



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

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



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

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

FAIR USE POLICY

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

CONTACT

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

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

14779

MISE EN PLACE ET FONCTIONNEMENT DE LA CONE FRANCHE D'INGA

DF/ZAI/81/015

CAIRE

Rapport technique :

Expertise sur le gisement de phosphate de KANCI - BAS CAIRE*

Etabli pour le Gouvernement du Caïre
par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel,
organisation chargée de l'exécution pour le compte du
Programme des Nations Unies pour le développement

D'après l'étude de Jean KNOBEL
ingénieur géologue

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
Vienne

* Ce document n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

RÉSUMÉ

Cette mission de trois mois au Zaïre avait pour but de faire l'évaluation des réserves sûres de phosphates dans le gisement de KANZI ; de présenter les termes de référence, et le programme pour la prospection détaillée de ce gisement ; et de proposer des compléments ou des schémas d'approche à ces études.

De ce fait, a été réalisée une étude bibliographique sur la géologie et les phosphates de l'ensemble Bas-Zaïre. Dans le rapport de fin de mission, sont résumés les points essentiels à retenir, tout en présentant des réserves, ou des analyses personnelles. En particulier, sont extraits les éléments positifs permettant de répondre au premier point : réserves sûres de phosphates. Les chiffres résultant de ce calcul :

- réserves sûres : 700 000 tonnes à 75 % de certitude
- réserves possibles : 3 000 000 de tonnes avec 25 à 75 % de certitude
- réserves géologiques hypothétiques : 15 000 000 de tonnes
- réserves géologiques spéculatives : 20 000 000 de tonnes

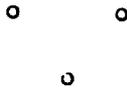
permettent de réaliser que les données ne sont pas suffisantes pour connaître les réserves de ce bassin de KANZI, ce qui amène au deuxième point : analyser et programmer une campagne de sondages systématiques sur KANZI. Pratiquement aucune remarque n'est à faire sur les précisions et programmes proposés par les services zaïrois, si ce n'est de prendre en compte l'esquisse géologique et la méthodologie établie pendant cette mission, en intégrant tous les critères de terrain, et les données des sondages par photogéologie.

Cette campagne qui est sur le point de débiter devrait mettre en évidence quelques dizaines de millions de tonnes de tout venant commercial dans l'ensemble du bassin de KANZI ; or ce bassin de KANZI correspond à des lambeaux de niveaux crétacés, en amont pendage ayant résisté à l'érosion.

Aussi, peut-on préciser d'abord cette recherche à plus grande échelle, tout d'abord en aval pendage, c'est à dire dans la zone de KANZI, et par la suite en remontant vers le Nord. Cette prospection devra se baser

sur un support géologique, qui n'existe pas pour le moment et qui permettra de placer des campagnes de sondages efficaces.

Un modèle d'approche est présenté utilisant l'interprétation photogéologique.



SOMMAIRE

	Pages
PRESENTATION	7
I - ANALYSE DES DONNEES ET COMMENTAIRES	9
A - Données anciennes	9
1 - Observations sur le Crétacé supérieur de BULU-ZAMBI et BOLOLO - M. PIERARD	9
2 - Notes sur les phosphates sédimentaires de CABINDA	11
B - Les recherches de phosphates dans le Bas Zaïre	14
1 - Inventaire des ressources minières dans le Bas-Zaïre (PNUD 1970)	14
• Travaux réalisés	14
• Résultats des travaux	15
a/ Méthode de prospections géochimiques et géologiques	17
b/ Prospection des gisements de FUNDU-NZOBE et NGUNDJI	18
c/ Prospection des gisements de KANZI	19
d/ Prospection des gisements de VUANCU	20
e/ Caractéristiques du bassin PHOSPHATE	22
f/ Conclusions et recommandations concernant les recherches de phosphates	22
g/ Recherche de gisements de sel, de sables quartzeux et d'argiles kaoliniques	22
h/ Résultats des travaux photogéologiques sur partie occidentale du Bas-Zaïre	23
2 - Recherches et évaluations des phosphates du Bas-Zaïre (SPE-PNUD 1980)	24
a/ Recherches sur le secteur KANZI	24
b/ Recherches sur le secteur VUANGU	27
c/ Recherches sur le secteur FUNDU-NZOBE	28
d/ Conclusions générales	28
e/ Bilan et recommandations	28

C - Autres rapports spéciaux	29
1 - Prospection géophysique des phosphates et du sel gemme dans le Bas-Zaïre - J.R. VIALIX	29
2 - Essais d'enrichissement sur le phosphate de KANZI	30
II - EVALUATION DES RESERVES SURES	32
A - Eléments positifs	32
B - Classification des différentes réserves	32
1 - réserves de première catégorie	33
2 - Réserves de seconde catégorie	33
3 - Réserves géologiques	34
C - Calcul des réserves sur KANZI	35
1 - Réserves première catégorie	35
2 - Réserves deuxième catégorie	36
3 - Réserves géologiques	36
D - Conclusions	39
III - PROSPECTION DETAILLEE DU BASSIN DE KANZI - PROGRAMME ET COÛT	40
A - Travaux à réaliser	40
1 - Compléments géologiques	40
2 - Une première phase de sondages et puits à double maille	40
3 - Une deuxième phase de sondages et puits à maille simple	41
4 - Echantillonnage et analyse - Etudes de laboratoire	41
5 - Croix de sondage	42
6 - Variation du minerai	42
7 - Support topographique	43
8 - Déplacement et préparation des emplacements	43
9 - Calculs de réserves	43
10 - Evaluation de la rentabilité prévisionnelle d'un projet d'exploitation	43
11 - Diagraphies	44
B - Personnel - Moyens utilisés	44
1 - Personnel	44
2 - Matériel à prévoir	46

C - Programme	47
1 - Période d'organisation	47
2 - Mise en place	47
3 - Phase travaux détaillée	47
4 - Phase repli	47
D - Coûts globaux	48
 IV - CONCLUSIONS GENERALES - RECOMMANDATIONS ET COMPLEMENTS	 50
A - Extension et recherche aval zone de KANZI	50
B - Application sur une esquisse photogéologique non recoupée par le terrain	52
C - Conclusion	55

PLANS

- Plan n° 1 - ESQUISSE PHOTOGEOLOGIQUE AVEC INTERPRETATION STRUCTURALE.
ZONE DE KANZI.
Echelle 1/25 000.
- Plan n° 2 - ESQUISSE GEOLOGIQUE DU BASSIN PHOSPHATE DE KANZI
AVEC PROFILS POUR TRAVAUX DE DEFINITION DU GISEMENT.
Echelle 1/25 000.
- Plan n° 3 - ESQUISSE GEOLOGIQUE DU BASSIN PHOSPHATE DE KANZI
AVEC PROFILS POUR TRAVAUX DE DEFINITION DU GISEMENT
avec limite minéralisation et possibilité puits.
Echelle approximative 1/16 000.
- Plan n° 4 - BAS ZAIRE - CABINDA.
Esquisse structurale.
Echelle 1/500 000.

PRÉSENTATION

En réponse à une requête faite par le gouvernement de la République du Zaïre à l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), l'auteur a entrepris une mission d'expert du 5 décembre 1984 au 26 février 1985.

Le but de la mission a été d'assister le Gouvernement dans son programme d'évaluation complète des réserves des phosphates dans le gisement de KANZI sous la responsabilité de la ZONE FRANCHE d'INGA (ZOFI) avec le concours du Service Présidentiel d'Etudes, et du Département des Mines.

L'emploi du temps a été arrangé par les services de la ZOFI.

Le cadre de travail offert par les Services de la République du Zaïre a été fort apprécié de l'auteur, et des remerciements spéciaux sont adressés au Citoyen Ingénieur NTAMBO, Chef de projets de la ZOFI, ainsi qu'au Citoyen DIBOBOL KITMUT, géologue, qui l'a aidé avec efficacité sur le terrain.

Cette mission de trois mois à KINSHASA et dans le Bas-Zaïre avait pour but d'évaluer les réserves sûres de phosphates dans le gisement de KANZI, contribuer à l'élaboration des termes de référence, et élaborer un programme de campagne de sondages systématiques. Les conclusions de cette mission seront présentées sous forme de recommandations.

Le Gisement de KANZI avait été retenu parmi d'autres zones reconnues, par suite de la plus grande facilité économique en ce qui concerne l'exploitation. Le plan de ce rapport se déduira donc des différents points de cette mission.

Dans une première partie, il sera passé en revue les différents rapports intéressant ce sujet. Les principaux points à retenir seront résumés, tandis que des commentaires permettront de compléter ou de modifier les points de vue.

Une deuxième partie permettra d'évaluer les réserves, en particulier les réserves sûres. Un certain nombre de définitions s'attacheront à ce chapitre.

Enfin, la troisième partie cherchera à élaborer les termes de référence et le programme de la campagne de prospection détaillée.

Dans une quatrième partie, il sera donné un ensemble de recommandations sur les compléments à préconiser.

