



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

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



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

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

## FAIR USE POLICY

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

## CONTACT

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

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



18637-F

Distr.  
LIMITEE

ID/WG.497/3(SPEC.)  
4 avril 1990

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

ORIGINAL: FRANCAIS

Réunion d'experts sur le  
traitement et l'utilisation  
des phosphates

Dakar, Sénégal, 3-6 janvier 1990

**RAPPORT**

## PREFACE

Le système de consultations industrielles est le dispositif qui permet à l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) de servir de forum pour les pays développés et les pays en développement dans leurs contacts et discussions visant à l'industrialisation des pays en développement. Parmi les participants aux consultations, on trouve des représentants du gouvernement, des pouvoirs publics, du secteur industriel, du monde du travail, des groupes de consommateurs, etc, des pays concernés.

Les avantages de ce système sont, entre autres, de pouvoir identifier les obstacles au développement industriel des pays en développement, observer les tendances de l'économie mondiale et de permettre ainsi d'élaborer des mesures pratiques pour accroître la production industrielle des pays en développement, ainsi que de chercher des formes nouvelles de coopération industrielle dans les relations Nord-Sud et Sud-Sud.

Depuis l'établissement du système en 1975\*, les consultations ont porté sur 16 secteurs industriels et deux thèmes généraux. Le système de consultations industrielles réunit les personnes responsables des prises de décisions et leur offre la possibilité de délibérer et de suggérer des mesures concrètes en faveur de l'industrialisation des pays en développement. De multiples innovations (alternatives technologiques, développement intégré, contrats) ont été formulées dans le cadre du programme, ouvrant la voie à des possibilités de mettre au point des projets d'assistance technique, d'assurer le concours des investisseurs et le transfert des techniques.

Grâce à leur caractère consensuel et régulateur, les consultations se sont avérées un moyen efficace pour équilibrer différents intérêts dans le domaine de la coopération industrielle internationale, contribuant, dans une mesure considérable, à aider les pays membres à mettre au point les stratégies et la politique du développement industriel.

Le système de consultations fonctionne sous la direction permanente et directe du Conseil du développement industriel de l'ONUDI. En plus des revues annuelles et de l'examen périodique des résultats de ses travaux, le système a été soumis en 1989 à une analyse approfondie qui a permis de constater qu'il favorise aussi la mise au point et la définition de la politique et des programmes de l'ONUDI.

---

\*Rapport de la deuxième Conférence générale de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ID/CONF 3/31), chap. IV.

TABLE DES MATIERES

	<u>Paragraphes</u>	<u>Page</u>
PREFACE .....		3
INTRODUCTION .....	1-5	6
A. Historique de la réunion d'experts .....	2-4	6
B. Objectifs de la réunion d'experts .....	5	6
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS .....	6-10	7
<u>Chapitre</u>		
ORGANISATION DE LA REUNION .....	11-36	8
A. Ouverture de la réunion .....	14-17	8
B. Résumé des délibérations .....	18-34	9
C. Clôture de la réunion .....	35-36	11
<u>Annexes</u>		
I. Ordre du jour .....		13
II. Liste des participants .....		14
III. Liste des exposés .....		18
IV. Résumé des exposés .....		21

## INTRODUCTION

1. La réunion d'experts sur le traitement et l'utilisation des phosphates s'est tenue à Dakar, Sénégal, du 3 au 6 janvier 1990. Cette réunion a eu lieu conformément aux recommandations de la Consultation régionale sur les industries des engrais phosphatés et des pesticides en Afrique (Yamoussoukro, Côte d'Ivoire, 12-16 décembre 1988). Un des buts de la réunion était de contribuer, dans les pays africains, à la promotion et à l'expansion de l'industrie qui joue un rôle crucial dans l'amélioration de la productivité agricole et d'assurer ainsi l'autosuffisance en matière de production alimentaire.

### A. Historique de la réunion d'experts

2. Les phosphates occupent une place primordiale dans le secteur des engrais. La situation actuelle de la production des phosphates et de leur transformation en engrais connaît un certain nombre de problèmes majeurs à presque tous les stades des opérations. Les gisements de phosphate connus sont nombreux; les producteurs et exportateurs de phosphates dans le monde commencent cependant à avoir des problèmes d'exploitation. La demande de produits de meilleure qualité est à l'origine de nouvelles exigences en matière d'enrichissement des phosphates, et les problèmes que posent la consommation d'énergie et la protection de l'environnement vont aussi s'exacerber.

3. Il existe, en outre, dans certains pays africains des gisements de phosphates qui, par suite de leur teneur moyenne ou pauvre, sont difficiles à exploiter ou dont la mise en valeur est entravée par des contraintes techniques et économiques. Un échange de données d'expérience sur de multiples sujets liés à la production de phosphates et au développement de l'industrie des engrais phosphatés s'impose donc.

4. Certains pays africains, dont le Maroc, la Tunisie et le Sénégal, comptent parmi les grands producteurs mondiaux de phosphates et ont accumulé une expérience très précieuse dans le domaine de l'extraction, de la concentration et du traitement des phosphates. L'industrie des phosphates fournit l'un des premiers produits d'exportation de ces pays.

### B. Objectifs de la réunion d'experts

5. Les objectifs de la réunion étaient les suivants :

a) Evaluation des techniques de traitement (notamment les techniques permettant de réduire les impuretés et de les ramener à un niveau acceptable) qui permettent d'enrichir les phosphates à faible et moyenne teneur pour les utiliser comme matières premières dans la fabrication d'engrais phosphatés;

b) Définition des possibilités et limites d'application des phosphates naturels à faible et moyenne teneur et des concentrés sous forme de mini-granules, en envisageant aussi la filière d'acidulation partielle;

c) Examen des possibilités et conditions de création d'installations pilotes et d'installations commerciales pour l'exploitation et le traitement des gisements de phosphates existant dans certaines régions d'Afrique, à l'aide de techniques classiques et nouvelles;

d) Présentation d'une évaluation établie d'après une enquête portant sur les techniques d'enrichissement utilisées avec succès pour les phosphates de

qualité médiocre et moyenne, notamment sur les procédés mis au point dans certains pays en développement (Brésil, Inde, Pakistan, Tunisie etc.);

e) Exposé des perspectives de développement, de production et d'application d'engrais non classiques, tels que produits liquides et de faible dosage, selon le type et la teneur en éléments nutritifs, obtenus à partir de phosphates à faible et moyenne teneur.

#### CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

6. Etant donné que peu de pays africains ont une population suffisante pour consommer la production d'engrais d'usines de rang mondial construites dans les pays disposant de matières premières, il est recommandé de ne démarrer ces projets que si l'étude de faisabilité démontre sans ambiguïté que les produits obtenus sont compétitifs avec les produits similaires du commerce mondial tant à l'exportation qu'à l'importation et, cette condition remplie, de promouvoir une coopération transnationale à l'échelle de la région ou de la sous-région de nature à favoriser le développement des activités de cette industrie.

7. Cette recommandation s'applique aussi aux projets moins importants ou même aux mini-usines situées dans des régions enclavées et disposant de ressources naturelles indigènes. Si leur zone d'influence dépasse les frontières, il faut essayer de leur permettre de couvrir cette zone.

8. La prochaine réunion technique devra faire le point, de façon très concrète, sur les possibilités techniques actuelles en matière de mini-usines de toutes natures produisant acide sulfurique, ammoniac, superphosphate, phosphate partiellement acidifié, etc., ainsi que des matériaux de construction classiques et alternatifs (c'est-à-dire ceux qu'on peut trouver dans les pays en développement).

9. Lorsqu'un projet d'intérêt local a été défini et prouvé viable, il faut le développer sans hésiter et non pas essayer de le transformer en un projet de rang mondial - ce qui le condamnerait par manque de débouchés suffisants.

10. L'ONUDI devra identifier les sous-produits fatals mais utiles comme l'anhydride sulfureux, l'acide sulfurique, etc. actuellement inutilisés et leur trouver des utilisateurs potentiels.

## ORGANISATION DE LA REUNION

11. La réunion d'experts sur le traitement et l'utilisation des phosphates a été organisée par l'ONUDI et parrainée conjointement par les Industries chimiques du Sénégal (ICS), la Compagnie sénégalaise des phosphates de Taïba (CSPT) et la Société sénégalaise des phosphates de Thiès (SSPT) sous la tutelle du Ministère du développement industriel et de l'artisanat du Sénégal en collaboration avec le Centre d'études supérieures africain en gestion (CESAG) qui a fourni le support logistique de la réunion.

12. Des représentants de douze pays, dont huit pays africains (Algérie, Burkina Faso, Burundi, Guinée, Malawi, Niger, Ruanda, Sénégal) et d'organisations internationales [(Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Communauté économique de l'Afrique de l'Ouest (CEAO), Autorité du Liptako Gourma, Centre international de développement des engrais (IFCD)] ont pris part à cette réunion.

13. L'ordre du jour de la réunion figure en annexe I, la liste des participants en annexe II, la liste des exposés en annexe III et les résumés des exposés en annexe IV à ce document

### A. Ouverture de la réunion

#### Déclaration du Chef de cabinet du Ministre du développement industriel et de l'artisanat

14. La réunion, après l'allocution prononcée par le représentant de l'ONUDI, a été ouverte par le Chef du cabinet du Ministre du développement industriel et de l'artisanat. Ce dernier a déclaré que les points inscrits à l'ordre du jour de la réunion étaient d'actualité compte tenu de la situation qui prévalait dans la filière et ses retombées économiques et sociales. Il subsiste, en effet, en dépit des mesures prises, des contraintes liées à la production et à son écoulement tant sur le marché local que sur les marchés d'exportation, influant fortement sur le développement de la filière. Des mesures sont donc nécessaires à sa revitalisation, notamment la mise au point d'une approche intégrée de la production et de son utilisation et le choix des options technologiques. C'est là le but vers lequel tous les efforts doivent tendre.

15. En Afrique on constate dans beaucoup de régions une surexploitation des sols qui risque d'entraîner une régression de la production agricole avec toutes les conséquences qui en découlent. Il faut parvenir à une régénération de ces sols en encourageant la production et la consommation des engrais. Cela suppose non seulement que le produit fini soit accessible aux populations rurales - les principaux utilisateurs - mais aussi qu'il soit une matière riche du fait de ses composants. Il faut, en somme, apporter des améliorations importantes dans la fabrication du produit.

