



**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)

**SOFRECHIM**

F-15045

**ASSISTANCE A LA ZONE FRANCHE D'INGA**

DP/ZA/81/015/11-59/3168

Rapport complémentaire

**Rapport technique et économique**

établi pour le Gouvernement du ZAIRE par l'Organisation des Nations Unies  
pour le Développement Industriel, Agent d'exécution du programme des  
Nations Unies pour le Développement.

D'après l'étude de F. STERNICHA  
Expert de la SOFRECHIM

3

### Introduction

Dans le souci de présenter une étude aussi complète et aussi concluante que possible, l'expert a recueilli l'avis des autres personnes qui ont eu à travailler sur la valorisation des phosphates du Bas Zaïre.

L'expert a donc pris contact avec l'expert géologue: Monsieur KNOBEL qui a passé trois mois au Zaïre en particulier sur le gisement de phosphate de Kansi et dans les bureaux de la ZOFI à Kinshasa.

L'expert a rencontré également les experts de la Société USC qui étaient à l'origine de l'étude sur la valorisation thermique des phosphates.

Les avis ainsi recueillis confirment les conclusions du rapport préliminaire ainsi que les suggestions faites dans ce rapport.

### Expertise géologique

Monsieur KNOBEL qui s'est rendu sur le terrain, a rassemblé les données existantes sur le gisement de phosphates du Bas Zaïre et proposé une méthode de prospection. Monsieur KNOBEL a consacré son travail, à la demande de la ZOFI, essentiellement sur le gisement de Kanshi, le plus proche de BOMA.

L'extension connue du gisement vers le Nord ouest jusqu'aux confins du Gabinda est plus éloignée et l'absence presque complète d'infrastructure ferroviaire ou routière rend actuellement son exploitation moins intéressante que celle du gisement de Kanshi.

Monsieur KNOBEL a constaté que le gisement était mal connu mais qu'il lui semblait cependant digne d'intérêt.

Les forages qui ont atteint la couche et pour lesquels les données ont été recueillies sont trop peu nombreux, (quatre seulement) et les affleurements, soumis à l'érosion, ne donnent pas une idée exacte. Les pétroliers qui ont effectué plusieurs sondages sur ce site n'ont pas conservé la partie supérieure du carottage qui traversait justement la couche de phosphates.

Les affleurements donnent une idée des limites du gisement et de son épaisseur (trois à quatre mètres environ) avec un titre moyen en P205 de l'ordre de 14% mais qui par endroit atteint 21%.

La couche de stérile surmontant la couche a en moyenne une trentaine de mètres d'épaisseur ce qui obligera de manutentionner au moins 10 m<sup>3</sup> de stérile par m<sup>3</sup> de minerais. Cette manutention reste cependant dans des limites raisonnables et le coût du minerai devrait rester compétitif pour un usage local.

Des investissements importants en matériel d'exploitation, pelles mécaniques, camions et matériel de manutention sont cependant nécessaires. Il faudra également organiser un réseau routier pouvant supporter le trafic des camions jusqu'à BOMA.

L'importance du gisement pourrait atteindre, sur la base des données actuellement connues et d'après Monsieur KNOBEL, un vingtain de millions de tonnes de minerai soit au maximum 2,8 millions de tonnes de P205.

Les essais d'enrichissement effectués par un laboratoire US sur les échantillons recueillis montrent un rendement en P205 assez bas et voisin au mieux de 70%.

L'usine d'enrichissement représente un investissement d'autant plus important que la qualité du produit enrichi devra correspondre à la norme relativement sévère exigée pour une usine de traitement thermique.

**Le gisement de Kansi devrait donc pouvoir livrer près de 2 millions de tonnes de P205 à l'état de phosphate enrichi de qualité commerciale.**

Une usine de traitement thermique telle que celle envisagée consommerait environ 50 tonnes de phosphate enrichi à 34% de P205 à l'heure soit par jour 1200 tonnes de minerai enrichi contenant 408 tonnes de P205.

La consommation annuelle devrait s'élever à 135.000 tonnes de P205. Soit en 15 ans à près de 2 millions de tonnes ce qui correspondrait à l'épuisement du gisement par la seule unité de traitement thermique.

Le Zaïre ayant un besoin important d'engrais il est vraisemblable que la mise en exploitation du gisement de Kansi suscitera la construction d'une usine d'engrais pour la région et les régions avoisinantes.

On peut donc prévoir un épuisement plus rapide du gisement, de l'ordre d'une dizaine d'années.

Cette trop faible capacité est une des raisons majeure qui fera reculer un investisseur pour une unité de traitement thermique des phosphates.

### **Conclusions sur l'expertise géologique**

Les chiffres avancés sur l'importance du gisement de Kansi sont peu précis et seule une prospection méthodique permettra de définir exactement la quantité de phosphate disponible, son coût d'exploitation et le coût de l'enrichissement.