Dans cette présentation, nous tenons à préciser que la recherche de ces phosphates est un problème difficile par suite des difficultés liées à la nature du terrain (végétation, climat, manque d'affleurements de surface et difficulté de pénétration) et à la présence d'une importante couverture sableuse, masquant les terrains sous-jacents, et les ravinant souvent. Aussi, ne faudra-t-il prendre les différentes remarques que nous nous permettons de formuler dans ce rapport que comme un moyen d'améliorer les méthodes d'approche, ainsi qu'obtenir un maximum d'efficacité avec un budget minimum.

I - ANALYSE DES DONNÉES ET COMMENTAIRES

Les documents en notre possession pourraient se grouper en trois origines :

- . données anciennes avant les travaux spécifiquement liés aux phosphates ;
- . rapports liés directement à la recherche des phosphates ;
- . enfin, rapports spéciaux concernant ces phosphates.

A - Données anciennes

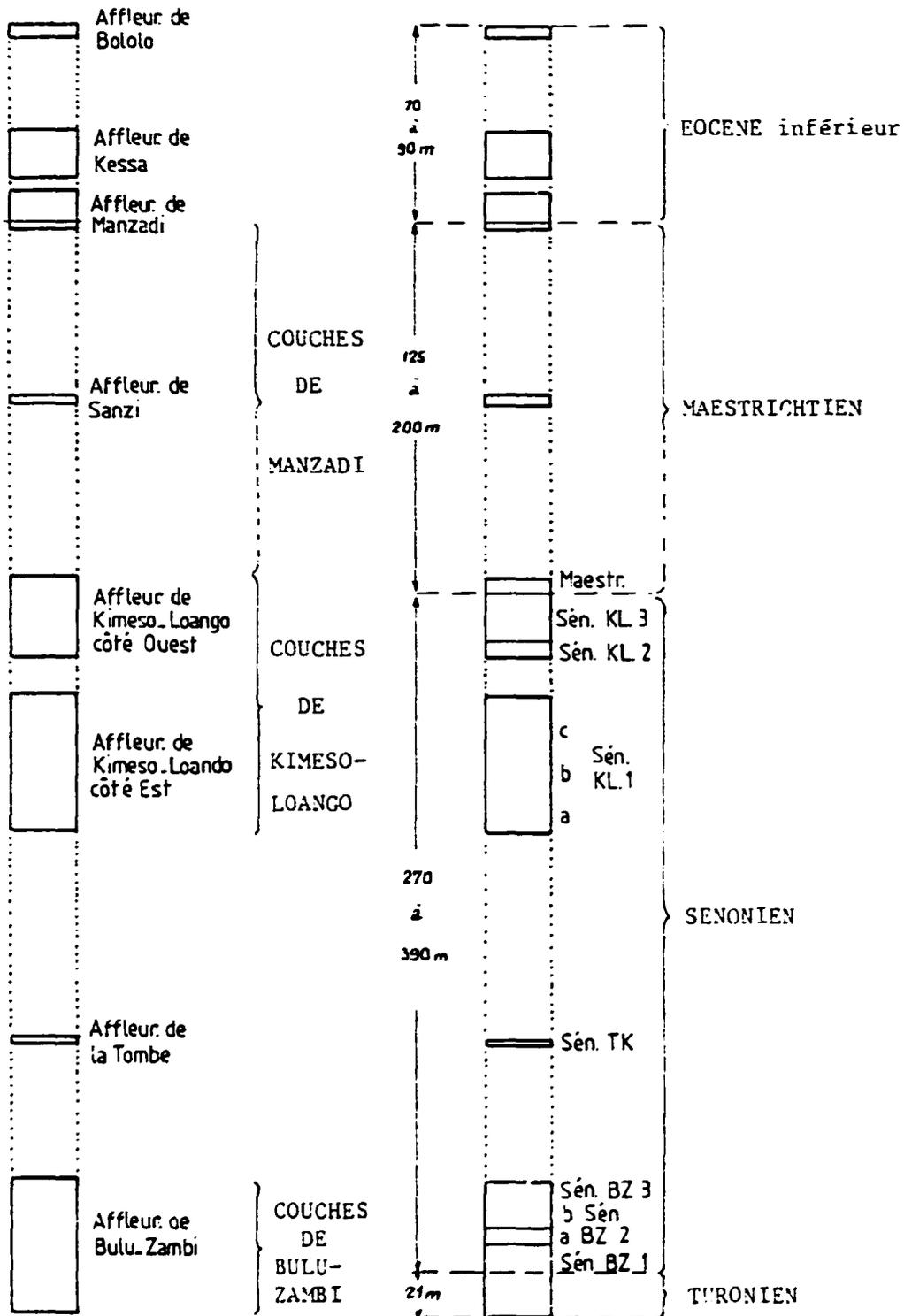
Des niveaux phosphatés étaient connus dans différents bassins côtiers du pourtour l'Afrique, en particulier dans le prolongement Sud et Nord du bassin côtier du Bas-Zaïre. Ces phosphates se placent soit à la fin du Crétacé (en général Maestrichtien) soit au Tertiaire, dans un environnement paléogéographique de bord de mer. Dans le bassin côtier zaïrois, cinq indices étaient connus, sur KANZI et NGUNDI-LUVELELE.

En plus des données des pétroliers, basées essentiellement sur une connaissance du bassin par des sondages profonds allant jusqu'au socle, calées par des études très serrées de micro-paléontologie et complétées par des levés géophysiques, nous avons noté deux documents que nous considérons comme importants pour cette étude : les travaux de PIERARD (1956) sur le Bas-Zaïre, et une note sur les phosphates sédimentaires du CABINDA, par JORGE A.

- 1 - Observations sur le Crétacé supérieur de la région située entre BULU-ZAMBI et BOLOLO, rive Nord du fleuve Congo -
M. PIERARD (1956) - Annales du Musée Royal du CONGO BELGE.

Cette étude concerne une coupe effectuée sur les terrains crétacés et tertiaires bordant le fleuve Zaïre entre BULU-ZAMBI et BOLOLO, c'est à dire dans la partie Sud du gisement de KANZI.

ECHELLE STRATIGRAPHIQUE GENERALE



D'après Rapport M. PIERARD (1956)

Observations sur CRETACE Supérieur de la région BULUZAMBI à BOLOLO

Cette coupe très détaillée permet de connaître les relations stratigraphiques entre les différents affleurements de cette zone (voir planche page 10. Echelle stratigraphique générale). L'auteur, en particulier, a effectué un travail très détaillé d'analyse séquentielle et de détermination des fossiles trouvés, ce qui permet de placer avec exactitude chacun de ces niveaux dans l'échelle stratigraphique.

Commentaire :

De ce travail, il faut retenir :

- des logs détaillés qui pourront être parallélisés avec les logs des sondages faits et à faire dans le cadre des recherches des phosphates ;
- des limites entre étages, en particulier la limite Maestrichtien - Paléocène soulignée sur le terrain par une légère discordance de 2° environ (MANZADI) ;
- le Maestrichtien paraît avoir, dans son ensemble, un caractère côtier, avec une tendance à la régression ;
- tous ces terrains pendent de quelques degrés vers l'Ouest ; quelques ondulations à grand rayon de courbure affectent le Sénonien entre BULU-ZAMBI et MANZADI ;
- enfin, les faunes décrites permettent de se placer stratigraphiquement : les listes de fossiles données pour chacun de ces niveaux pourraient être utilisées dans les datations des niveaux des sondages et des affleurements douteux.

2 - Notes sur les phosphates sédimentaires de CABINDA

par Jorge A. de Cunha Gouveia (Servicos de Geologia e Minas de Angola - Juillet 1958)

Cette note fait le point des recherches des phosphates et des gisements connus au CABINDA jusqu'en 1958.

Géologie :

La géologie est caractérisée par un recouvrement presque uniforme de sables récents, argileux, jaunes à rougeâtres qui reposent en discordance

sur les faciès crétacés ou tertiaires sous-jacents.

Le Crétacé est caractérisé par des affleurements du Sénonien et du Maestrichtien (série de CHIGUETE et CAMBOTA), définis par l'identification des fossiles. Au Maestrichtien se rattachent les gisements phosphatés de CHIGUETE, MONGO-TANDO, UECA et LICO.

Le Paléocène montre des faciès marno-calcaires et gréseux.

L'Eocène (Yprésien) se caractérise par une couche de phosphates à laquelle se rattachent les gisements de phosphates de CACATA et CHIVOVO.

Ces différentes formations sédimentaires s'alignent en bandes alternées selon une direction N 45° W, soulignant ainsi l'existence de deux grands plis de moindre importance. Il y aurait concordance dans les pendages des formations yprésiennes de CACATA, et les formations crétacées d'INHOB0.