16. Dans le domaine du choix des options technologiques, l'exploitation et la valorisation de petits gisements de phosphates, souvent situés dans des régions enclavées, ont une importance particulière. C'est pour cette raison que la création de petites unités d'engrais viables et correspondant aux besoins locaux doit être examinée de près. Une fois une telle formule retenue par la réunion d'experts, il faudra se pencher sur les conditions de son application par le biais de la coopération internationale, dont l'ONUDI est un des principaux acteurs.

17. Une visite technique a été organisée pour les participants à la réunion dans les locaux et installations des Industries chimiques du Sénégal (ICS) et dans ceux de la Compagnie sénégalaise des phosphates de Taïba (CSPT) à proximité de Dakar.

#### B. Résumé des délibérations

18. Les participants ont été unanimes à trouver qu'il fallait avoir une approche intégrée du problème et bien distinguer, au sein de cette approche, quels étaient les domaines prioritaires. En tout premier lieu on doit placer l'autosuffisance alimentaire et donc l'agriculture. Pour permettre d'intensifier la production agricole qui exige le recours à des intrants (dont les engrais) il faut trouver les voies et moyens de surmonter simultanément les obstacles qui s'opposent à leur usage. Ces obstacles ont été classés comme suit par ordre d'importance décroissante.

- Le financement du coût des intrants;
- La formation et l'information des paysans;
- La distribution physique des intrants;
- L'organisation sociale des rapports entre propriétaires terriens et fermiers par les contrats de métayage;
- Les risques de ne pas trouver à temps (problème de la conservation des denrées périssables) un marché susceptible d'absorber les excédents produits.

19. Si ces obstacles sont surmontés, l'industrie devra s'organiser pour fournir les intrants de la qualité souhaitée au moment voulu et au meilleur prix "rendu racine". Cette notion du prix "rendu racine" est essentielle en Afrique, comme l'a fait remarquer le délégué de la FAO. Elle comporte, outre le coût départ (ex-usine ou port d'importation), l'ensemble des frais de rapprochement : transport, entreposage, négoce et commissions, cet ensemble pouvant être dans certains cas supérieur au coût départ.

20. Que peut-on conclure de ce qui précède pour ce qui concerne les engrais ? On a proposé de distinguer deux cas, à savoir :

- Les régions ouvertes. Ces régions sont situées à moins de 500 km des ports maritimes. Le prix des engrais doit y être celui des transactions internationales plus les frais de rapprochement de l'ordre de quelque 10 % du prix départ. Toute implantation industrielle dans ces zones doit être à même d'affronter cette concurrence localement et de la combattre en vendant ses excédents à l'exportation.

- Les régions enclavées. Dans les régions enclavées les frais de rapprochement augmentent au fur et à mesure que l'on s'écarte des ports, ce qui offre une chance plus grande aux productions locales de petite taille basées sur des ressources indigènes.

21. Dans l'un et l'autre cas la conception des unités de production réclame un parfait professionnalisme de la part des maîtres d'oeuvres, tant pour la détermination du gisement de phosphates - quantitativement et qualitativement - que pour l'exploitation de ce gisement ou pour la transformation économique du minerai en un fertilisant phosphaté au moyen d'un éventuel enrichissement du minerai et/ou une opération visant à solubiliser le phosphore.

22. Il faut encore que le maître d'oeuvre soit supervisé par des responsables ou promoteurs dont la parfaite intégrité s'appuie sur une compétence indiscutable afin de pouvoir juger en toute indépendance la qualité des informations reçues et la pertinence des options suggérées.

23. Enfin il y a lieu de prendre intégralement en compte l'organisation lucide du transfert des techniques comportant les trois étapes essentielles que sont la formation, l'assistance et l'encadrement. Ceci fait, il faut l'organiser, en chiffrer le coût et en régler le financement, dans ou en dehors des limites du budget ou en dehors de ces limites mais en temps utile.

24. Les petites unités locales de fabrication d'engrais doivent être simples, rustiques et flexibles, bon marché, facile à exploiter. Etant donné l'intérêt qu'elles présentent (économie éventuelle de devises, avantage d'une production locale quant à la garantie de fourniture et à la réduction des coûts de rapprochement), on s'est mis d'accord pour considérer qu'il était recommandable de stimuler ces unités soit par une exemption de taxes, soit en subventionnant temporairement les ventes d'engrais.

25. Les participants semblent cependant unanimes à considérer que ces avantages ne doivent pas avoir un caractère permanent; si tel était le cas, cela signifierait que l'unité privilégiée n'a pas de justification économique ni sociale. Pour développer de tels projets, il faut former des spécialistes qui suivent le projet dès l'origine et les affecter au projet jusqu'à sa réalisation finale. Il faut se méfier des techniques nouvelles et avoir plutôt recours à des techniques éprouvées.

26. Toutefois, si l'on se trouve dans un cas unique - par la nature des matières premières ou les conditions d'accès aux additifs - il y a lieu d'être très prudent et de procéder à des vérifications successives avant la réalisation industrielle.

27. Des participants ont signalé l'existence de sources possibles de matières premières fatales comme l'acide sulfurique associé à des unités de grillage de minerais de cuivre en Amérique du Sud, ou l'anhydride sulfureux non récupéré de certaines unités de grillage qui pose des problèmes d'environnement locaux et régionaux. Ces participants souhaitent que l'ONUDI mette les parties en présence d'utilisateurs potentiels pour vérifier s'il y a offre et demande et si les moyens existent de les faire se rencontrer économiquement par exemple, par une organisation judicieuse des transports ou par des "swaps".

28. L'accent a été mis sur l'importance de promouvoir une coopération régionale afin de favoriser le développement industriel en l'appuyant sur un marché plus large, mais il est bien entendu que ceci doit se faire dans les conditions de compétitivité énoncées ci-dessus. (On a noté à ce propos l'amertume des Industries chimiques au Sénégal qui ont donné un droit de premier refus à NAFCON pour leurs achats d'ammoniac, mais ne sont pas payées de retour pour les achats d'acide phosphorique de NAFCON).

29. Plusieurs participants sénégalais se sont plaints du fait que leurs engrais sont concurrencés sur certains marchés par des produits livrés par les pays industrialisés à des conditions de dumping permises par le fait que ces pays font des "dons" aux pays en développement. A ce sujet, le Centre international de développement des engrais (IFDC) a signalé qu'il est intervenu auprès des donateurs pour leur demander d'adresser aussi leurs appels d'offres aux pays de la région.

30. Les producteurs africains souhaitent que l'on puisse relancer la consommation d'engrais en répondant au premier obstacle signalé : le financement des engrais. L'agriculture est subventionnée partout dans le monde mais on interdit à leurs pays de le faire. L'équité demande qu'on leur permette de subventionner - modérément et temporairement - leur agriculture pour amorcer son intensification.

31. Un participant a fait remarquer qu'il ne suffisait pas de se convaincre entre experts de l'utilité et des limites des mini-projets d'intérêt local, mais qu'il fallait en plus convaincre les fonctionnaires nationaux de l'utilité de tels projets de petite taille et leur demander de ne pas les transformer en ensembles plus grands et plus coûteux pour la seule satisfaction de leur amour-propre mais au risque de les rendre inappropriés, et de les conduire à l'échec.

32. On a demandé à l'ONUDI d'organiser une réunion pratique sur le thème des petites unités avec les techniciens de l'industrie. L'ONUDI a exprimé sa volonté d'aider à réaliser des projets concrets qui lui seraient proposés et a enregistré sur place des propositions d'un projet pour la mise en valeur du gisement de phosphate de Kodjari au Burkina Faso et un projet pour la mise en valeur des gisements de phosphate des Etats membres de l'Autorité du Liptako-Gourma (Burkina Faso, Mali, Niger).

33. L'ONUDI a offert de vendre son système informatique COMFAR qui permet d'évaluer non seulement la rentabilité économique mais aussi la rentabilité sociale des projets. L'utilisation de ce programme permettrait aux défenseurs d'un projet de disposer d'une base plus solide pour présenter leur(s) projet(s) aux bailleurs de fonds.

34. L'accent a été mis à diverses reprises sur le fait que :

- Les sols souffrent non seulement de carences en éléments minéraux mais aussi, en général, de carence en matières organiques. La tourbe qui est disponible dans plusieurs pays peut apporter une partie de la solution à ce problème.

- Il faut faire preuve d'imagination pour exploiter les ressources en phosphates locales et par exemple éviter ou limiter les importations de soufre ou autres matières de base pour la fabrication d'acide sulfurique en recourant - quant c'est justifié - à l'usage du phosphate broyé ou du phosphate partiellement acidulé.

- Les mini-projets doivent être réalisés en sacrifiant des paramètres tels que le rendement matériel et, en outre, il faut rechercher des financements non liés à un pays fournisseur, de façon à pouvoir faire appel au marché en profitant de la concurrence (mais le cahier des charges doit être complet et précis).

#### C. Clôture de la réunion

35. Dans son allocution de clôture, le représentant du Ministère du développement industriel et de l'artisanat du Sénégal a souligné que les recommandations et conclusions adoptées par la réunion témoignaient de la qualité des travaux entrepris préalablement et de celle des délibérations proprement dites de la réunion. Il a aussi exprimé sa conviction que seule une politique agricole englobant toutes les composantes du développement agricole permettra de définir une stratégie des engrais dans les pays

africains. Ces pays ont souvent besoin de soutien et du concours des agences internationales comme l'ONUDI dans leur programmes et projets concernant la production et l'utilisation des engrais. Cette coopération internationale peut utilement aider à la mise en oeuvre d'une approche intégrée et multisectorielle du développement de l'industrie des engrais et de la fertilisation en Afrique. La forte croissance démographique du continent entraînant une urbanisation massive produit des besoins alimentaires supplémentaires, dont la satisfaction passe obligatoirement par un accroissement important de la productivité agricole et donc par une fertilisation accrue des sols du continent.

36. Le représentant de l'Algérie, au nom de tous les participants, a exprimé sa reconnaissance au Secrétariat de l'ONUDI pour avoir pris l'initiative d'organiser une telle réunion et en avoir assuré le bon déroulement. Il a également adressé ses remerciements au Gouvernement et aux autorités du Sénégal pour avoir si chaleureusement accueilli la réunion et pour avoir accordé une hospitalité généreuse aux participants.

