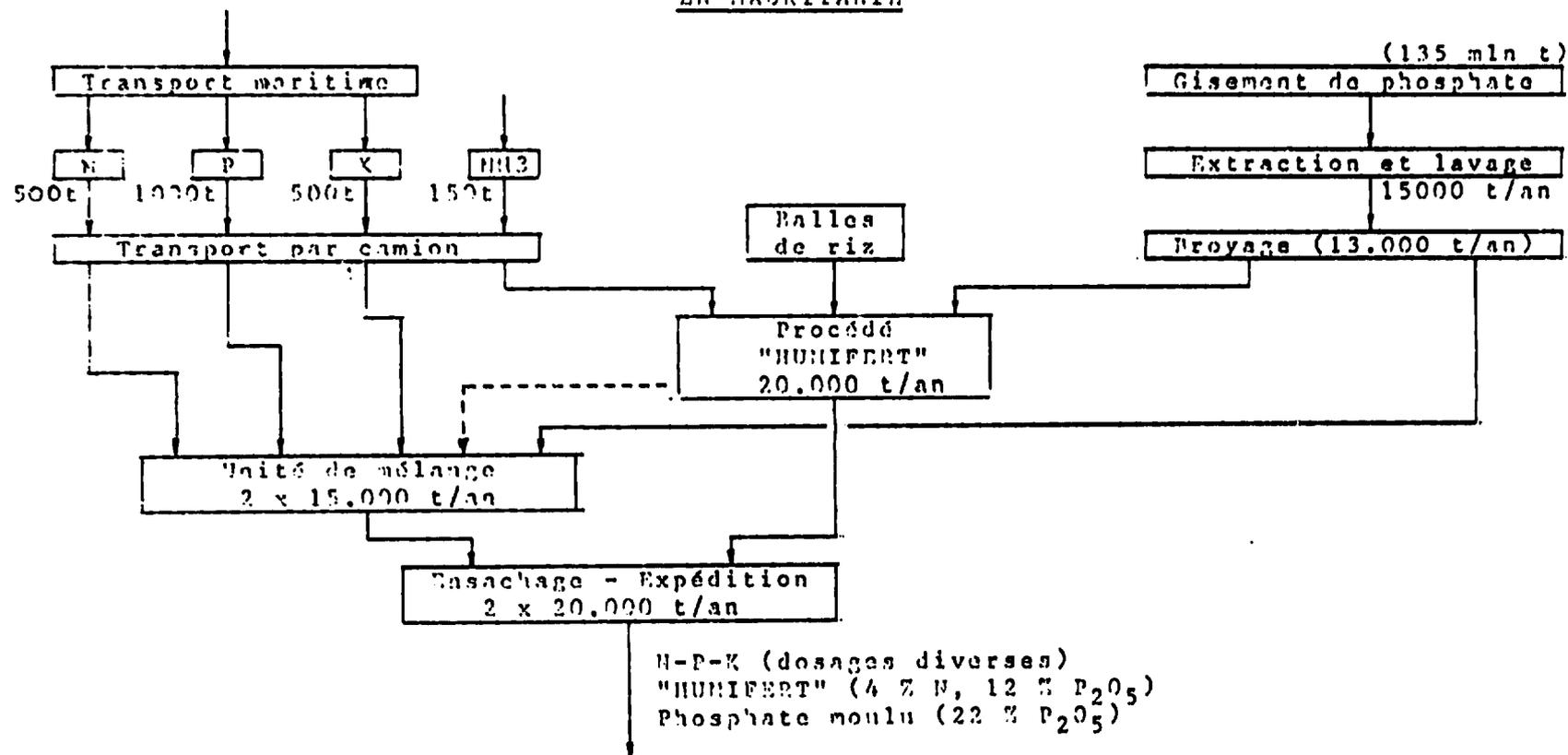
Réseau des lignes de transport 225 kv
(projet)



SCHEMA SIMPLIFIE
DU
PROCEDE "HUMIFERT"



SCHEMA DE FABRICATION
POUR LE PROGRAMME INTERMEDIAIRE
"HIMI-INDUSTRIE D'ENGRAIS"
EN HAURITANIE



COUT D'INVESTISSEMENT
MINI-COMPLEXE D'ENGRAIS
PAR ETAPES
(Estimation)

(1 \$ = 85 UH)

10 ⁶ \$	10 ⁶ UH
--------------------	--------------------

Ière Etape

1. Stockage au port Nouakchott		
- N (urée : 500 t)		
- P (TSP, SSP, MAP, DAP, autr.: 1000 t)		
- K (KCl, autres : 500 t)	0,35	29,75
2. Extraction et Préparation Phosphates		
- extraction, laverie (15.000 t/an)	1,50	127,50
- broyage (13.000 t/an)	0,50	42,50
3. Mélange d'engrais + phosphate moulu (15.000 t/an)	0,40	34,00
4. Ensachage (20.000 t/an)	0,35	29,75
5. Moyens de transport	0,30	25,50
	<u>3,40</u>	<u>289,00</u>

IIème Etape

6. Stockage d'NH3 liquide (150 t)	0,30	25,50
7. Unité "HUMIFERT" (20.000 t/an)	5,00	425,00
8. Stockage balles de riz	0,05	4,25
	<u>5,35</u>	<u>454,75</u>

IIIème Etape

9. Mélange d'engrais + phosphate moulu (extension de 15.000 t/an)	0,25	21,25
10. Ensachage (extension de 20.000 t/an)	0,25	21,25
	<u>0,50</u>	<u>42,50</u>
GRAND TOTAL	9,25	786,25