Gisements de phosphates (localisation des gisements - plan n° 4)

Des travaux miniers et quelques sondages ont défini plusieurs gisements :

a/ Gisement de MONGO-TANDO : reconnu sur une surface d'environ 50 000 m², sous une couche dure de coprolithes cimentés par un calcaire silicifié (cette couche est fracturée en de grands blocs apparemment individualisés). La formation phosphatée se caractérise par une couche riche, consolidée, de type "noggat" (35 % - 5 à 4 m puissance) ; et par une couche sous-jacente de marne phosphatée de type "Marga" (15 à 18 % - 3 à 4 m).

b/ Gisement de CHIGUETE : ce gisement montre des directions des couches variant entre N 20° W et N 55° W, avec des pendages de 10 à 20° vers le N.E. ; sur le versant N.E. il y a mélange de matériaux (désagrégation et redéposition). Le niveau phosphaté, de teneur en phosphates très variable (15 à 30 %) montre une épaisse formation de sable très fin (granulométrie inférieure à 100 meshes) avec concentration de résidus cartilagineux, et de rares coprolithes et pseudo-oolithes (granulométrie supérieure à 60 meshes).

c/ Gisement de CACATA : ce gisement de direction N 25° W, et de pendage 4° vers le N.E. montre une couche de phosphates de 10 à 14 m, formée presque uniquement par des pseudo-oolithes de phosphates (1 à 2 cm de diamètre) à matrice marneuse (15 à 30 %). Vers l'Ouest, le gisement est coupé par une faille de grand rejet, de direction N 20° W et pendage de 75° W. Près de cette faille la couche se trouve partiellement silicifiée (dynamométamorphis-

me) ; vers le S-S.E., la couche perd son uniformité, et passe à de nombreuses intercalations de marnes blanches, et de calcaires marneux à pseudo-oolithes de phosphates.

d/ Gisement de CAMBOTA : la couche phosphatée de direction N 35° W et pendage 4° vers le N E est constituée par un sable phosphaté de granulométrie plus ou moins uniforme et à teneur variable de 12 à 26 %.

e/ Gisement de CHIVOVO : cette formation est lenticulaire, et les teneurs sont variables (12 à 25 % P205).

Conclusion :

Les travaux miniers effectués ont défini :

- réserves certaines : 3 300 000 t
- réserves probables : 12 600 000 t

Les formations phosphatées se placeraient sur trois alignements :

- des affleurements maestrichtiens de la série de CAMBOTA ;
- des affleurements éocènes de la série de CACATA ;
- des affleurements maestrichtiens de la série de CHIBUETE.

Commentaire :

Ces alignements se poursuivent vers le S.E., dans le Zaïre, et peuvent être des guides dans les recherches à l'échelle du bassin côtier ; ainsi l'alignement de CAMBOTA se poursuit au Zaïre par le gisement de FUNDO N'ZOBE et NGUNDI ; d'autres plus au Sud se poursuivraient en direction de la zone de KANZI.

B - Les recherches de phosphates dans le Bas-Zaïre

Ces recherches, effectuées dans le cadre de deux missions de terrain, sont condensées dans les deux rapports suivants, rapports qui sont les principales bases de notre étude :

- Inventaire des ressources minières dans le Bas-Zaïre (PNUD 1970) ;
- Recherches et évaluations des phosphates du Bas-Zaïre (S.P.E.-PNUD 1978-80).

1 - Inventaire des ressources minières dans le Bas-Zaïre

(PNUD) 1970.

Ce document élaboré dans le cadre d'un accord signé le 26 juillet 1963 entre le Gouvernement de la République Démocratique du Congo, et le Fonds Spécial, fait le point des prospections de matières premières minérales dans le Bas-Zaïre, menées sur le terrain entre début 1970 et juin 1972.

Des indices de phosphates et de sels potassiques étaient déjà reconnus auparavant ; quant aux dépôts salifères, ils avaient été révélés lors de trois grands forages de la SOCOREP, à des profondeurs supérieures à 1 300 - 1 400 mètres, dans le S.W. du Bas-Zaïre et le long de la frontière du CABINDA.

Ce document se divise en deux parties dont :

- la première fait un rappel de l'ensemble des travaux réalisés ;
- la deuxième présente les résultats de ces travaux.

• TRAVAUX REALISES

- Synthèse bibliographique des documents anciens concernant les phosphates sur données SOCOREP : prospections géologiques, levés gravimétrique et aéromagnétique et données pays limitrophes.

- Remise en état d'une partie des laboratoires du Service géologique et installation d'un laboratoire central au Service géologique à KINSHASA et d'un laboratoire de campagne au centre opérationnel.

- Prospection des phosphates : prospection géologique et géochimique depuis la frontière du CABINDA ; à NGUNDJI au Nord jusqu'à KANZI au Sud, réalisation grattages, tranchées et sondages (5).

- Prospection pour potasse et sel gemme : prévision d'un programme de sondages basé sur les documents géologiques et géophysiques suivants :

- . levés géologiques et gravimétriques SOCOREP ;
- . étude bibliographique d'un consultant géophysicien (1970) ;
- . résultats prospection électrique (en 1971) réalisée par Compagnie Générale de Géophysique ;
- . autres substances non métalliques ;
- . formation professionnelle du personnel national ;
- . études photogéologiques : carte photogéologique en sept feuilles et une notice explicative.

• RESULTATS DES TRAVAUX

L'introduction résume les différentes phases des recherches de phosphates (qui sont repris dans les chapitres suivants), ainsi que les recherches menées parallèlement : substances utiles (sables quartzeux et argiles). Celle-ci reprend également les données de la SOCOREP suite à ses recherches de pétrole entre 1960 et 1970 : carte géologique au 1/50 000 dont une synthèse au 1/100 000 est en annexe du rapport, ainsi qu'un log stratigraphique résultant de forages sur la zone de LINDU (LINDU I, II et III et KANGA). Sur un socle situé à l'Est et pendant vers l'Ouest, repose la succession de sédiments mésozoïques et cénozoïques suivante, de bas en haut :

- série infrasalifère (formation de TSHELA) ;
- série salifère (formation de LOEME) ;
- série suprasalifère. Faciès dolomito-calcaires (formation de MAVUMA) ;
- série suprasalifère. Faciès sablo-argileux (formation de VERMELHA) ;
- faciès sablo-argileux phosphatés (formation de LABBI) ;
- faciès sablo-argileux récents (formation des Cirques ou de QUELO).

Ces différentes séries sont décrites à la suite. Relevons essentiel-

lement, que la formation de Tshela est formée par des grés dits sublittoraux du Jurassique et du Crétacé Inférieur (série monotone de grés, sables argiles, et argillites d'une épaisseur variant de 20 à 70 m). Ces terrains se situent à l'Est du village de KANZI et au Nord du Fleuve Zaïre.

La formation de Loeme, d'âge crétacé, est formée par du sel gemme à lits de sels potassiques (carnallite) sur une épaisseur de 500 à 600 m. Cette formation n'affleure pas en surface.

La formation de Mavuma, d'une épaisseur variant entre 50 et 400 m, est constituée par des dolomies et des calcaires.

La formation de Vermelha formant les derniers dépôts terrigènes du Crétacé Supérieur, montre (sondages de Lindu - épaisseur de l'ordre de 370 m) un ensemble de sables, grés et argiles attribués au Cénomaniens.

La formation de Iabbi, elle-même formée de sables, argiles et calcaires, comprend des dépôts depuis le Turonien jusqu'au Miocène inclus. Les données paléontologiques dans les sondages permettent de définir plusieurs étages, qui ont pu être localisés sur la carte géologique :

- Turonien-Coniacien-Santonien inférieur (TU, CO, SA) ;
- Santonien moyen-Campanien ;
- Campanien-Maestrichtien (Ca - Ma) ;
- Paléocène-Eocène.

Les horizons de roches phosphatées et les couches de phosphates se placent dans ces deux dernières unités.

La formation des Cirques ou de Quelo, connue dans les forages avec une épaisseur pouvant atteindre 120 m, recouvrirait, d'après les pétroliers, les formations plus anciennes sur tout le bassin ; suite aux prospections géochimiques faites dans le cadre de cette mission, il semblerait que ces niveaux, dits "en placage", dans la région de KANAI correspondraient plutôt à la partie altérée d'unités sous-jacentes.

Un paragraphe concernant la tectonique intéresse le socle et la couverture sédimentaire en position monoclinale vers l'Océan. Des plissements de second ordre existeraient ; noter essentiellement l'anticlinal de VONZO (village MAKANGA), défini par les pétroliers. Les études gravimétri-

ques mettent un certain nombre de structures en évidence (NNW - SSE) : pour les pétroliers, ces structures seraient en relation avec le soubassement. La photogéologie effectuée sur VUANGU nous permet aussi de dire que cette gravimétrie est en relation avec les structures affectant la couverture et aussi le socle (accident cassant).

Certains commentaires intéressent les bitumes, le pétrole, les sels et les phosphates.

Il faut enfin noter que dans les sondages de LINDI, quelques zones de radioactivité élevée, signaleraient la présence de ces niveaux phosphatés.

a/ Méthode de prospections géochimiques et géologiques

Par suite de la rareté des affleurements (fond de rivières) et d'un important recouvrement de sables, une approche géochimique par prélèvement sol a été adoptée. Des tests en vue de définir la profondeur optimale, et le meilleur échantillonnage sur les profils, ont montré que la profondeur de prise d'échantillons n'avait aucune importance, et la couche se signalait bien parmi les formations sablo-argileuses l'entourant. Cette dernière observation permettait donc de penser que les formations sub-jacentes étaient des terrains autochtones. Effectivement, les quelques photographies aériennes étudiées sur KANZI et VUANGU montrent des ondulations conformes aux niveaux inférieurs, ce qui n'est pas le cas des dépôts supérieurs dits de Quelo.