Annexe I

ORDRE DU JOUR

Mercredi 3 janvier 1990

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 16 heures - 17 heures | Inscription des participants  |
| 17 heures - 18 heures | Cérémonie officielle d'ouverture par S.E. Famara Ibrahima Sagna, ministre du développement industriel et de l'artisanat, suivie d'un cocktail offert par le Gouvernement du Sénégal |

Jeudi 4 janvier 1990

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| 10 heures             | Début des travaux   |
| 10 heures - 12 heures | Communications présentées par la SSPT, la CSPT, l'ICS et par la Direction des mines et de la géologie |
| 14 h 30 - 17 heures   | Communications présentées par l'ONUDI, l'IFDC, la FAO, la CEAO et par les délégués nationaux          |

Vendredi 5 janvier 1990

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 9 h 30 - 10 h 30      | Techniques d'enrichissement, possibilités et limites, exposés des cas vécus par les participants                                 |
| 11 heures - 12 h 30   | Engrais produits à partir de phosphates pauvres avec et sans traitement chimique   |
| 14 h 30 - 15 heures   | Examen de la possibilité de créer des unités de petite taille, de technologie simple utilisant au maximum les ressources locales |
| 16 heures - 17 heures | Conclusion des débats et recommandations   |

Samedi 6 janvier 1990

- |                  |   |
|------------------|---|
| 8 h 30 - 18 h 30 | Visites techniques des sites des gisements de phosphates de Taiba et de l'ICS |
|------------------|---|

Annexe II

LISTE DES PARTICIPANTS

Algérie

M. Ahmed Djellali, directeur technique, Entreprise nationale du fer et du phosphate (FERPHOS), Zhun II, B.P. 122 Tebessa, Téléx : 95005 ferph dz.

Belgique

M. Armand L. Davister, conseiller de l'ONUDI, Quai de la Boverie 98/091, 4020 Liège.

Burkina Faso

M. Grégoire Kabore, directeur des intrants et de la mécanisation agricole, Ministère de l'agriculture et de l'élevage, B.P. 1764, Ouagadougou.

Burundi

M. Emmanuel Kamenyero, ingénieur des mines, Ministère de l'énergie et des mines, Direction générale de la géologie et des mines, Projet phosphates et carbonatite Burundi, B.P. 745 Géo-Mines, Bujumbura  
Téléx : 5182 mem bdi, Téléfax : 257 22 3538.

France

M. Robert Faure, agronome, Société sénégalaise des phosphates de Thiès (SSPT), Courbevoie, Tour Aurore, La Défense 2, Paris,  
Téléx : 620642 fosties f.

Guinée

M. Mohamed Camara, directeur des accords et promotion, Ministère de l'industrie, commerce et artisanat, B.P. 13, Conakry  
Téléx : 22371 mindus ge.

Koweït

M. Wadié Abboud, chef du Département de l'information et des publications, Arab Federation of Chemical Fertilizer Producers (AFCFP), B.P. 23696, Safat 13097, Téléx : 22747 afcfp.

Malawi

M. Ibrahim Abdul Gani Panjwani, administrateur gérant, Royal Chemical Enterprises Ltd., B.P. 51048, Limbe, Téléx : 44706 mi panjwani  
Téléfax : 65 08 13.

Niger

M. Ardo-Ibourahimou Dia, directeur adjoint, CICS, B.P. 11934, Niamey,  
Tél. : 73 47 32, Téléx : 5351, Téléfax : 73 33 90.

Pakistan

M. Zahid Aziz, directeur général, National Fertilizer Corporation of Pakistan, 1st floor, Alfalah Building, SHAHRAH-E-QUAID-E-AZAM, Lahore, Tél. : 302904, 302905, Télex : 44726 nfc pk.

Ruanda

M. François Ndolimana, directeur de la stratégie alimentaire, B.P. 1648, Kigali.

Sénégal

M. Baïdy Diene, directeur des mines et de la géologie, Direction des mines et de la géologie/ Ministère du développement industriel et de l'artisanat (DMG/MDIA), B.P. 1238, Dakar.

M. Chérif El Waly Diop, géologue, ingénieur, Direction des mines et de la géologie/Ministère du développement industriel et de l'artisanat (DMG/MDIA), B.P. 1238, Dakar.

M. Fally Diop, ingénieur des mines, Direction des mines et de la géologie/Ministère du développement industriel et de l'artisanat (DMG/MDIA), B.P. 1238, Dakar.

M. Gérard Pezeril, conseiller technique, Ministère du développement industriel et de l'artisanat (MDIA), B.P. 1238, Dakar.

M. Al Housseynou Wane, géologue, Direction des mines et de la géologie/Ministère du développement industriel et de l'artisanat (DMG/MDIA), B.P. 1238, Dakar.

M. Lamine Sy, géologue, Direction des mines et de la géologie/Ministère du développement industriel et de l'artisanat (DMG/MDIA), B.P. 1238, Dakar.

M. Amadou Pame, journaliste, Ministère du développement industriel et de l'artisanat (MDIA), B.P. 1238, Dakar.

M. Abdoulaye Ndiaye, conseiller technique, Ministère du développement industriel et de l'artisanat (MDIA), B.P. 4037, Dakar.

M. Moussa Dieng, ingénieur conseiller technique, Ministère du développement industriel et de l'artisanat (MDIA), B.P. 4037, Dakar.

M. Babacar Faye, conseiller technique, Ministère du développement industriel et de l'artisanat (MDIA), 122 bis, avenue Peytavin, Dakar.

Mme Eugène Ngor Faye, géophysicien, Direction des mines et de la géologie/Ministère du développement industriel et de l'artisanat (DMG/MDIA), B.P. 1238, Dakar.

M. Abdoul Wahab Touré, géologue, Direction des mines et de la géologie/Ministère du développement industriel et de l'artisanat (DMG/MDIA), B.P. 1238, Dakar.

M. Birame Diouf, géophysicien, Direction des mines et de la géologie/Ministère du développement industriel et de l'artisanat (DMG/MDIA), B.P. 1238, Dakar.

- Mme Marie Joelle Dioh, secrétaire, Direction des mines et de la géologie/Ministère du développement industriel et de l'artisanat (DMG/MDIA), B.P. 1238, Dakar.
- M. Honoré Ndoko, directeur des programmes, Centre d'études supérieures africain en gestion (CESAG), B.P. 3802, Tél. : 22 80 22.
- M. Ousmane Ndiaye, directeur-général PETROSEN, 56, Avenue Faidherbe, Dakar.
- M. Babacar Diagne, directeur d'exploitation, Compagnie sénégalaise des phosphates de Taïba (CSPT), B.P. 1713, Dakar.
- M. Bernard D'Andon, directeur général adjoint, Compagnie sénégalaise des phosphates de Taïba (CSPT), B.P. 1713, Dakar.
- M. Doudou Fam, ingénieur, Industries chimiques du Sénégal (ICS), B.P. 3835, Dakar.
- M. Diodio Koite, secrétaire hôtesse, Industries chimiques du Sénégal (ICS), Tél. : 25 17 73, 34 01 22.
- M. Bassirou Ba, attaché de direction SG, Industries chimiques du Sénégal (ICS), B.P. 3835, Dakar.
- M. Babacar Diouf, SSPT - Société sénégalaise des phosphates de Thiès (SSPT), B.P. 36, Dakar.
- M. Charles Gérard, directeur des exploitations, Société sénégalaise des phosphates de Thiès (SSPT), B.P. 36, Thiès.
- M. Daniel Ducret, agronome, Société sénégalaise des phosphates de Thiès (SSPT), B.P. 241, Dakar.
- M. Lamare Fall, Société sénégalaise des phosphates de Thiès (SSPT), B.P. 241, Dakar.
- M. Oussaynou Dia, directeur de l'Institut des sciences de la terre (IST), Université Cheikh Anta Diop, B.P. 5396, Dakar-Fann.
- M. Moussa Sylla, Institut des sciences de la terre (IST), Université Cheikh Anta DIOP, B.P. 5396, Dakar.
- M. Momar Samb, assistant à l'Université de Dakar, ingénieur géologue, économiste, Institut des sciences de la terre (IST), B.P. 21320 Dakar Ponty, Dakar.
- M. M. Moukhtar Diop, journaliste, Agence de presse sénégalaise (APS) et PANA, APS, Ministère de la communication, Dakar.
- M. Oulymata Ndoeye, Immeuble Faycal, Taïba.
- Mme Josephine T. Sarr, interprète de conférences, B.P. 1408, Dakar, Tél. : 25-24-46, Téléx : 1304 publi dksg.
- M. Jacques E. Coly, interprète de conférences, B.P. 1604, Dakar, Tél. : 24 07 54. Téléx : 1300 et 1301 publi dksg.
- M. Dniogou Ba, interprète de conférences, B.P. 3992, Dakar, Tél. : 35-03-83.

M. Momar K. Diagne, interprète de conférences, B.P. 5138 Fann,  
Tél. : 25-70-14.

#### ORGANISATIONS INTERNATIONALES

##### Communauté économique de l'Afrique de l'Ouest (CEAO)

Chef, Division de la promotion industrielle, B.P. 643, Ouagadougou,  
Burkina Faso, Téléx : ceao 5212 bf.

##### Centre international de développement des engrais (IFDC)

M. Terry Frederick, coordonnateur du génie civil et de l'entraînement,  
B.P.4483, Lomé, Togo, Téléx : 5416 cifdc tg.

M. Ampah K. Johnson, P.O. Box 4483, Lomé, Togo, Téléx : 5416 cifdc tg.

##### Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO)

M. Michel Jeandrain, délégué du programme engrais FAO, Service des  
engrais et de la nutrition des plantes, Via delle Terme di Caracalla,  
00100 Rome, Italie, Téléx : 610181 fao i.

##### Autorité des pays du Liptako-Gourma

M. Philippe Ouedracgo, ingénieur des mines, chargé des projets  
industriels, B.P. 619, Ouagadougou, Burkina Faso, Téléx : liptako 5247 bf.

##### Programme des Nations Unies pour le développement industriel (PNUD)

Mme Jutta Nopper, JPO de l'ONUDI, B.P. 154, Dakar.

##### Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI)

Chef, Groupe des industries de traitement,  
Division du système de consultations, B.P. 300, 1400 Vienne, Autriche.  
Téléx : 135612, Téléfax : 237 288.

Administrateur en développement industriel, Groupe  
des industries de traitement, Division du système de consultations,  
B.P. 300, 1400 Vienne, Autriche, Téléx : 135612, Téléfax : 237 288.

Annexe III

LISTE DES EXPOSES

Société Sénégalaise des phosphates de Thiès (SSPT) :

- Les applications du phosphate tricalcique de Lam-Lam;
- Les applications du phosphate d'alumine (phosphal) de Thiès.

M. Babacar Diagne, directeur des exploitations, Compagnie sénégalaise des phosphates de Taïba (CSPT) :

- La valorisation du minerai de Taïba;
- Cibles pour l'amélioration de la récupération du phosphate à Taïba : les "schlamms".