Il semble cependant que ce gisement soit suffisant pour alimenter une industrie moyenne de phosphate à usage agricole (peu exigeante sur la qualité) et éventuellement une petite industrie de phosphate industriel. Mais ce gisement paraît trop faible pour alimenter une grosse industrie visant l'exportation.

Nous concluons donc, avec Monsieur KNOBEL, que la prospection doit être poursuivie, ne serait-ce que pour justifier la mise en exploitation de la partie la plus immédiatement rentable pour la fabrication d'engrais à usage local.

### **Entrevue avec les spécialistes de USC**

L'expert a rencontré à Dortmund Monsieur le Docteur Erich Barth chargé de l'étude sur le traitement thermique ainsi que Monsieur le Docteur Lothar P.E. Helmeth Directeur de la consulting division .

La Société USC a repris l'étude d'origine qui avait été remise à la ZOFI par la Deutsche Gesellschaft für technische Zusammenarbeit et a précisé un certain nombre de points importants.

La Société USC a très aimablement permis à l'expert de prendre connaissance de la nouvelle étude bien que celle-ci ne soit pas encore parvenue à ses destinataires.

**Les conclusions de cette deuxième étude ne permettent pas d'envisager la construction d'une unité de traitement thermique des phosphates de la capacité initialement envisagée.**

En effet un meilleur examen de l'évolution du marché montre qu'il n'y a pas actuellement de place pour une nouvelle usine de fabrication d'acide phosphorique à usage technique et alimentaire. D'autre part, l'étude des coûts de fabrication montre que le prix de revient de l'acide thermique n'est plus compétitif en face de celui de l'acide fabriqué par voie humide et extraction.

La Société USC après avoir examiné les données concernant le gisement de phosphates de Kansi conclu qu' il n'est pas envisageable de construire une usine à partir de ce gisement sur la base de ce que l'on en sait actuellement.

USC justifie ainsi son étude d'une usine à partir de phosphates importés.

USC envisage le transport de ce phosphate sur des minéraliers de 15.000 tonnes ce qui impliquerait le dragage à une trentaine de pieds du fleuve Zaïre jusqu'à BOMA.

On sait que ce fleuve, le deuxième du monde pour son débit, charrie beaucoup de sable et d'éléments fins, la quantité de ces alluvions semble même s'accroître à cause, vraisemblablement, de la dégradation du couvert végétal. Les techniques d'exploitation forestières et agricoles, qui font une large part à l'écobuage, sont en grande partie responsables de cette dégradation. Le sable et les éléments fins s'accumulent dans le cours inférieur à faible pente, en créant des hauts fonds instables dangereux pour la navigation.

Un dragage perpétuel serait nécessaire et d'un coût prohibitif.

Bien entendu, si le port de Moanda-Banana devait être construit, les données économiques seraient complètement différentes, l'utilisation de minéraliers de forte capacité, (70.000 tonnes ou plus) rendrait le prix du phosphate beaucoup plus intéressant.

### Marché

USC s'est attaché dans sa nouvelle étude à mieux montrer l'évolution du marché de l'acide phosphorique de qualité technique et alimentaire.

D'une part le marché global ne croît que lentement du fait de la situation économique mondiale actuelle, mais aussi parce que les détersifs à base de polyphosphates, qui sont la principale utilisation de cet acide, sont attaqués par les mouvements écologistes. Ceux-ci leur reprochent de favoriser la croissance des algues dans les rivières, et de modifier les équilibres biologiques concourant ainsi à la dégradation de l'environnement.

D'autre part, le bas prix de l'acide phosphorique "vert" de voie humide a incité les industriels à utiliser celui-ci à la place de l'acide de voie thermique.

De nombreux producteurs de minerai de phosphate ( Maroc, Jordanie, Tunisie), se sont en effet lancés, ces dernières années dans la fabrication de l'acide phosphorique vert, à usage agricole, mais aussi parfois d'acide phosphorique de qualité technique, de manière à accroître la valeur ajoutée de leurs exportations. Cet afflux a pesé sur le marché dont les prix ont plutôt tendance à baisser.

Les procédés d'extraction, qui permettent de fabriquer l'acide phosphorique de qualité technique et alimentaire, à partir de l'acide phosphorique vert, ont pris une part de plus en plus importante faisant régresser la fabrication par voie thermique.

USC a joint à son étude des courbes tout à fait significatives qui montrent de façon indiscutable l'évolution de ce marché.

### Coûts de fabrication proportionnels

Les coûts de fabrications de l'acide phosphorique thermique sont plus élevés que ceux de l'acide vert en raison essentiellement du rendement chimique qui est nettement inférieur pour la voie thermique, (une partie importante du phosphore reste liée au ferrophosphore qui est difficile à commercialiser à un prix intéressant), mais aussi en raison du coût de l'énergie.

La fabrication de l'acide phosphorique vert ne consomme pratiquement pas d'énergie car la fabrication de l'acide sulfurique qui lui est obligatoirement liée, est, elle, très largement excédentaire.