En plus de profils systématiques tous les 5 à 10 km, des profils intermédiaires et des mailles rectangulaires 250 x 50 m ont permis de préciser les zones anormales. Sur ces dernières, ainsi qu'autour des affleurements de phosphates connus, la mission a creusé des puits, ouvert des tranchées et effectué des forages. Cette approche, limitée seulement à ces profils géochimiques, a défini une anomalie géochimique longue de 90 km et large de 20 à 30 km, avec en particulier trois zones importantes : zone de FUNDU-NZOBE, zone de KANZI, zone de VUANGU-KAI-VAMBA-MAKANGA.

Commentaire :

Cette méthode, bien que lourde, a eu l'avantage de préciser une large bande a priori contenant des niveaux phosphatés. Il est regrettable que lors des itinéraires systématiques, un levé géologique, ou du moins des affleurements même partiel, n'aient pas été effectués, ce qui aurait donné des éléments de base pour les approches par sondages et pour toute étude photogéologique.

b/ Prospection des gisements de FUNDU-NZOBE et NGUNDJI

A partir des affleurements précédemment connus de FUNDU-NZOBE, et sur la base d'une prospection géochimique, une série de puits profonds de 10 à 13 m ont reconnu une extension des dépôts sur une longueur de 1 km, ainsi que sur la rive droite de la Luvelele. Deux sondages de 50 et 60 m ont donné la coupe géologique suivante :

- Sol - 1m ;
- Sables jaunes à grains moyens à grossiers à galets de quartz et débris isolés de phosphates - 8,5 m (teneur P205 N 3,5 %) ;
- Conglomérat quartzeux à galets et débris de quartz ; présence d'une intercalation de grès ferrugineux 4 m environ (teneur P205 1,6 à 2,2 %) ;
- Couche phosphatée dont la lithologie varie d'un sondage à l'autre : dans P1 la couche correspond à une argile ou marne gris à gris-jaune clair, à coprolithes ou coquilles phosphatées, dents de poissons et grains de glauconie. A la base, présence de sables brunâtres à galets de quartz roulés.

Dans P2, la couche est formée par des sables gris à gris-jaune, parfois argileux avec inclusion de matières phosphatées. Noter qu'aux affleurements de LUVELELE et TSHIMANIA, la couche est compacte, gris-claire, à taches jaunes et brunes, caverneuse à filons siliceux. L'épaisseur de cette couche varie de 20 à 23 m, avec une teneur moyenne de 16 %.

Les faciès sous-jacents diffèrent d'un sondage à

l'autre ; dans P1, ces formations sont carbonatées (19 m - 0,3 à 0,9 % de P205), puis deviennent argileuses à 56 m. Dans P2 elles sont uniquement terrigènes (21 m -> 2 % P205).

Ce banc phosphaté serait MAESTRICHTIEN et se retrouve 5 km au Nord dans le CABINDA.

Trois tableaux d'analyse concernant des saignées sur LUVELELE, TSHIMANIA, et les sondages P1 et P2 montrent une teneur assez faible en P205 (14 à 15 % en moyenne), une teneur élevée en SiO₂ (54 à 55 %). Sur LUVELELE les analyses montrent, par rapport aux sondages, une teneur élevée en Al₂O₃ (7,9 %) et Fe₂O₃ (1,07 %), et une teneur faible en CaO (8 %). Sur TSHIMANIA, la teneur en P205 (27,48 %) et CaO (38,17 %) est plus élevée.

En conclusion, les teneurs en P205 sont variables, avec des teneurs MgO et Fe admissibles ; des tests d'enrichissement permettraient de juger des possibilités de ces phosphates.

Il faut noter qu'une radioactivité élevée a été constatée : 160 à 180 mcr à l'affleurement et 250 à 280 mcr dans les puits. Un premier calcul à partir de ces travaux donnerait des réserves (que nous qualifions de géologiques) de 70 millions de tonnes à teneur moyenne de 14 % et 13,5 millions de tonnes à 19,4 %.

A NGUNDJI, 5 km au Nord des indices précédents, un puits a recoupé 5 m de phosphates à une teneur de 31 % de moyenne.

c/ Prospection des gisements de KANZI

Un affleurement de phosphates de 2 m x 2 m était connu (tranchée 200) à proximité du village de KANZI. La prospection géochimique a révélé une anomalie géochimique de 10 x 20 km, avec teneur sol atteignant 2 % P205. Sur l'un des maxima, la tranchée T502 a rencontré une couche de phosphates de plus de 8 m d'épaisseur à teneur moyenne de 15 %.

De plus, le projet a réalisé trois forages, sur l'aval de l'indice T200 (8 à 10 m de P205 à 20 %) qui ont montré un pli synclinal, correspondant aux données géophysiques de la SOCOREP. La tranchée 203, 10 m à l'Est de la

T200, a montré aussi du phosphate. Comme la tranchée 202 intermédiaire n'avait pas rencontré le phosphate, il a été déduit l'existence de deux couches, démontrées par la suite par le sondage P4, qui a rencontré la couche phosphatée (13 m à 15 %) à 17 m. Le forage P3 a rencontré à 30 m la couche phosphatée de 8,5 m avec teneur de 20 %. Noter qu'il ne nous a pas été possible de recalculer cette moyenne, car le nombre d'échantillons ne correspond pas avec le nombre d'analyses et le total des passes minéralisées ne correspond pas aux cotes indiquées. Pour nos calculs dans le chapitre III, nous avons pris des valeurs moyennes. Le forage P5 a rencontré cette couche à 60 m.

Suite à ces travaux, la présence de 3 ou 4 couches de phosphates avait été avancée ainsi qu'un chiffre de 25 millions de tonnes de réserves géologiques pour la couche supérieure plus riche.

Commentaire :

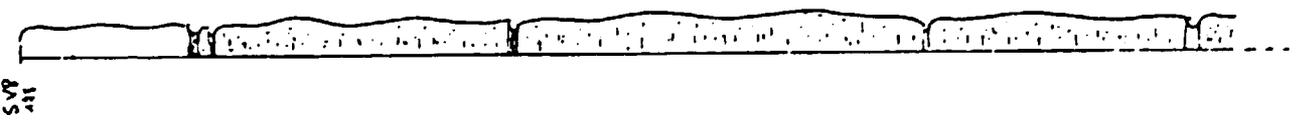
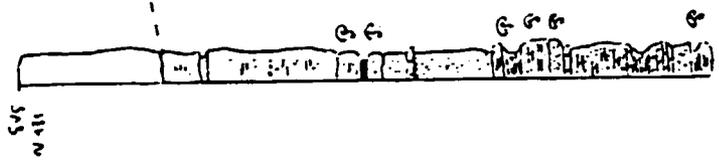
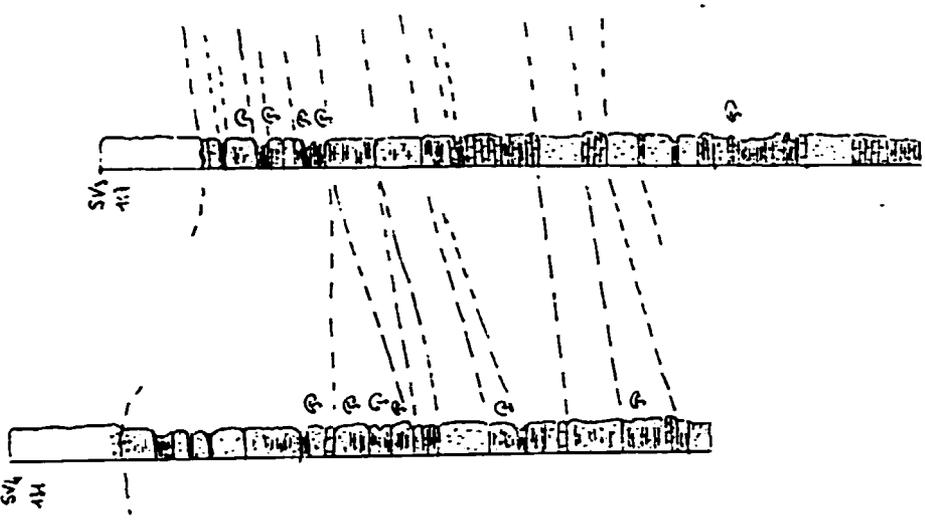
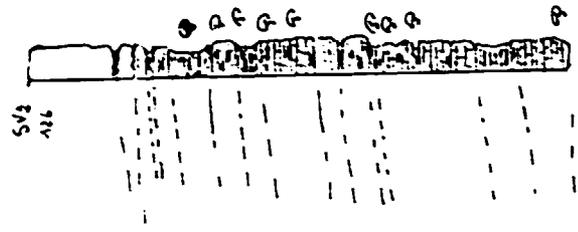
L'utilisation de la méthode géochimique a permis de définir une zone d'intérêt. Il est regrettable que ces profils terrains n'aient pas été radiométrés, ce qui aurait permis de mieux définir l'emplacement du niveau phosphaté, aux endroits où il affleure. Des levés géologiques précis avec l'utilisation de la photographie aérienne et la localisation de l'indice connu aurait permis de mieux cadrer ces couches.