M. Doudou Fam, ingénieur, Industries chimiques du Sénégal (ICS) :

- La valorisation des schlamms de phosphate.

M. Chérif El Waly Diop, ingénieur géologue, Direction des mines et de la géologie (DMG) :

- Présentation de la filière phosphate;
- La valorisation des phosphates de Matam.

M. Oussaynou F. Dia, professeur à l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar :

- Les ressources phosphatées de l'Afrique de l'Ouest.

M. Robert Faure, Société sénégalaise des phosphates de Thiès (SSPT), France :

- Un exemple de phosphate naturel fin du Sénégal.

M. Armand L. Davister (Belgique), consultant de l'ONUDI :

- Production d'engrais à partir de phosphates pauvres.

M. Zahid Aziz, consultant de l'ONUDI, National Fertilizer Corporation of Pakistan (NFC) :

- Traitement et utilisation de phosphates de qualité moyenne et inférieure : la situation au Pakistan.

M.I. Bajwa, M. Zahid Aziz, M. M. Rashid, M. Raza Hussain, National Fertilizer Corporation of Pakistan (NFC) :

- L'utilisation du phosphal comme engrais phosphaté et source de phosphore pour la fabrication d'engrais à éléments fertilisants multiples : l'expérience pakistanaise.

M. M.H. Chaudhry, consultant de l'ONUDI, State Petroleum Refining and Petrochemical Corporation Ltd, Pakistan :

- Etude sur l'emploi de minerais de phosphate.

Conseiller interrégional, Service des industries chimiques, Département des opérations industrielles, ONUDI, Vienne :

- Programme d'essais sur la solubilisation des phosphates par le champignon Pb-50.

M. Terry Frederick, coordonnateur du génie civil et de l'entraînement, Centre international de développement des engrais (IFDC-Afrique), Togo :

- Options en matière d'approvisionnement en engrais de l'Afrique subsaharienne.

M. Wadié S. Abboud, chef du Département de l'information et des publications, Arab Federation of Chemical Fertilizer Producers (AFCFP), Koweït :

- L'industrie des phosphates dans la région arabe.

M. Philippe Ouedraogo, ingénieur des mines à l'Autorité du Liptako Gourma :

- Le projet de production industrielle d'engrais phosphatés dans les pays membres de l'Autorité du Liptako-Gourma - Synthèse des résultats des études techniques et de faisabilité.

M. Grégoire Kaboré, direction des intrants et de la mécanisation agricole, Ministère de l'agriculture et de l'élevage :

- Aperçu sur l'exploitation à l'état brut des phosphates et perspectives de création de mini-usines d'engrais au Burkina Faso.

M. M. Jeandrain, Programme engrais, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), Italie :

- Le choix du type d'engrais : le point de vue de l'utilisateur.

M. Ahmed Djellali, directeur technique, Entreprise nationale du fer et du phosphate (FERPHOS) :

- Industrie phosphatière en Algérie.

M. Ibrahim A.G. Panjwani, administrateur gérant, Royal Chemical Enterprises Ltd., Malawi :

- Gisements de minéraux du groupe I - Apatite.

Annexe IV

RESUME DES EXPOSES

ALGERIE

Les phosphates en Algérie\*

Le gisement du Djebel Onk, mis en exploitation en 1700 devait prendre la relève des anciennes mines et servir de plate-forme au développement de l'industrie nationale des engrais.

A. Réserves et teneur

Les réserves connues sont de l'ordre de 2 milliards de tonnes avec une teneur en tricalcique in situ variant de 54 à 61 %. La puissance totale de la couche est d'environ 30 m. Argileuse dans sa moitié inférieure, la gangue devient dolomitique dans la moitié supérieure.

B. Exploitation minière

L'exploitation se fait à ciel ouvert à l'aide de deux gradins exploités simultanément (un gradin de stérile de 30 m de puissance et un gradin de phosphate de 30 m). L'équipement utilisé est classique : sondeuse d'abattage, pelle à câble, camion de gros tonnage.

C. Le traitement

Le traitement par voie humide permet d'enrichir le minerai et d'obtenir une teneur en tricalcique de 73 à 75 %. Cette opération s'effectue dans les ateliers du DK<sub>1</sub>.

Le traitement par voie sèche effectué dans les deux ateliers de dépoussiérage (DK<sub>2</sub> et DK<sub>3</sub>) permet d'obtenir un minerai contenant 63 à 65 % de TPI.

1. Composition du minerai

- Trois à quatre pour cent des matières siliceuses dont une moyenne de 1,8 à 3,2 % de silice sous forme argileuse et 1,2 à 0,8 % de silice sous forme cristalline (quartz).

- De la chaux accompagnée de magnésie :

- en partie dans le ciment qui agglomère les polithes (exocalcite principalement sous forme de calcite cristallisés);
- en partie à l'intérieur des polithes (endocalcite), partiellement sous forme de calcite.

---

\*Par M. Ahmed Djellali, directeur technique, Entreprise nationale du fer et du phosphate.

## 2. Préparation mécanique

Avant de subir les traitements par voie humide ou voie sèche, le minerai passe par une préparation mécanique qui comporte les opérations suivantes :

- Le concassage pour la réduction des dimensions des blocs issus de concassage à une granulométrie de 0-10 mm;
- Le criblage pour opérer une sélection à 8 mm. (Le refus est expédié vers une trémie pour être repris par camions et transporté vers les terrils.)

Le passé au crible alimente les trois chaînes de traitement.

## 3. Traitement par voie humide :

Cet enrichissement comporte essentiellement :

- Un débouillage à l'eau pour éliminer principalement les égouts;
- Une calcination pour dissocier les carbonates;
- Un lavage à l'eau pour enlever la chaux, la magnésie et les particules en suspensions.

Ce traitement permet d'obtenir à partir d'un minerai brut titrant 54 à 56 % de TPT un phosphate marchand de 73 à 75 % TPL.

### a) Le débouillage

Le passé au crible mis en pulpe alimente des grilles qui opèrent une coupure à 1 mm. La tranche granulométrique intéressante du minerai se situe entre 80 et 1 000 microns. Le passé des grilles courbes est cyclonné pour l'élimination de la tranche 0-80 microns constituée par les éléments très pauvres. Le titre obtenu après débouillage est de 61 à 63 % de TPL pour un rendement poids de 65 à 66 % environ.

### b) La calcination

L'opération comprend trois phases :

- Le séchage et le préchauffage du minerai;
- La calcination proprement dite effectuée par des réacteurs à fluidisation (le minerai est porté à une température de 850 à 900°);
- Le refroidissement.

Le titre obtenu après calcination est de 69,5 % de TPL pour un rendement poids de 85 à 88 %

### c) Le lavage

Après la décomposition des carbonates et le dégagement du gaz carbonique opéré au niveau de la calcination, le minerai subit un lavage qui consiste à éliminer des sels alcalins, de la chaux et la magnésie soit par dissolution,

soit par mise en suspension dans l'eau sans apport de réactifs. Ces opérations sont réalisées par des hydrocyclones, des bacs et des colonnes pulsés. Le titre obtenu après lavage est de 72 à 74 % de TPL pour un rendement poids de 78 % environ.

d) Le séchage

Le minerai lavé, essoré, subit un dernier séchage en fours classiques à recyclage, suivi d'un dépeussierage à sec, afin de réduire l'humidité de 130 à 0,5 %.

Le phosphate marchand est ensuite évacué vers un stock couvert d'une capacité de 25 000 t. Le chargement dans les wagons phosphatiers de 45,5 t de capacité s'effectue à partir de sept trémies de 400 t chacune équipées de goulottes manoeuvrées automatiquement à l'air comprimé.

4. Traitement par voie sèche

Ce procédé de traitement dit "dépeussierage" comporte les opérations suivantes :

a) Le séchage du minerai criblé en lit fluidisé

Les gaz chauds produits dans la chambre de combustion passent dans une boîte à vent et à travers les tuyères de la boîte à vent dans le compartiment de séchage où ils assurent la fluidisation. La température de séchage varie de 300 à 1 000°, la capacité minimum d'un four est de 115 t/h - humidité du produit 3 %.

b) Le pré-criblage à 2 + 4 mm;

c) Le broyage par broyeur à percussion;

d) La sélection pneumatique par sélecteurs à lames;

e) Le post-criblage à la maille de 800 à 1 000 microns. Les admis sous crible constituent le produit marchand qui est transporté par convoyeur vers trois trémies de stockage chacune d'une capacité de 4 000 t.

Le chargement des wagons s'effectue de la même manière que pour le produit calciné, lavé, séché.

5. Capacité de transformation

Les capacités de production installées sont :

- Phosphate dépeussieré : 1 600 000 t;
- Phosphate calciné : 500 000 t.

6. Transport

Le transport des phosphates se fait par chemin de fer sur 330 km à destination :

- D'A. MIDAL (Complexe d'engrais phosphaté);

Du port. pour être stockés dans des installations prévues pour l'exportation des produits.

## 7. Développement prévu

Parallèlement à la construction d'un complexe d'engrais phosphatés près de la mine du Djebel Onk d'une capacité de 360 000 t/an de TSP et de 40 000 t/an de STPP, l'Entreprise nationale du fer et du phosphate envisage la réalisation d'une unité de supersimple et d'ateliers de formulation d'engrais à base de phosphate naturel.

Les premiers essais menés par FERPHOS ouvrent de grandes perspectives d'utilisation du phosphate comme engrais sous diverses formes :

- Epandage du phosphate tel quel sur les sols acides;
- Phosphate légèrement acidifié;
- Phosphate formulé en NPK ou PK.

Si la réalisation de grands complexes d'engrais permet d'avoir des produits très élaborés, dans certains cas, et surtout lorsqu'on dispose de phosphate ayant une bonne solubilité formique et citrique, son utilisation sous des formes simples, moins onéreuses, permet d'obtenir des résultats du même ordre.

AUTORITE DU LIPTAKO-GOURMA

Le projet de production industrielle d'engrais phosphatés  
dans les pays-membres de l'Autorité du Liptako-Gourma.  
Synthèse des résultats des études techniques et de faisabilité\*

L'Autorité du Liptako-Gourma a réalisée de novembre 1986 à août 1989 une étude pour la recherche de la technologie la mieux adaptée à la qualité des minerais existants dans ses pays membres (Burkina Faso - Mali - Niger) et aux conditions économiques qui y prévalent.