La seule énergie consommée pour la fabrication de l'acide phosphorique vert est de la vapeur à bas niveau (115°C) pour la concentration de l'acide. On se sert généralement pour cet usage de la vapeur à contrepression issue des turbines entraînant les générateurs électriques. Celles-ci utilisent la vapeur produite par les calories dégagées par la combustion du soufre, la réaction d'oxydation du SO<sub>2</sub> en SO<sub>3</sub> et la formation de l'acide phosphorique à partir de SO<sub>3</sub> et d'eau.

A la différence des ateliers utilisant la voie thermique, les complexes de fabrication d'acide phosphorique, à partir de phosphates naturels et de soufre sont des producteurs de KW ou de vapeur.

Pour l'ensemble des raisons données ci-dessus USC estime pour sa part que le prix donné pour les KWH d'Inga reste encore trop élevé pour avoir un effet attractif pour un investisseur.

**Les frais proportionnels inhérents à la voie thermique, empêchent celle-ci d'être compétitive.**

### Investissements et frais fixes

(Bien que cela ne rentre pas exactement dans cette rubrique il faut signaler que USC estime que le problème des off-site n'est pas clairement réglé, que par exemple la ligne d'ornée d'énergie n'a pas été chiffrée, ce qui risque sur un plan plus général de remettre en cause le projet.)

USC a calculé ce que deviendrait le prix de revient de l'acide phosphorique de qualité technique et alimentaire en diminuant les frais d'investissement de 20%. Le calcul de USC montre que malgré cette diminution des frais fixes, le prix de revient reste trop élevé pour pouvoir se placer sur le marché mondial.

USC a pris comme base de calcul des intérêts de 10%, mais dans notre propre étude, basée sur des intérêts très bas à 5% seulement, nous avons vu que le prix de revient restait trop élevé.

Les autres frais fixes, en particulier ceux concernant la main d'oeuvre "expatriée" jouent également dans le mauvais sens.

L'exploitation d'une unité de traitement thermique des phosphates exige en effet du personnel très spécialisé, donc coûteux.

Le personnel exploitant une usine d'acide phosphorique "vert" peut avoir une qualification plus faible.

D'autre part le coefficient d'utilisation de l'installation choisi comme base de la première étude était de 80%. Une telle installation peut difficilement dépasser cette valeur lorsqu'elle est servie par du personnel très entraîné, disposant sous la main de tous les rechanges et matériels nécessaires.

Il est une règle générale en chimie industrielle qui fait que les ateliers manutentionnant des solides ne peuvent atteindre les coefficients d'utilisation des ateliers n'utilisant que des fluides "propres" liquides ou gazeux, en raison de l'abrasion et de la casse.

USC a cependant effectué, dans sa nouvelle étude un calcul à 100% de coefficient d'utilisation, mais même dans ce cas le prix de revient est trop haut.

### Recherche de partenaire

La Société USC confirme dans son rapport avoir pris contact avec les huit compagnies qui gèrent dans le monde, la fabrication d'acide phosphorique pur, pour savoir si une d'elle serait intéressée par une usine thermique utilisant l'énergie d'Inga.

USC affirme n'avoir eu que des réponses négatives et il y a tout lieu de croire USC qui est une filiale de Höchst, une des premières compagnies productrices d'acide phosphorique pur dans sa filiale de Knapsack.

### Conclusion

Si l'étude de USC laisse peu d'espoir, dans les circonstances économiques actuelles, pour la construction d'une importante usine de traitement thermique des phosphates à BOMA, l'étude d'une usine moins importante, destinée au marché intérieur n'a pas été abordée.

La situation géographique du Zaïre, la faiblesse de son infrastructure industrielle et de transport, constitue un handicap pour la construction et l'exploitation de grosses unités de produits chimiques.

Face à une concurrence agressive et suréquipée, une jeune industrie ne disposant pas des rechanges, du personnel entraîné et des moyens les plus modernes de transmission et de gestion aura peu de chance de se tailler une place.

Les connaissances théoriques des cadres zairois gagneront à coup sur en efficacité si elles peuvent s'exercer d'abord dans des usines de taille plus modeste, donc plus faciles à maîtriser. La production de celles-ci sera au début destinée au marché intérieur et elle pourra ainsi bénéficier d'une certaine protection contre la concurrence internationale.

La présence d'un gisement de phosphate, l'existence d'une source d'énergie électrique, devraient permettre d'amorcer un développement industriel. Pour avoir quelque chance de réussite les objectifs devront tenir compte de l'infrastructure actuelle, des ressources en matières premières et en main d'oeuvre locale.

Une entrée, même modeste dans l'ère industrielle permettra d'améliorer la qualification et l'efficacité du personnel local et de rendre ainsi le pays beaucoup plus autonome. L'appel massif à des techniciens expatriés grève toute production industrielle de frais de main d'oeuvre qui ne sont pas souhaitables.

Un projet de fabrication destiné au marché intérieur rendra plus facile la recherche des partenaires car certains pourront être intéressés par une participation à la conquête d'un nouveau marché.