d/ Prospection des gisements de VUANGU

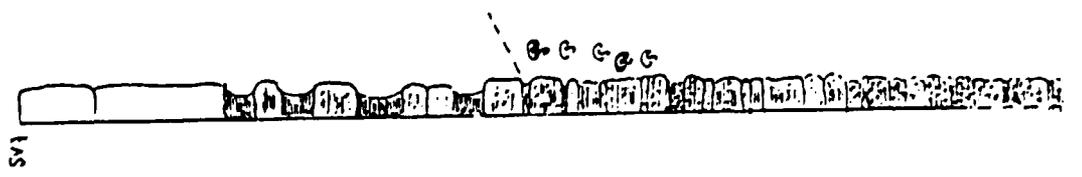
Cette zone située à 20 km au Nord de l'anomalie de KANZI résulte d'une anomalie sol de 1 % P205, et se place sur la même structure synclinale que KANZI. Des affleurements non connus précédemment, ont été découverts sur les valeurs maximales de l'anomalie géochimique. Les tranchées effectuées sur chacune de ces anomalies ont révélé une épaisseur de 3 à 7 m pour des teneurs moyennes de 19,4 %. Cette zone anormale d'une superficie égale à celle de KANZI, correspond à des structures plissées définies par la SOCOREP. Un schéma-programme de sondage a été proposé par le projet :

- profil EW à 2 km au Nord de VUANGU, et à 1 km au Sud de PEMO, avec des sondages distants de 3 km ;
- profil EW à la latitude du village MAKANGA.

CORRELATIONS entre Sondages



ZONE de VUANGU



1 cm = 10 m

[Handwritten signature]

e/ Caractéristiques du bassin PHOSPHATE

Il faut noter essentiellement que les trois zones anormales correspondent à une structure synclinale (anomalie gravimétrique) s'étendant sur plus de 100 km de la frontière du CABINDA à celle de l'ANGOLA : les indices de FUNDU-NZOBE, de NGUNDJI, de SEVA, se placeraient sur le flanc oriental tandis que le gisement de CACATA, au CABINDA, serait sur le flanc occidental.

A LUKULA (CABINDA) la série de MAVUMA étant à 26 m, les terrains phosphatés seraient sub-affleurants.

Noter aussi que dans les forages de LINDU et KANGA, les niveaux marneux et gréseux de l'Eocène montrent une phosphatisation (de 0,24 à 2 % P2O2) qui présente des moyennes supérieures au Crétacé supérieur. Suite à ces considérations, ce document présente une esquisse sur la genèse de ces phosphates. Il note en particulier la discordance entre le niveau phosphaté et les terrains sous-jacents. Au sud, près du fleuve Zaïre, ce sont les roches du Maestrichtien ; plus au Nord, ce sont les dépôts carbonatés de la série MAVUMA, et enfin plus au Nord, c'est à nouveau le SANTONIEN.

f/ Conclusions et recommandations concernant les recherches de phosphates

FUNDU-NZOBE et VUANGU : conclusions données précédemment.

KANZI : forage sur profil EW, vers l'Ouest.

Eocène : poursuivre recherches géochimiques dans cette formation.

g/ Recherche de gisements de sel, de sables quartzeux et d'argiles kaoliniques

h/ Résultats des travaux photogéologiques sur partie occidentale
du Bas-Zaïre

Cette photogéologie a porté sur la partie occidentale du Bas-Zaïre, c'est à dire essentiellement le bassin sédimentaire côtier. Elle a utilisé des photographies aériennes d'échelle variable entre 1/27 500 et 1/48 000, n'existant que sur 85 % de la surface.

COMMENTAIRE

Cette étude photogéologique a survolé le bassin côtier. De ce fait, nous avons cherché à faire une photo-interprétation plus détaillée de la zone de KANZI, en utilisant toutes les données disponibles, c'est à dire les résultats des travaux des puits et sondages effectués par les deux missions précédentes, ainsi que les levés géologiques de M. PIERARD (observations sur le Crétacé supérieur de la Région située entre BULU-ZAMBI et BOLOLO, 1956), basés sur des échantillonnages paléontologiques qui nous ont permis de caler parfaitement notre photogéologie. Il est regrettable que nous n'ayons pu trouver les levés de terrain faits par DARTEVELLE sur la zone Nord du village de NZADI-KONGO.

Cette étude photogéologique de la zone de KANZI, que nous considérons comme une première esquisse, a permis de mettre en évidence un certain nombre d'unités recoupées par les différentes corrélations entre sondages (planche page 54) de la ligne SK 3 à SK 12. La succession stratigraphique est présentée dans la légende du plan n° 1 (esquisse photogéologique). Les contours cartographiques permettent d'en déduire un schéma structural. Noter que cette photo-interprétation, qui n'est qu'une première esquisse, devra être recoupée par de nouvelles vérifications sur le terrain, et par des calages micropaléontologiques.

2 - Recherche et évaluations des phosphates du Bas-Zaïre
Rapport technique de la campagne S.P.E. - PNUD 1978 - 1980

Introduction

Cette mission S.P.E.-PNUD 1978-1980 fait suite à la mission PNUD 1970, donc le rapport vient d'être examiné dans le chapitre précédent.

Cette mission prévue initialement pour 12 mois, dans le but d'améliorer les connaissances sur les trois zones définies, a été prolongée par suite des difficultés d'ordre géologique. Un autre des buts prévus était aussi la formation d'une équipe de techniciens de sondages.

a/ Recherches sur le secteur KANZI

Sur le secteur de KANZI, ces recherches ont été menées à partir d'itinéraires de terrain, de puits et tranchées, et de sondages.

Exploration

Des itinéraires effectués selon les pistes praticables, et les fonds de vallée, ont montré des niveaux de calcaires, souvent coquilliers, datés du Campanien - Maestrichtien faiblement phosphatés (quelques % de P205). Un échantillon reconnu par une tranchée (TK3-BAKA) a fourni des valeurs d'analyse ≈ 27 % P205.

Vers l'Ouest du secteur, les affleurements sont rares (vallée de LUKOLA) par suite du recouvrement de sables récents ou éocènes.

COMMENTAIRE

Une carte jointe à ce rapport aurait pu être présentée, carte comportant les différents itinéraires et les affleurements rencontrés de toute autre nature que les phosphates. Ces données peuvent servir dans les approches futures (photogéologie - terrain), et auraient évité de reprendre un travail déjà fait ; et donc d'explorer une zone voisine non reconnue, ce qui peut donner des renseignements nouveaux et importants. Le fait que le niveau

phosphaté possède une radioactivité environ 5 fois plus forte que la moyenne aurait pu être utilisé au cours de ces itinéraires pour localiser les affleurements de phosphates même altérés.

Puits et tranchées

Une quarantaine de puits (de 5 à 15 m) ont été creusés selon des considérations géochimiques ; la plupart auraient atteint les formations crétacées situées sous la couche de phosphates.

Sondages

Douze sondages ont été forés :

- 6 sur l'axe de la route KANZI-MOANDA de façon à reconnaître l'aval des indices connus sur KANZI ;
- 3 sur la partie Sud ;
- 1 au Nord ;
- 1 en parallèle avec le sondage pétrolier NZADI-KONGO.

Chacun de ces sondages est analysé à la suite dans ce chapitre.

COMMENTAIRE

Tout d'abord, il est nécessaire de faire une mise au point sur la localisation de ces sondages, leurs coordonnées et les plans topographiques joints.

Les sondages effectués sur KANZI sont reportés d'une part à l'échelle du 1/50 000, et d'autre part sur un plan de référence à l'échelle du 1/20 000, levés par Topo-Zaïre KINSHASA.

Nous considérons comme plan de référence la carte de l'Institut Géographique à l'échelle du 1/50 000 et son agrandissement au 1/25 000.

Il est nécessaire, pour effectuer un calcul de réserves et proposer un programme de sondages systématiques, de reporter toutes ces données sur un document unique.

L'agrandissement à l'échelle du 1/16 000 effectué par la mission PNUD, résultant de la carte au 1/50 000, ainsi que le fond 1/25 000, seront donc utilisés comme document de base.

L'utilisation du quadrillage du plan à l'échelle du 1/20 000 (fig. 6) ne nous a pas permis de reporter directement sur le plan de base les différents sondages : d'une part les distances ne sont pas respectées, d'autre part des altitudes ne coïncident pas (parfois variant de 20 m).

En se référant aux coordonnées indiquées sur les logs, nous avons noté de nombreuses erreurs.

En conclusion, comme il ne peut être possible d'utiliser cette carte au 1/20 000 (fig. 6), dans le futur nous préconisons de reprendre la localisation de ces différents sondages qui sont indiqués sur le terrain par des bornes.

Notre mission étant limitée dans le temps, il est cependant nécessaire de positionner momentanément ces sondages : tout d'abord nous ne retiendrons que les sondages ayant recoupé une tranche de phosphate économique : SK1, SK12, SK5, SK6, et nous choisirons une possibilité moyenne de localisation.