L'étude a été réalisée par le bureau d'études français SOFRECO. Elle présente d'abord les caractéristiques géologiques, lithologiques, minéralogiques des phosphates des quatre gisements principaux (Kodjari au Burkina Faso, Tamaguilelt au Mali, Tahoua et Par Duw au Niger). Bien que d'origines et d'âges différents, les minerais sont de teneur plutôt faible, avec des taux de silice et de fer élevés, surtout pour les minerais de Kodjari et du Par Duw.

Cinq procédés appliqués aux différents phosphates ont été comparés dans l'étude :

- Attaque sulfurique partielle ou procédé PNPA;
- Attaque nitrique;
- Attaque double, nitrique et sulfurique;
- Attaque aux gaz nitreux sur support de matières organiques ou procédé HUMIFERT;
- Mélange de phosphates broyés avec l'urée ou la potasse.

Des échantillons d'engrais fabriqués en laboratoire suivant ces procédés ont fait l'objet d'essais agronomiques en vases de végétation suivant deux méthodes différentes.

La comparaison technico-économique de ces procédés a tenu compte :

- Des résultats de l'étude de marché et des provisions de consommation d'engrais phosphatés;
- De la qualité des engrais fabriqués (teneurs en éléments fertilisants, solubilités, production de matière sèche, niveau de phosphore exporté);
- Du niveau des investissements requis pour la mise en oeuvre de chacun des procédés étudiés;
- Des problèmes posés par la distribution des engrais.

Cette comparaison des procédés, a conduit à retenir deux procédés :

---

\*Par M. Philippe Ouedraogo, ingénieur des mines à l'Autorité du Liptako-Gourma.

- Le procédé d'attaque sulfurique partielle;
- Le procédé d'attaque aux gaz nitreux.

L'étude de faisabilité détaillée a montré qu'il serait possible de réaliser à partir de 1992 des unités de fabrication d'engrais suivant les procédés :

- D'attaque aux gaz nitreux, de 3 000 t/an de  $P_2O_5$  de capacité, implantées à Ouagadougou et à Légon. Les deux villes pourront recevoir une deuxième unité cinq à dix ans plus tard.
- PNPA, dans une unité de 2 000 à 3 000 t/an de  $P_2O_5$ , implantée à Say au Niger.

L'étude économique souligne les nombreux avantages financiers et sociaux-économiques de telles réalisations qui aboutiraient à des prix de revient de l'engrais produit ou rendu très compétitifs.

Cependant la nouveauté du procédé d'attaque aux gaz nitreux rendrait nécessaire un examen approfondi de la proposition technique correspondante.

BURKINA FASO

Aperçu sur l'exploitation à l'état brut des phosphates et les perspectives de création de mini-usines d'engrais au Burkina Faso\*

Au Burkina Faso, les problèmes agricoles liés à la fertilité des sols se situent au coeur de la problématique paysanne. Les sols présentent pour la majorité une carence en phosphore de l'ordre de 40 à 50 kg/ha de  $P_2O_5$ ; suite à la découverte des gisements phosphatés au Sud-Est du pays (Kodjair-Arly-Aloub-Djonana), un vaste programme d'expérimentation a été entrepris afin de mettre en évidence les conditions d'utilisation de ces phosphates à l'état brut.

Après s'être rendu compte de l'ensemble des contraintes liées à la qualité médiocre de ces phosphates (surcharge en ferral et gangue silicieuse) pour une application directe, le Burkina Faso s'est très vite intéressé à la recherche des possibilités de les améliorer par des procédés de solubilisation non conventionnels.

Le procédé d'acidulation partielle semble le mieux convenir aux phosphates de Kodjair et les bureaux d'études : IFDC - ATFER - CIRAD/TIMAC et SOFRECO ont été successivement invités à réaliser des études de faisabilité sur cette base. Le procédé CIRAD/TIMAC d'attaque complexe en présence de composés de phosphates solubles comme le MAP, paraît le plus intéressant pour le Burkina Faso. Aussi des démarches pour le financement de la seconde phase de l'étude CIRAD/TIMAC ont été entreprises auprès de la Banque mondiale et du FAC.

On note au Burkina Faso l'existence d'une volonté politique et des conditions favorables pour l'implantation d'une mini-usine d'engrais. Toutefois, il faut, en plus de ces conditions, une aide financière et technique pour concrétiser ces initiatives. Le Burkina Faso attend beaucoup de la rencontre de Dakar qui, espère-t-on, sera un tremplin pour développer des initiatives immédiatement applicables dans le sens de l'encouragement et de la promotion des capacités industrielles des pays qui en feront la demande.

---

\*Par M. Grégoire Kabore, Direction des intrants et de la mécanisation agricole, Ministère de l'agriculture et de l'élevage.

CENTRE INTERNATIONAL DE DEVELOPPEMENT DES ENGRAIS (TCGC)

Options en matière d'approvisionnement en engrais  
de l'Afrique subsaharienne\*

Dans l'Afrique subsaharienne, pour laquelle on prévoit une accélération de l'accroissement démographique et, partant, de la demande de denrées alimentaires, les engrais sont l'un des principaux moyens d'accroître la production agricole et il importe donc de plus en plus que l'on approvisionne en engrais les agriculteurs de la région. Selon les prévisions, l'intensification des cultures (l'accroissement de leur rendement) doit permettre de couvrir 70 % des besoins alimentaires supplémentaires au cours des 10 années à venir. Il faudra aussi produire sur place (dans la mesure du possible) divers engrais, et surtout des phosphates, à partir de ressources locales. Etant donné l'exiguïté du marché des engrais dans la plupart des pays, il est difficile pour une usine fournissant des produits de type classique de soutenir la concurrence des produits importés qui proviennent normalement de grandes usines.

Les pays de l'Afrique subsaharienne ont donc le choix entre :

- L'importation d'engrais ensachés - ce qui est la méthode d'approvisionnement en engrais la plus répandue dans la région;
- La rationalisation et le perfectionnement des méthodes de prévision et de passation de marchés pour accroître l'efficacité de l'importation des engrais, ce qui permettrait, en général, de réduire les coûts;
- La coopération à l'échelle régionale dans l'approvisionnement en engrais de petits Etats consommateurs, pour améliorer la position de ces pays en matière d'appel d'offres et de transports;
- L'importation de produits en vrac et ensachage local - une méthode qui a fait ses preuves au Kenya, dans la République-Unie de Tanzanie et au Soudan;
- L'importation en vrac d'éléments fertilisants et mélange et ensachage locaux - formule encore plus intéressante, si une partie des matières premières est localement disponible, comme dans le cas du Nigéria;
- Lorsque les conditions s'y prêtent, la fabrication de produits fertilisants classiques et autres à partir de matières premières disponibles sur place;
- La rationalisation des appels d'offres restreints pour permettre une plus grande concurrence entre les fournisseurs et accroître le nombre de produits satisfaisant aux conditions du cahier des charges (mélanges en vrac ou produits dérivés des nitrates).

Il faudra entreprendre des études approfondies pour déterminer laquelle ou lesquelles de ces options conviennent le mieux dans une situation particulière. Il faudrait également faire en sorte que les gouvernements assignent un rang élevé de priorité à l'approvisionnement du secteur agricole en engrais et autres moyens de production.

FAO

Le choix du type d'engrais : le point de vue de l'utilisateur\*

Les programmes d'engrais de la FAO ont pour but d'aider les gouvernements à augmenter la production agricole par l'emploi judicieux des engrais. De ce fait, leurs agents sont en contact étroit avec les paysans et apprennent à connaître leurs problèmes. C'est donc du côté de l'utilisateur et de son conseiller que l'auteur se place pour l'énoncé d'une courte réflexion.

La fumure phosphatique peut être composée de deux apports distincts : une fumure de redressement et une fumure de production. Ce qui suit concerne spécialement la fumure de production.

Il faut garder à l'esprit les difficultés financières auxquelles le paysan est de plus en plus confronté pour l'achat de ses engrais; en outre, la tendance de fournir l'engrais au prix réel du marché et la privatisation des circuits de distribution se généralisent.

Sans mettre en question la valeur agronomique des engrais peu concentrés, les engrais très concentrés permettent souvent d'obtenir une rentabilité suffisante de leur emploi aux prix réels du marché, là où l'engrais peu ou moyennement concentré n'y arrive plus.

Les coûts croissants des intrants agricoles amènent les paysans, aidés par leurs encadreurs, à établir un choix plus raisonné et plus restrictif lors de l'achat de leurs intrants. Par exemple pour les engrais :

- Un choix plus raisonné : on parlera du coût de l'unité fertilisante "rendu racine" et non plus seulement du coût du sac d'engrais.

- Un choix plus restrictif : Les paysans ne devront-ils pas limiter l'apport extérieur d'éléments minéraux aux seuls éléments indispensables à la nutrition des plantes et au maintien de la fertilité des sols, en complément d'une fumure organique. Notons que celle-ci protège les phosphates solubles contre leur rétrogradation dans le sol. Donc, du côté des producteurs, il convient de persévérer dans l'amélioration de la qualité des engrais; par exemple en évitant, dans la mesure du possible, de faire payer par les paysans des éléments nutritifs dont l'apport extérieur n'est pas indispensable.

---

\*Par M. M. Jeandrain, Programme engrais, FAO.

FRANCE

Un exemple de phosphate naturel fin du Sénégal\*

Ce phosphate sédimentaire, issu du gisement de Lam-Lam près de Thiès, est exploité par la Société sénégalaise des phosphates de Thiès à Dakar.

Il possède une teneur élevée en  $P_2O_5$  (34 %) avec une garantie minimum de 74 % BPL et un faible titre en féral qui lui permet diverses applications industrielles.

Il convient ainsi à la fabrication de l'acide phosphorique, seul ou en mélange, du superphosphate simple, comme le montrent divers exemples dans le monde, et du superphosphate triple.

Ce phosphate est utilisable directement comme engrais en sols acides ( $pH < 6$ ), et de préférence humides, pour être plus rapidement assimilé.

Des essais officiels de base au Sénégal ont montré son intérêt dans la fumure de l'arachide.

Sur une période de huit ans, on a relevé des augmentations de rendement substantielles compensant largement le coût de la fumure initiale.

---

\*Par M. Robert Faure, Société sénégalaise des phosphates de Thiès.

KOWEIT

L'industrie des phosphates dans la région arabe\*

L'industrie existe depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle et, de nos jours, huit pays arabes fabriquent des engrais phosphatés. La production de phosphates naturels est passée de 31 millions de t en 1980 à 42 millions de t en 1988. La part des phosphates naturels dans la consommation d'engrais phosphatés varie d'un pays à l'autre de la région entre 10 et 100 % du total. Les phosphates obtenus dans la région titrent entre 65 et 77 % ou ils sont passés de 1,9 million de t de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> en 1980 à quelque 5,7 millions de t en 1990. La région fournit du superphosphate simple, du superphosphate triple, du phosphate d'ammonium et quelques engrais NPK. En 1988, on a produit 1,2 million de t de superphosphate simple destiné exclusivement à la consommation locale; la production de superphosphate triple a été en 1988 de 2,2 millions de t, dont une faible portion est consommée sur place et la majorité exportée. La production de phosphate d'ammonium s'est élevée en 1988 à 2,7 millions de t, contre 400 000 t seulement en 1980. Le phosphate d'ammonium est destiné en grande partie à l'exportation.

---

\*Par M. Wadie S. Abboud, chef du département de l'information et des publications, Arab Federation of Chemical Fertilizer Producers.

## MALAWI

### Gisements de minéraux du groupe I - Apatite\*

L'apatite est un minéral phosphaté fréquemment utilisé dans la fabrication d'engrais (superphosphate) et qui, moulue, peut dans certaines conditions, être apportée directement au sol.

L'apatite est présente dans des pyroxénites à Malindi et à Chingale, deux localités de la région Sud. A Malindi, les sols éluviaux qui forment la couche de couverture de la pyroxénite contiennent en moyenne 7,8 % de chlorapatite. Des fouilles de recherche en profondeur et des forages à carottage ont montré que les pyroxènes contenaient à Chingale quelque 8,7 % d'apatite dans les zones explorées. En dépit de son importance, le gisement d'apatite de Chingale est moins intéressant que le gisement de Tundulu dont il est question ci-après.

Le principal gisement d'apatite se trouve à la colline de Nathace, dans le district de Mulanie. Les roches apatitifères y forment un arc large de 30 à 100 m, autour du côté est de la colline. L'apatite se présente sous la forme de grains de couleur rose pâle, d'un diamètre moyen de 0,1 mm, dans une matrice de calcite. L'apatite contient environ 2,09 % environ de fluorine. En 1970, on a entrepris des forages exploratoires dans une certaine partie de la zone pour déterminer l'importance du gisement.

Selon les résultats des forages, 1 250 000 t de roche riche en apatite et contenant en moyenne 15 % de  $P_2O_5$ , pourraient être exploitées à ciel ouvert. Dans cette masse, on a délimité une zone de quelque 900 000 t contenant en moyenne 22 % de  $P_2O_5$ . Le gisement de Nathace Hill est une réserve importante de phosphates, dont l'exploitation dépend de la fabrication d'acide sulfurique au Malawi.

Des gisements de minéraux contenant du soufre (pyrite et pyrrhotite) se trouvent à Malingunde Hill, à 25 km au sud-ouest de Lilongwe, et près de Chisepo, à 50 km au nord-est de Lilongwe. Le Service géologique a étudié les deux gisements et procédé à des forages qui ont révélé à Malingunde Hill la présence de 2,5 millions de t de gneiss pyritifère contenant en moyenne 10 % de soufre. Les tests de préparation du minéral ont montré qu'en employant des méthodes de séparation par gravité on obtiendrait des concentrés permettant de couvrir les besoins d'une usine d'acide sulfurique. Dans la zone de Chisepo, le meilleur gisement se trouve à Nkhanya Hill, où un forage a fourni un minéral contenant en moyenne 11,9 % de soufre; on suppose que plusieurs millions de t de gneiss pyritifère existent à cet endroit au-dessus du niveau de base.

---

\*Par M. Ibrahim A.G. Panjwani, administrateur gérant, Royal Chemical Enterprises Ltd.

ONUDI

Programme d'essais sur la solubilisation des phosphates  
par le champignon PB-50\*

Le rapport traite de la contribution de micro-organismes et, en particulier, du champignon PB-50 à la solubilité accrue des engrais phosphatés. Il ressort d'un certain nombre d'études récentes que jusqu'à 70 % du phosphate appliqué par les agriculteurs peuvent être absorbés par l'argile ou la matière organique contenue dans le sol, ce qui les rend moins faciles à assimiler par les plantes. Certains micro-organismes qui existent spontanément dans le sol ont la capacité de solubiliser les phosphates, ce qui réduit l'apport nécessaire d'éléments fertilisants dans une proportion pouvant aller jusqu'à 50 %. On récapitule dans le rapport les résultats d'expériences en champ portant sur la production locale de micro-organismes et leur application. Les conclusions obtenues sont les suivantes:

1. L'assimilation potentielle de  $P_2O_5$  par les cultures au cours de la période de végétation ne dépasse pas 30 %, par suite de l'absorption rapide par les constituants du sol;
2. Administré en quantités suffisantes, le champignon Penicilium Bilaji, qui existe naturellement dans le sol à très faible concentration peut favoriser grandement l'assimilation de  $P_2O_5$  par les cultures au cours de toute la période de végétation;
3. L'essai en champ exécuté dans la province canadienne de Saskatchewan a montré que l'application du champignon permet de réduire de 50 % l'apport nécessaire d'engrais, pour un rendement identique;
4. L'essai en serre a montré que le champignon est capable de solubiliser le  $P_2O_5$  contenu dans les phosphates naturels;
5. La diffusion de la technique du champignon PB-50 permettrait, en cas de réussite, d'économiser les centaines de millions de dollars des Etats-Unis d'investissements qu'exige l'expansion de l'industrie des engrais phosphaté.

Etude sur l'emploi de minerais de phosphate

Le rapport traite des utilisations possibles de minerais de phosphate de basse ou moyenne qualité, qui contiennent entre 10 et 25 % de  $P_2O_5$ , notamment après avoir subi des opérations d'enrichissement, en vue de l'application directe comme engrais phosphaté; produits calcinés et partiellement acidulés, nitrophosphates liquides et superphosphates simples. L'auteur parvient à la conclusion que les minerais phosphatés contenant plus de 30 % de  $P_2O_5$  se prêtent à la fabrication d'engrais phosphatés hydrosolubles, alors que l'enrichissement d'un minerai titrant moins de 10 % ne présente aucun intérêt économique.

Les phosphates pauvres suffisamment réactifs peuvent être utilisés directement comme source de phosphore, compte tenu d'éléments comme le type de roche, la granulométrie, le mode d'application, etc. Certaines techniques,

---

\*Par un conseiller interrégional, Service des industries chimiques, Département des opérations industrielles, ONUDI.

telles que le traitement thermique, qui réduit à l'état amorphe les structures cristallines, permettent cependant d'accroître l'efficacité des phosphates moulus.

D'une manière générale, les techniques employées pour produire des engrais dérivés des phosphates naturels moulus et convenant à l'application directe sont relativement simples et bon marché, n'exigent qu'un minimum de personnel technique et ne se prêtent pas particulièrement aux économies d'échelle. Les phosphates naturels moyens ou pauvres constituent donc une source bon marché de phosphore pour les engrais. Ces gisements existent dans de nombreux pays de l'Afrique subsaharienne. Les expériences exécutées en plein champ ou en plantation, dans différents conditions agroclimatiques et pédologiques, ont démontré la valeur agronomique des phosphates naturels appliqués directement.

#### Production d'engrais à partir de phosphates, même pauvres

L'étude traite de la possibilité d'utiliser des phosphates pauvres ou moyens pour la fabrication d'engrais et des problèmes qui se posent à cet égard. Elle montre que de petites usines, implantées en milieu rural et utilisant les roches de phosphate disponibles sur place, peuvent soutenir la concurrence des grandes usines à vocation exportatrice, en ce qui concerne le prix du produit rendu au paysan africain. Après avoir traité, dans une brève introduction, de la géologie et de la prospection des mines de phosphate, l'étude analyse de manière approfondie les procédés de préparation et d'enrichissement des phosphates moyens, eu égard à la fois aux méthodes traditionnelles et aux techniques nouvelles convenant à la fabrication de produits non conventionnels. Elle conclut, avec preuves à l'appui, que compte tenu d'un certain nombre de variables telles que le type de sol, les façons culturales, les caractéristiques de la roche, l'absence ou la présence d'irrigation, etc., les engrais à faible teneur en  $P_2O_5$  peuvent contribuer grandement à satisfaire les besoins d'engrais de l'agriculture dans l'Afrique subsaharienne.

L'étude se compose des chapitres suivants :

- Fertilisation et matières fertilisantes;
- Influence de l'appauvrissement des phosphates sur les différents cycles de fabrication des engrais;
- Géologie des mines de phosphate;
- Enrichissement des phosphates pauvres;
- Engrais non conventionnels obtenus à partir de phosphates pauvres :
  - Produits convenant à l'utilisation directe;
  - Produits obtenus par transformation chimique simple;
  - Produits obtenus par transformation biochimique.

PAKISTAN

L'utilisation du phosphal comme engrais phosphaté et source de phosphore pour la fabrication d'engrais à éléments fertilisants multiples : l'expérience pakistanaise\*

Au cours d'une période de plus de 10 ans, 181 essais en champ ont été entrepris à 90 sites représentant différents types de sol et différents écosystèmes pour évaluer l'efficacité du phosphal comme engrais phosphaté pour le riz, le blé et le maïs. Sur la base d'une teneur équivalente en  $P_2O_5$ , on a comparé les effets immédiats et cumulatifs du phosphal et du superphosphate simple ordinaire aux doses recommandées ou à des doses variant progressivement. Les résultats montraient que le phosphal avait en moyenne la même efficacité agronomique que le superphosphate simple pour le riz, et une efficacité moindre de 15 et de 27 % pour le blé et le maïs, respectivement.

En mélangeant par granulation en bacs le phosphal avec l'urée, le nitrate de calcium ammoniacal et le sulfate d'ammoniaque, on a démontré qu'il était possible d'obtenir des engrais composés variant considérablement en ce qui concerne le rapport N:P ainsi que les caractéristiques physiques et chimiques. Les mélanges contenant de l'urée avaient cependant les propriétés les plus souhaitables. Le mélange urée phosphal se révèle supérieur du point de vue agronomique car il se comporte comme un engrais à action lente.

Le phosphal peut donc remplacer le superphosphate simple dans le cas du riz, alors qu'il faut augmenter la dose de 50 à 100 % pour obtenir des effets immédiats identiques pour le blé et le maïs. Le phosphal semble cependant supérieur au superphosphate simple en ce qui concerne les effets cumulatifs.