SK1 et SK12 : si l'on se réfère à la coupe de la fig. 17, ces deux sondages se placent à intervalles réguliers sur la ligne P5 et P3. Sur le plan à l'échelle du 1/20 000, SK1 et SK12 se situent de part et d'autre de la piste KANZI - SIKALA. Or, P3 et P5 sur le plan à l'échelle du 1/15 000 se situent à l'Ouest de la piste ; il est possible que la piste ait changé de place. De plus, les coordonnées de SK1 et SK12 les placent au Nord de P3 et P4. Dans ces conditions, nous considérons donc la coupe géologique comme la plus valable, puisque les sondages SK1 et SK12 sont placés a priori sur la ligne des sondages P5-P3-P4.

SK5 et SK6 : nous pouvons utiliser les localisations de SK5 et SK6 faites dans le plan à l'échelle du 1/20 000. Elles correspondent à une piste. Par contre, il y a lieu de noter une différence de 20 m entre l'altitude des sondages et leur positionnement sur la carte de référence. Nous considérons

donc ces altitudes comme fausses.

Après la vérification systématique des plans de localisation des sondages, chacun des logs de sondages a été examiné et utilisé pour des corrélations de sondage à sondage. Ces levés de logs nous ont paru excellents. Il nous a été possible de vérifier certaines caisses de carottes dans la carothèque à BOMA. Le seul reproche qu'il est possible de faire à ces relevés de sondages est l'absence totale de diagraphies.

b/ Recherches sur le secteur VUANGU

Bien que ce secteur ne soit pas rattaché au secteur de KANZI, il est intéressant d'en résumer les données essentielles, de façon à connaître l'évolution de ces phosphates à l'échelle du bassin côtier.

Les affleurements découverts lors de la campagne précédente, ont donné lieu à des grattages supplémentaires qui ont montré qu'en réalité ils étaient des pans de falaise éboulés, formés par des calcaires dolomitiques gréseux ou conglomératiques faiblement phosphatés. Huit sondages ont été placés en aval pendage, mais n'ont pas recoupé de nouveaux phosphatés riches ; les corrélations entre ces différents sondages (voir page 21) montrent un parallèle entre la plupart de ces sondages, à l'exception du SV8 caractérisé par des faciès grossiers gréseux, peut-être rattachés au Quelo, ou à un niveau gréseux inférieur : deux interprétations sont donc possibles sur la présence des faciès gréseux en SV8 ; ou bien ces faciès sont du Quelo qui a rempli une vallée surimposée à une forme anticlinale, ou bien ce sont des faciès qui sont remontés à la faveur d'un anticlinal ; les ondulations paraissent fortement marquées dans cette zone. Il faut noter aussi que les descriptions des faciès dans les sondages les mettent directement sous les faciès silteux et phosphatés, comme à KANZI ; donc toute prospection doit s'orienter vers l'aval pendage, que l'on trouvera au-delà de l'importante vallée située au Sud. Des indices de phosphates y sont déjà signalés ; il en est de même du sondage de PUELA, situé encore plus à l'Ouest, qui indique une augmentation de radioactivité au sommet du Crétacé (phosphates).

c/ Recherches sur le secteur FUNDU-NZOBE

Le gisement est situé au NW du Zaïre dans l'angle droit formé par la frontière du CABINDA. Un certain nombre de puits et de sondages ont permis de mettre un certain tonnage en évidence. L'étude et les corrélations entre sondages montrent que les phosphates reposent sur des unités de lithologie tout à fait différentes.

d/ Conclusions générales

Zone de KANZI : gisement de 8 000 m de longueur et 500 m de largeur. Puissance moyenne de 5 m titrant 14 % P2O5. Une coupe géologique interprète la structure du gisement. Un potentiel certain de 30 millions de tonnes de minerai est avancé. Il est à noter la présence de phosphate d'alumine dans la zone d'altération, et non sous recouvrement.

COMMENTAIRE :

Les données positives étant très limitées, il n'est pas possible de parler de réserves certaines.

Zone de FUNDU N'ZOBE : il existerait trois couches de phosphates dans le secteur de TSHIMANIA, et deux dans le secteur de NGUNDGI. La structure serait faillée avec de nombreux panneaux très étroits, allongés en NW-SE.

Les tests d'enrichissement montrent que le minerai est enrichissable par lavage et flottation jusqu'à 35 % P2O5 avec un rendement poids de 31 % et une récupération de 85 %.

e/ Bilan et recommandations

Bilan

Ce projet a étudié trois zones et prévoit d'autres possibilités sous couverture de Quelo.

Ce rapport propose aussi d'aborder en premier le gisement de KANZI par suite de sa proximité des axes de transport, tout en menant d'autres investigations à partir des documents géophysiques, et quelques sondages de reconnaissance.

Recommandations

Une campagne d'investigation systématique serait menée, avec une maille de sondages de 250 m, selon un synclinal étroit et allongé. Cette reconnaissance débiterait à une maille plus lâche de 500 m. Les zones de latérisation devraient être éliminées de l'exploitation.

Autres zones

La zone de FUNDU NZOBE serait à reprendre par géophysique (sismique réfraction).

COMMENTAIRE

Nous sommes en accord pour les bases de la campagne d'investigation de KANZI.

Quant à l'exploration en grand, avant d'utiliser des méthodes sophistiquées, donc chères, il serait nécessaire de réaliser une carte géologique et structurale à l'échelle du 1/50 000 au moins, ou même du 1/25 000.

C - Autres rapports spéciaux

1 - Prospection géophysique des phosphates et du sel gemme dans le Bas-Zaïre par J.R. VIALIX, expert ONUDI, en 1980

Cette mission avait pour but d'évaluer les possibilités d'utiliser les levés sismiques peu profonds pour connaître la structure des couches phosphatées sous recouvrement sableux, en vue d'un programme de sondages. Les conclusions sont ainsi résumées :

- toute prospection géophysique par sismique ou tout autre procédé ne se justifie pas ;
- les phosphates ne subsistent que dans les zones structurellement basses. Les prospections devront se faire dans les synclinaux qui sont indiqués par les cartes isobathes du toit du sel gemme.

COMMENTAIRE

Comme le suggère J.R.VIALIX, nous proposons que la ZOFI demande officiellement à ZAIREP communication des documents sismiques de la région de KANZI, et éventuellement du reste du bassin.

- Coupes sismiques ;
- cartes du toit du mur du sel, ou celles de tout autre niveau marquant ;
- résultats des carottages sismiques faits le long des profils.

Eventuellement, il pourrait se faire une étude chrono-stratigraphique des carottes des sondages réalisés, en relation avec ZAIREP qui pourrait y trouver un intérêt.

2 - Essais d'enrichissement sur le phosphate de KANZI

Un échantillon de phosphate, prélevé par sondage, a été adressé à ZELLERS WILLIAM INC, en FLORIDE, pour des essais de traitement. Cet échantillon se décomposait en deux parties, l'une A formée par une argile phosphatée, de teneur 13,26 %, l'autre B de phosphates granuleux de teneur 24,93 %.

Des tests sur échantillons ont été réalisés après passage à 4 meshes : détermination par voie humide, analyses pétrographiques et analyses chimiques détaillées. Les analyses pétrochimiques ont montré que l'argile phosphatée était formée par un carbonate fluoro-apatitique, de la wavellite, du quartz-feldspath et un peu de goéthite ; l'échantillon de

phosphate granuleux, par contre, ne contenait que quelques traces de wavellite. Les grains supérieurs à 20 meshes (850μ) sont à prédominance phosphatés ; ceux entre 20 et 400 meshes ($850-38\mu$) montrent une augmentation du quartz. Le matériel plus fin (400 meshes- 38μ) contient des grains phosphatés, des minéraux argileux et du quartz.

L'échantillon A montre des teneurs en MgO , Fe_2O_3 et Al_2O_3 qui peuvent poser quelques problèmes dans la production d'acide phosphorique, tandis que l'échantillon B présenterait des impuretés réfractaires. Des teneurs de 60 et 91 ppm d' U_3O_8 ont été relevées.

Tests de valorisation

Après lavage et attrition, un tamissage aux coupures 20 et 400 meshes, a permis de séparer trois fractions qui ont été à nouveau examinées séparément, avant de subir des tests de flottation. La fraction inférieure à 30 (400 meshes) a montré une perte de 30 % du phosphate. Ces tests de valorisation permettent de donner un premier bilan global :

- il reste après traitement 25,8 % de la masse du minerai ;
- P205 : 61,1 % du phosphate est récupéré, et la plus grande partie du MgO et du Fe_2O_3 est rejetée.

II - ÉVALUATION DES RÉSERVES SÛRES

A - Eléments positifs

La récapitulation des différents éléments positifs peut se résumer en :

- deux affleurements de phosphates isolés (T.502 et TK 3) ;
- une ligne EW de sondage au niveau KANZI avec quatre sondages positifs (SK 1 - SK 12 - P3 et P4) et un indice de surface, T 200, situé à 170 m au Nord ;
- une ligne EW, située 2 000 m au Sud de la précédente, avec deux sondages positifs (SK5 et SK6) ;
- un niveau reconnu par photogéologie depuis l'indice T 200, passant par l'Est des sondages P4 (cette partie correspond à une augmentation des valeurs géochimiques P 205) et prend une direction Sud jusqu'à l'Est de la ligne SK5 - SK6.