Traitement et utilisation de phosphates de qualité moyenne et inférieure : la situation au Pakistan\*\*

Utilisation des phosphates naturels locaux : options technologiques

Les phosphates naturels que l'on trouve au Pakistan se présentent généralement sous la forme de roches siliceuses, dolomitiques, granulées, dures, denses et de couleur gris moyen ou foncé. La roche est siliceuse dans la région de Kakul, essentiellement dolomitique dans la zone de Lagarban et pyriteuse dans la région de Dalola. Les études pétrographiques de phosphates naturels provenant de la région de Lagarban, exécutées à Albany (Etats-Unis d'Amérique), ont mis en évidence dans l'ensemble des échantillons, une association intime d'apatite, de quartz (en grains), d'hématite ( $Fe_2O_3$ ) et de composés hydratés du fer. La qualité du minerai varie considérablement à l'intérieur des différents gisements.

Les réserves sont peu importantes, la teneur en  $MgO$  assez élevée, la teneur en  $Fe_2O_3$  et en carbonates dépassant les limites admises. L'utilisation de ces phosphates est donc une gageure pour tous les intéressés. Différents organismes internationaux ont exécuté des études sur l'enrichissement des phosphates de type siliceux et dolomitique d'origine locale.

---

\*Par M.I. Bajwa, M. Zahid Aziz, M.M. Rashid, M. Raza Hussain, National Fertilizer Corporation of Pakistan.

\*\*Par M. Zahid Aziz, consultant de l'ONUDI, National Fertilizer Corporation of Pakistan.

Des expériences de flottaison : des carbonates et de la silice, du fer, et des phosphates, ont été exécutées par le US Bureau of Mines, Albany (Etats-Unis d'Amérique). Les différentes expériences ont confirmé que la flottaison des phosphates donnait des résultats meilleurs que ceux obtenus par flottaison des carbonates, de la silice et du fer.

Eu égard au coût élevé des techniques complexes à employer pour ramener la teneur en impuretés indésirables au niveau souhaité, l'enrichissement des phosphates naturels n'a pas été jugé rentable. Pour exploiter les gisements locaux de phosphates de qualité moyenne, il faudra donc faire appel à d'autres formules techniques, c'est-à-dire des procédés permettant de traiter des phosphates naturels, quelle que soit la qualité de la roche.

En ce qui concerne l'utilisation et le traitement des phosphates naturels de qualité moyenne, il existe les options suivantes :

- Production d'acide phosphorique;
- Transformation directe en engrais phosphatés :
  - Fabrication de nitrophosphates;
  - Fabrication de superphosphate simple.
- Autres options :
  - Mélange;
  - Utilisation directe des phosphates naturels.

L'étude décrit ensuite les capacités techniques de l'industrie asiatique des engrais, eu égard aux éléments suivants :

- Etude des procédés, études d'avant-projet et de projet;
- Gestion des projets, passation des marchés, construction et services d'inspection;
- Démarrage, réception et exploitation des installations;
- Promotion des ventes, commercialisation et distribution;
- Entretien, aide technique et pièces de rechange;
- Possibilité de mettre sur pied des services et moyens de recherche-développement, d'essai, d'inspection, de contrôle de la qualité, etc.;
- Moyens de formation de la main-d'oeuvre;
- Coentreprises;
- Accords de commerce de troc ou de compensation;
- Répartition du marché;
- Rationalisation, modernisation et remise en état des usines d'engrais.

## SENEGAL

### Présentation de la filière phosphate\*

Les phosphates représentent l'essentiel de la production minière du Sénégal qui est le deuxième producteur africain après le Maroc. L'exploitation constitue un domaine essentiel de la vie économique et sociale du pays. Les exploitations quant à elles, occupent une part importante des recettes totales du commerce extérieur. Les recherches ont mis en évidence deux gros gisements qu'exploitent la Compagnie sénégalaise des phosphates de Taïba (CSPT) et la Société sénégalaise des phosphates de Thiès (SSPT), sociétés dans lesquelles l'Etat détient 50 % du capital. En dehors de ces gisements en exploitation, il existe des ressources connues à Matam au nord-est du Sénégal (36 millions de t à 28,7 %  $P_2O_5$ ), en Casamance au sud, à Namel (phosphate précambrien) et toute la bordure Est du Bassin sédimentaire. L'ensemble des réserves de phosphate du Sénégal sont évaluées à plus de 100 millions de t.

Pour mieux valoriser ce potentiel, l'Etat a créé les Industries chimiques du Sénégal (ICS) qui transforment une partie des phosphates de Taïba en acide phosphorique et engrais. Les sociétés de la filière visent une meilleure valorisation des ressources en améliorant les flow-sheets, maximisant les rendements par la diminution des coûts, la diversification des produits et la valorisation des sous-produits (schlamm phosphatés non flottés, "pebbles"). L'impact de la filière est mesurable à travers ses effets sur les principaux secteurs de l'économie nationale (plus du quart de la consommation d'électricité, près de 80 % du trafic ferroviaire, plus de 10 % de la consommation des produits pétroliers, environ 40 % du trafic maritime de Dakar et environ 23 % des exportations totales des biens du Sénégal et plus de 2 300 emplois permanents.

### Valorisation du minerai de Taïba\*

Le procédé d'enrichissement appliqué au minerai de Taïba comporte principalement :

- L'élimination des fractions supérieures à 25 mm, stériles;
- La séparation par tamisage de la fraction supérieure à 8 mm;
- Le broyage de cette fraction en vue de sa flottaison;
- L'élimination des tranches les plus fines non justiciables de la méthode de flottaison actuelle;
- La flottaison anionique dans plusieurs circuits séparés des minéraux phosphatés et élimination de la gangue siliceuse;
- La filtration et le séchage du concentré;
- Des circuits d'épaississage des différents flux sortants pour maximiser la récupération de l'eau;

---

\*Par M. Cherif El Waly Diop, ingénieur géologue, Direction des mines et de la géologie.

On obtient ainsi un concentré marchand à haut titre (79 à 80 BPL), et trois rejets :

- Les silex parfaitement stériles (17 % du tonnage extrait);
- Les schlamms : (24 % de  $P_2O_5$  et 36 % du tonnage extrait);
- Les résidus de flottaison à 8 % de  $P_2O_5$  (7 % du tonnage extrait).

Le concentré obtenu est de haute qualité :

- Il peut être utilisé directement, sans broyage;
- La capacité de filtration du gypse est très élevée;
- Le rendement d'extraction du  $P_2O_5$  dépasse 96 %;
- La consommation d'acide sulfurique est réduite (2,5 t d'acide à 100 %/t de  $P_2O_5$ );
- La concentration de l'acide phosphorique est facile et les engrais liquides obtenus ont des qualités satisfaisantes pour le stockage.

Cibles pour l'amélioration de la récupération du phosphate à Taïba :  
Les "schlamms"\*

La concentration du phosphate brut provenant de la mine conduit à trois rejets :

- Des silex parfaitement stériles et malheureusement quasi inutilisables;
- Des résidus de flottation, qui sont désormais épuisés jusqu'à 8 ou 9 % de  $P_2O_5$ ; les résidus anciens, moins bien épuisés, sont retraités et fournissent ainsi près de 10 % de la production globale de la mine;
- des "schlamms", résidus très fins, représentant plus du tiers du tout-venant de la mine, à une teneur de 25 % en  $P_2O_5$ , et normalement rejetés dans des bassins de décantation.

L'importance de ces rejets de schlamms a justifié depuis longtemps des recherches pour la mise au point de leur valorisation.

L'analyse des caractéristiques physico-chimiques du produit ayant été conduite par diverses méthodes, plusieurs procédés de valorisation ont été envisagés : utilisation directe comme amendement, concentration par agglomération ou par floculations sélectives, attaque chimique directe et enfin cyclonage des fractions les plus grosses, procédé aujourd'hui mis en oeuvre par les ICS.

---

\*Par M. Babacar Diagne, directeur des exploitations, Compagnie sénégalaise des phosphates de Taïba.

### Valorisation des "schlamms" de phosphates\*

Les schlamms bruts sont des résidus d'extraction des mines de Taïba constitués de fines particules de taille inférieure à 40 microns. Ils se présentent sous forme de suspension à 60 grammes/litre de matière solide dont la teneur en  $P_2O_5$  des schlamms est de l'ordre de 23 à 25 %. Ils sont concentrés à 120 grammes/litres dans des pré-épaisseurs avant d'être rejetés dans des bassins d'épandage pour une récupération ultime de l'eau. Les schlamms bruts représentent 36 % du tonnage extrait de la mine. En 1988, 2 900 000 t de schlamms ont été produites.

Le procédé de traitement utilisé par les ICS pour la valorisation des schlamms consiste à récupérer par hydrocyclonage la fraction des particules supérieures à 10 microns. Cette fraction représente environ 29 % de la masse totale des schlamms bruts.

Les schlamms enrichis sont mélangés avec du minerai marchand dans une proportion de l'ordre de 18 % en poids. Cet apport de schlamms enrichis n'a entraîné aucune conséquence mesurable sur le fonctionnement de l'atelier.

En 1988, 86 147 t de schlamms enrichis secs ont été produites soit 69 742 t d'équivalent phosphate marchand.

L'objectif envisageable à terme est de porter cette utilisation à 300 000 t/an équivalent phosphate, soit près de 30 % de la consommation de l'unité d'acide phosphorique.

### Un exemple de phosphate tricalcique du Sénégal : sa nature - ses applications\*\*

Le gisement de phosphate type "lam-lam" sous forme de lentilles exploité par la SSPT est situé en bordure du plateau de Thiès à proximité d'un vaste gisement de phosphate alumino-calcique.

Son extraction : se fait par exploitation classique en carrière à ciel ouvert. Le recouvrement d'une épaisseur variant entre 13 et 20 m, constitué de latérite est abattu à l'explosif et transporté : la veine phosphatée, d'une puissance moyenne de 6 m, est extraite après foisonnement et subit un simple traitement mécanique.

Son application dans l'industrie des engrais : le produit obtenu peut recevoir trois destinations:

- Fabrication industrielle de superphosphate simple;
- Utilisation directe comme engrais après broyage à 160 microns;
- Fabrication d'acide en mélange avec d'autres phosphates.

---

\*Par M. Doudou Fam, ingénieur, Industries chimiques du Sénégal.

\*\*Société sénégalaise des phosphates de Thiès.

Ses applications agronomiques : comme tous les phosphates tricalciques naturels, ce phosphate est caractérisé par une solubilité faible, aussi son emploi est-il limité aux sols très acides, de pH inférieur à 6 où il permet une action progressive et prolongée de la fumure phosphatée. Il est de ce fait surtout utilisé en fumure de fond.