Nous estimons qu'à la vue de l'ensemble des résultats, il n'est pas possible d'utiliser les zones anormales géochimiques définies par la mission 1970 pour localiser le niveau phosphaté, car des éléments phosphatés se retrouvent sur plus de 200 mètres de la série stratigraphique.

B - Classification des différentes réserves

Pour le calcul de réserves, il sera utilisé la classification suivante :

- réserves de première catégorie ou 1er ordre - sûre, probable ou mesurée. La probabilité du chiffre avancé est forte (>75 %) ;
- réserves de deuxième catégorie ou 2ème ordre - possible. Le chiffre avancé peut varier dans une fourchette plus grande (25 à 75 %) ;

- réserves géologiques : basées sur des considérations géologiques avec présence certaine de phosphates (affleurements, puits).

Notons que dans cette classification n'interfèreront pas les critères miniers : salissage, perte au mur/toît lors de l'exploitation, zones présentant des éléments indésirables (Fe, Mg, Al) au dessus du maximum admis, zones à teneur de coupure basse. Ces critères seront à préciser dans le futur après le stade de reconnaissance détaillée.

1 - Réserves de première catégorie

De telles réserves correspondent à un volume entièrement circonscrit par des sondages positifs ou indices de surface. La maille de ces sondages doit au moins correspondre à l'intervalle minimum de sondage, intervalle qui sera défini par une croix de sondage. Il est nécessaire que le minerai soit reconnu en place par travaux miniers.

Dans le cas de KANZI, on peut considérer que seule la surface comprise entre les sondages SK1 - P4 et l'indice T 200, reconnue par puits et grattage, peut être rattachée à cette catégorie.

2 - Réserves de seconde catégorie

De telles réserves correspondent aux volumes totalement circonscrits par des sondages à maille plus lâche, ainsi qu'à une zone d'influence autour de chaque sondage.

Par définition, il sera considéré comme zone d'influence, la mi-distance entre un sondage positif et un sondage négatif ; mais, dans le cas d'un sondage positif et d'un sondage non effectué, la règle de 1/3 - 2/3 pourrait être utilisée.

Enfin, l'influence d'un sondage sur la zone non reconnue, pourra être estimée à un demi-intervalle si des considérations géologiques n'inter-

fèrent pas.

Pour KANZI, on peut considérer dans cette catégorie, une bande correspondant à l'intervalle entre deux lignes, pour chacune des lignes présentant des sondages positifs.

3 - Réserves géologiques

Cette catégorie regroupe tous les volumes plus ou moins reconnus par sondages, ou puits ou grattages divers et précisés par le contexte géologique.

Dans le cas de KANZI, il sera aussi adopté une autre définition : réserves géologiques hypothétiques et spéculatives, réserves uniquement basées sur la présence certaine ou non du niveau géologique, mais où aucun indice, pour le moment, n'est connu.

Pour ces différents types de réserves, il sera nécessaire d'y inclure la notion d'économique ou sub-économique, selon que le produit fini soit supérieur ou marginal par rapport au prix du marché.

Ces différentes classifications peuvent être présentées sous la forme du tableau à deux entrées, ci-dessous.

		IDENTIFIÉES		NON IDENTIFIÉES		
		Démontrées		Déduites ou géologiques	Hypothétiques dans secteur connu	Spéculatives dans secteur non connu
		Proba- bles	Possi- bles			
Economiques		RESERVES				
Sub-Economiques	Para- margi- nales	RESSOURCES				
	Sub- margi- nales					

Degré croissant de connaissance géologique ←

→ Degré croissant de certitude géologique

C - Calcul des réserves sur KANZI

(voir planches jointes)

Sur le plan au 1/16 000 (p. 37) sont reportés les tracés des lignes adoptées lors du rapport 1970, auxquelles sont joints les différents éléments positifs précités.

Afin de mieux cerner le gisement du point de vue géologique, sur chacune des lignes a été tracé le profil topographique correspondant sur lequel des éléments photogéologiques ont été partiellement reportés.

A la page 38, sont présentés les différents résultats positifs sous forme de graphique donnant les épaisseurs et les pourcentages de P205.

Pour chacun de ces éléments, ont été effectuées des moyennes de teneurs en fonction des différents seuils de teneur minimum ; ces moyennes sont indiquées sous chacun des profils de teneur (teneurs de coupures adoptées : $T_c > 10\%$ - $T_c > 7\%$ - $T_c > 5\%$ - avec indication de la moyenne retenue dans chacun des cas). On peut noter que dans les différents cas, les teneurs moyennes sont supérieures à 10 % de P205.... Ce qui, compte tenu de la future méthode d'exploitation en carrière, et au prix actuel du phosphate, rend cette moyenne économique. Aussi, nos calculs seront effectués en utilisant cette coupure de 5 %, le chiffre de poids spécifique $1,5 \text{ g/cm}^2$ sera retenu.

1 - Réserves première catégorie

La surface SK1 - T200 P4 selon la définition, correspondrait donc aux réserves de ce type.

Comme le sondage SK12 n'a pas été analysé (bien qu'il soit considéré comme riche), nous estimons l'intervalle SK1-P3 trop important pour pouvoir classer le tout venant de cet intervalle, dans cette catégorie. Aussi, nous limitons cette surface au point A situé à mi-distance entre SK12 et P3. La moyenne des sondages P4, P3 et du puits T200 sera prise comme puissance moyenne de la couche pour cette surface.

Réserves première catégorie : 688 590 tonnes

2 - Réserves deuxième catégorie

Ces réserves sont limitées à deux zones : ligne SK1 - SK12 - P3 - P4 et ligne SK5 - SK6.

- Ligne SK1 - SK12 - P3 - P4 : la zone d'influence de chacun des sondages sera considérée comme égale au demi-intervalle entre deux sondages positifs voisins d'où les points CBDE. Le point F est assujetti à des considérations géologiques.
- Ligne SK5 - SK6 : l'espacement entre SK5 - SK6 étant de l'ordre de 480 m, nous adoptons une zone d'influence de 100 m pour chacun de ces sondages.

Réserves deuxième catégorie : 3 000 000 tonnes.

3 - Réserves géologiques (voir plan n° 3)

Cette catégorie de réserves sera élaborée à partir de notre esquisse photogéologique. Les puits 200 et 502 ont montré que le sommet du Maestrichien englobe les faciès phosphatés, et les silts ocres sous-jacents légèrement phosphatés ; le contact photogéologique se place au sommet des bancs calcaires qui forment un léger redent dans le paysage.

En conclusion, le phosphate se place une dizaine de mètres au dessus, ce qui a permis de tracer une limite supposée minéralisée en tenant compte des données structurales indiquées sur le plan.

On note que la zone phosphatée ne forme pas une bande continue. Nous adopterons comme réserves géologiques les plages A, B et E dans lesquelles le phosphate a été reconnu soit par grattage, soit par puits ou sondages. Nous y ajouterons des réserves géologiques hypothétiques dans les zones C et D, le phosphate n'y ayant pas été vérifié.

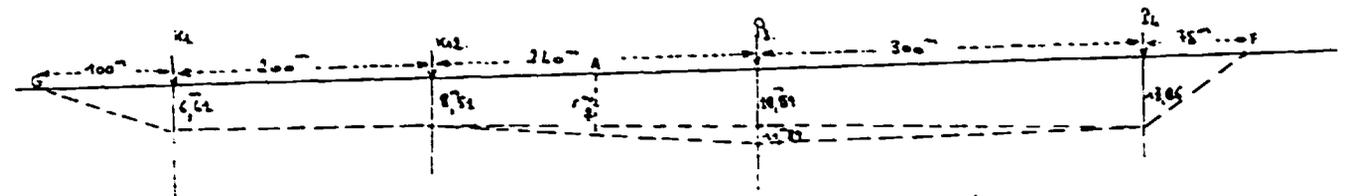
Enfin, la zone F qui n'a pas été reconnue au sol, mais correspond à une extrapolation photogéologique, sera considérée comme réserves géologiques spéculatives.

Réserves géologiques : 15 000 000 tonnes.

Réserves géologiques hypothétiques et spéculatives : 20 000 000 tonnes.