Conclusion: Les données présentées sur un type défini de phosphate tricalcique riche en  $P_2O_5$ , le phosphate lam-lam du Sénégal, confirment, à la lumière de l'expérience acquise, son utilisation possible autant dans l'industrie des engrais pour la fabrication de l'acide phosphorique et des superphosphates que dans l'application directe en fumure de fond des sols très acides.

SENEGAL

Application directe du phospal comme fertilisant -  
Comparaison avec le superphosphate simple

Le phospal provient d'un minerai extrait à Thiès, au Sénégal dans les mines de la SSPT\*, où des réserves importantes d'une matière première de composition homogène et à teneur élevée en  $P_2O_5$  ont été reconnues et exploitées : plus de 50 millions de tonnes sur une concession de 30 000 ha. Ce minerai est un phosphate double de chaux et d'alumine.

Le minerai, après traitement mécanique et calcination au four tournant, subit des changements fondamentaux dans sa structure initiale:

- Une transformation physique : dissociation des structures cristallines et transformation en une phase amorphe;

- Une transformation chimique : augmentation de la concentration en  $P_2O_5$  de près de 6 points par le départ de l'eau de constitution. Elimination du fer de la combinaison phosphatée sous forme d'oxyde ferrique libre.

La concentration du phospal - 34 unités/100 kg - contribue à réduire les frais de manipulation et d'épandage.

Le phospal répond aux critères "engrais CEE" définis par la réglementation de la Communauté économique européenne. Pour les phosphates alumino-calciques, cette réglementation prévoit une évaluation du phosphore comme le  $P_2O_5$  soluble dans le citrate d'ammonium alcalin de Joulie.

Dans le cas du phospal, cette solubilité est au moins de 80 % (en poids) de son  $P_2O_5$  total. La solubilité dans le citrate qui apparaît en même temps que la valeur fertilisante est en corrélation avec celle-ci. Elle n'est pas toutefois l'image exacte de l'efficacité réelle du phospal; les études ont, en effet, montré que sous l'action des solutions du sol, la totalité des unités du phospal pouvait être assimilée par les plantes.

La valeur fertilisante du phospal repose sur une utilisation en culture datant de plus de 40 ans, confortée par des études et des essais réalisés dans des conditions précises.

Des effets immédiats comparables à ceux du superphosphate simple sont obtenus sur des sols très pauvres, mais des arrière-effets supérieurs du phospal mettent en évidence son action résiduelle.

Le calcul, après l'analyse chimique de chaque récolte, des quantités de  $P_2O_5$  exportées, confirme que la totalité des unités de phospal possède une valeur fertilisante. Le phospal est apte à corriger les sols qui présentent des déficiences en  $P_2O_5$  ainsi qu'à maintenir leur potentiel alimentaire, après cet enrichissement. Le phospal peut être employé en tous types de sols agricoles et normaux, couvrant une plage de pH étendue (de l'ordre de pH eau 5,5 à plus de 8,3).

---

\*Société sénégalaise des phosphates de Thiès.

Le phospal est un engrais qui s'est distingué depuis 40 ans, par des propriétés appréciables au plan économique :

- Il n'agit pas sur la réaction des sols;

- Il n'est pas sensible à la rétrogradation en composés non disponibles, fréquente dans certaines formes solubles - eau. Son emploi recouvre les champs d'application suivants : tous types de sols, en fumure de redressement comme en fumure d'entretien; il est utilisable en l'état ou mélangé avec d'autres engrais ainsi que simultanément avec des amendements calcaires ou magnésium.

Toutes les potentialités qu'offre le phospal justifient son développement marqué dans de nombreux pays situés en climat tempéré comme en climat tropical.

#### La valorisation des phosphates de Matam\*

Le gîte à phosphates de chaux dits phosphates de Matam se situe à 50 km à vol d'oiseau de cette localité. Il se développe à 5 km de la route bitumée Saint-Louis-Matam-Bakel; à 180 km de Tambacounda et à 125 km de l'axe ferroviaire Dakar-Bamako, et à 590 km de Dakar par route via Linguère.

Le phosphate se trouve à deux endroits :

- Panneau sud : Quali-Diala : 300 ha

- Panneau nord : Ndendory : 500 ha

avec net passage latéral rapide vers le nord, le sud et l'est.

Caractéristiques	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Si O <sub>2</sub>	Féral	Cao	CA/P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	En millions de tonnes
	En pourcentage					
Ouali-Diala	27,6	9,9	3,4	44,1	1,60	12
Ndendory	29,1	11,1	4,1	43,5	1,49	27,5

Le phosphate est pulvérulent (80 microns) avec en moyenne 5 à 10 pp de cadmium.

Le taux de découverte moyen est de 4,9

Des essais de valorisation ont été menés au niveau de Taïba. Des essais faits sur un échantillon lourd menés par le BRGM par voie sèche, et des essais agronomiques dans les stations par l'ISRA, la SODEFITEX et la SODAGRI (vulgarisation en milieu rural).

Conclusions : En vulgarisation rurale, les essais ont porté sur le maïs, le riz et le coton. Les résultats ont été satisfaisants.

\*Par M. Chérif El Waly Diop, ingénieur géologue, Direction des mines et de la géologie.

L'Etat envisage une exploitation en carrière pour l'utilisation directe dans le cadre des aménagements du bassin du fleuve.

### Les ressources phosphatées de l'Afrique de l'Ouest

En ce qui concerne l'extraction et le traitement, en termes de géologie économique, la rentabilité de telles exploitations demande généralement une production annuelle de minerai marchand important d'au moins 1,5 million de t. Les réserves de gisement doivent être adaptées à ces productions et se chiffrent à des dizaines, des centaines de millions de t.

L'exploitation en carrière est généralement préférée.

Un avantage majeur de la découverte dans ce contexte est de pouvoir exploiter simultanément plusieurs couches minéralisées en mettant de côté les niveaux stériles intercalaires et de permettre une mécanisation poussée. Des engins de grosse capacité sont utilisés à cet effet pour l'extraction : draglines à godets, roues-pelles, pelles mécaniques et, pour le transport à l'intérieur de la mine, les gros camions porteurs de 100 à 225 t de charge utile.

Les minerais phosphatés ainsi extraits posent souvent selon leur minéralogie un maximum de cas de figures différents et difficiles à résoudre et le facteur aptitude à l'enrichissement devient alors essentiel. Dès la mine, les minerais subissent les premiers traitements physiques avant la dernière opération de valorisation.

La solubilisation des phosphates précédant la fabrication des engrais se fait en général selon deux grandes filières :

- La filière soufre (c'est la principale) : les produits de base sont phosphates et soufre;

- La filière nitritique à partir d'énergie et de phosphate.

La filière de solubilisation sulfurique est tributaire de son côté, des ressources en soufre ainsi que du coût de ce dernier. Or les experts sont très pessimistes sur les ressources à long terme de cette matière et il est probable que dans l'avenir, les prix du soufre évolueront de ce fait vers la hausse.

Toutefois, des procédés permettent de réutiliser le gypse formé dans cette attaque (phosphogypse résultant de la filtration de l'acide phosphorique) pour régénérer le  $SO_2$ , composé intermédiaire de la fabrication de l'acide sulfurique. Ce recyclage demande cependant beaucoup d'énergie. Les problèmes du coût de l'énergie et des ressources en soufre sont donc les problèmes fondamentaux du futur. Ils guideront l'évolution de la fabrication des fertilisants.

Actuellement en voie d'expérimentation, les techniques de fabrication d'engrais économes en énergie et en matières premières (soufre) prendront donc dans l'avenir de plus en plus d'importance.

Le rapport porte essentiellement sur les quatre chapitres suivants:

- La prospection des phosphates en Afrique de l'Ouest;
- Le traitement des minerais de phosphates;
- Les engrais phosphatés;
- L'utilisation des phosphates en agriculture.

La prospection des phosphates en Afrique de l'Ouest commencée juste après la seconde guerre mondiale, a été menée par le Bureau minier de la France d'outre-mer entre 1948 et 1959 puis par le Bureau de recherches géologiques et minières à partir de 1959 en collaboration avec les directions des mines et de la géologie et les sociétés de développement minier de pays concernés.

Dans cette perspective, les connaissances acquises çà et là à travers le monde sur la géologie des phosphates sédimentaires d'origine marine, sur les environnements paléogéographiques et sédimentologiques - notamment l'association phosphates - sédiments chimiques, la condensation des séries, la faiblesse de la composante terrigène, les caractères radioactifs de ces phosphates, etc. - ont naturellement servi de guides de recherche des concentrations et permis d'aller plus vite. Pratiquement cette exploration comporte généralement trois phases successives :

- Le recensement dans un bassin des périodes favorables à la sédimentation phosphatée,
- La délimitation des zones favorables à l'accumulation des dépôts phosphatés,
- L'étude détaillée de ces zones favorables.

Les recherches sont alors menées principalement par puits et sondages, parfois accompagnées de diagraphies; elles se sont développées en général de proche en proche sur indices connus et par secteurs potentiels.

Finalement, quelles sont les utilisations des phosphates en agriculture ?

A l'échelle de l'Afrique et même à celle du monde, il est clair que ce sont les engrais issus des filières d'attaque sulfurique, phosphorique et nitrique qui sont les plus utilisés et qui font l'objet des tests et des pratiques agricoles les plus diversifiées selon les climats, les pays, les cultures. Le sujet étant extrêmement vaste, l'auteur se limite ici au cas des phosphates naturels à la lumière des travaux menés au cours des dernières années en Afrique par les institutions internationales de développement agricole et les organismes de recherche africains. Bien qu'orientées vers les phosphates naturels, les procédures présentées ici sont néanmoins assez analogues à celles mises en oeuvre pour les engrais.

Les phosphates naturels, généralement de type apatitique, peuvent avoir des degrés de solubilité et d'assimilabilité très différents. Leur comportement dépend d'abord des caractéristiques intrinsèques et ensuite des réactions avec le milieu.

En conclusion, la période actuelle, plus encore que les précédentes, doit être orientée vers la satisfaction des besoins agricoles africains et l'autosuffisance alimentaire encore très inégalement assurée. On se trouve

dans une phase de transition entre l'utilisation traditionnelle d'engrais de haut titre (avec quelques exceptions comme le superphosphate simple, certains cas d'application directe) et celle de produits mieux adaptés à la diversité des situations économiques régionales et locales. Cette adaptation passera plus que jamais par une bonne concertation entre tous les intervenants de la filière phosphate et c'est bien en ce sens que le présent exposé a été conçu.