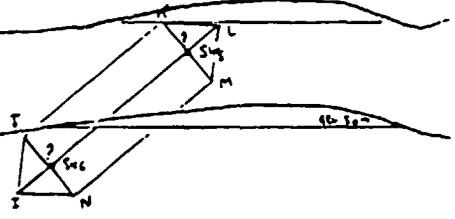
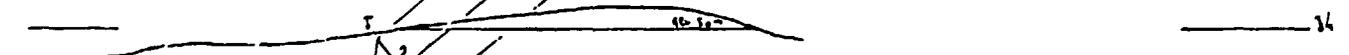
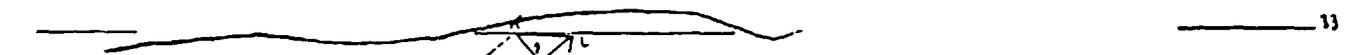
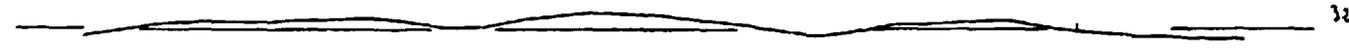
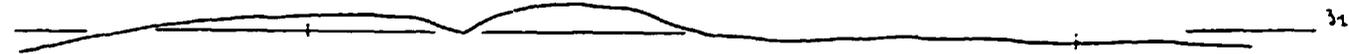
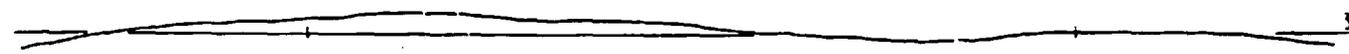
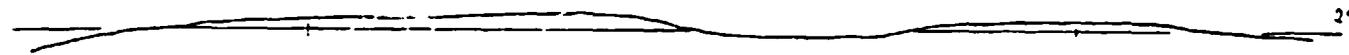
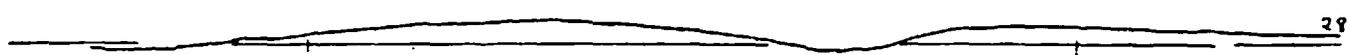
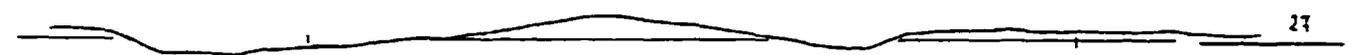
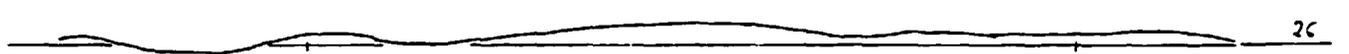
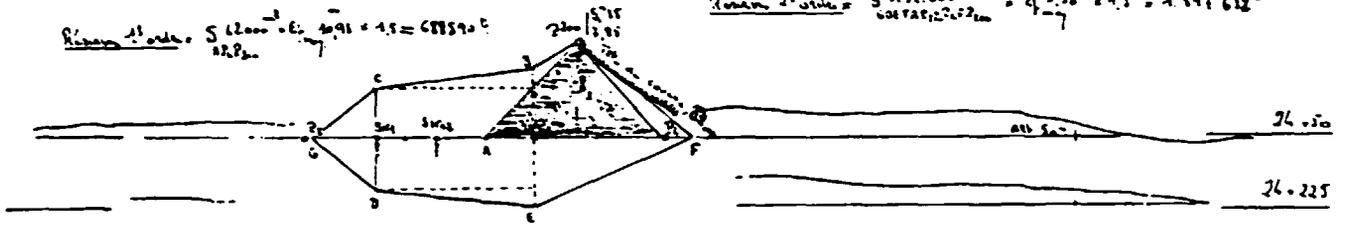
Réserves 1^{er} ordre et 2^e ordre avec surface d'influence des sondages et puits - profils géochimiques mission PNUD avec coupes topographiques

Echelle 1/18 000

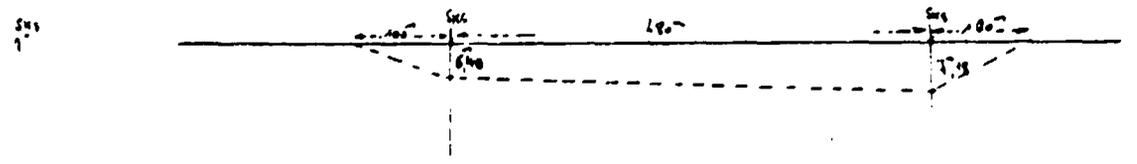


Réserves 1^{er} ordre: $S = 12000 \cdot 0.6 = 7200 \text{ m}^2 = 0.72 \text{ ha}$

Réserves 2^e ordre: $S = 111.000 \cdot 0.6 = 66.600 \text{ m}^2 = 6.66 \text{ ha}$



Réserves 2^e ordre: $S = 116.000 \cdot 0.6 = 69.600 \text{ m}^2 = 6.96 \text{ ha}$



D - Conclusions

Les conclusions découlent des chiffres avancés :

- réserves sûres : 689 000 t avec certitude >75 %
- réserves possibles : 3 000 000 t avec certitude entre 25 et 75 %
- réserves géologiques hypothétiques : 15 000 000 t
- réserves géologiques spéculatives : 20 000 000 t.

Il est donc indéniable que les données actuelles ne sont pas suffisantes pour avancer un chiffre de réserves sur le bassin de KANZI.

Cette conclusion rejoint l'ensemble des points de vue exprimés à ce sujet, puisqu'est déjà prévue une campagne de prospection détaillée, et même partiellement organisée.

Par rapport aux autres calculs, en particulier au niveau des réserves géologiques, le fait de s'être appuyé sur une base de photogéologie, permet de définir des volumes plus réels, et donc d'avancer des chiffres peut-être plus forts.

De toutes façons, ce chapitre annonce le suivant qui a pour but d'élaborer et programmer une campagne de sondages à maille systématique.

III - PROSPECTION DÉTAILLÉE DU BASSIN DE KANZI

PROGRAMME ET COÛT

Le calcul de réserves que nous avons effectué dans le chapitre précédent a notamment montré la nécessité de données plus fournies, et selon un canevas précis. Aussi avant de réaliser toute autre étude sur ce bassin de KANZI, il est nécessaire de programmer une campagne détaillée par sondages et puits sur toute la zone susceptible géologiquement de contenir le niveau phosphaté : l'esquisse géologique jointe (plans n^{os} 2 et 3) en donne les limites.

A - Travaux à réaliser

Nous préconisons plusieurs stades de travaux qui peuvent se succéder dans le temps, ou se chevaucher par suite de la possibilité de plusieurs amas distincts (A, B, C, D, E, ...).

1 - Compléments géologiques

Cette approche se faisant selon un support obtenu par photogéologie, il est nécessaire de vérifier l'esquisse géologique que nous proposons et de la compléter par des itinéraires géologiques, par des itinéraires au scintillomètre pour rechercher le niveau phosphaté (s'il n'est pas sous recouvrement), et par calage stratigraphique à partir des faunes recueillies.

2 - Une première phase de sondages et puits à double maille

Sur des lignes théoriques espacées de 250 m, calquées sur les profils de la première mission PNUD, nous proposons des sondages et puits disposés en quinconce, et à intervalle de 500 m (voir localisation sur plan n° 2). Un certain nombre d'emplacements sont proposés pour cette phase, mais leur nombre peut augmenter ou diminuer selon les résultats : ainsi, un résultat

positif peut entraîner un puits ou sondage supplémentaire dans la zone non encore découverte ; et un sondage négatif peut en faire supprimer d'autres, si la géologie en fournit la raison.

Nous préconisons l'utilisation à la fois des sondages et des puits : une cinquantaine d'emplacements ont été retenus (localisation plan n° 2), ce qui permet de prévoir environ 2 000 m à réaliser.

Les puits possibles sont notés sur la carte géologique aux endroits où la couche phosphatée serait relativement proche de la surface. Cette approche par puits pourra se faire de pair avec les sondages : ainsi, d'importantes économies et un gain de temps appréciable seront réalisés. Des équipes de puisatiers sont déjà formées sur KANZI.

3 - Une deuxième phase de sondages et puits à maille simple

La phase précédente aura permis de définir les grands traits du bassin de KANZI : variation dans le minerai, variation dans l'épaisseur de la couche, et variation dans les teneurs et le pourcentage d'impuretés.

Cette première connaissance du bassin permettra de localiser un certain nombre de prises d'échantillon, de façon à obtenir un échantillon ou des échantillons représentatifs du minerai en place pour les tests. Cette prise d'échantillon pourrait se faire à partir des sondages ou des puits de cette deuxième phase.

Cette phase complètera donc le quadrillage 250 m x 250 m dans la zone minéralisée. Environ 35 emplacements sont indiqués sur le plan n° 2 joint ; métrage total, environ 1 500 m.

4 - Echantillonnage et analyse - Etudes de laboratoire

Toutes les carottes minéralisées devront être analysées, soit par unités lithologiques, soit par échantillons métriques (si l'unité présente une épaisseur supérieure au mètre). Nous préconisons l'analyse des éléments

suivants : P2O5, SiO2, Al2O3, Fe2O3, CaO, MgO, K2O, CO2, H2O avec matières organiques, au moins pour les échantillons provenant de la maille double. La recherche de l'Uranium, et des Terres rares, pourrait se faire sur des composés.

L'échantillon lui-même sera obtenu en partageant diamétralement la carotte ; la partie restante sera entreposée dans une carothèque. L'utilisation d'emballage non attaquable par les insectes, ou les termites, est à étudier. En effet, il est d'une très grande importance de pouvoir conserver en bon état de tels échantillons, pour la suite des travaux, ou pour tout autre objectif futur. Enfin, quelques études de laboratoire pourraient être envisagées afin de placer cette zone dans le contexte du bassin.

5 - Croix de sondage

Lors de la première phase, il pourra être fait une série de sondages supplémentaires, selon deux directions privilégiées, et à des mailles variables, et de plus en plus petites, de façon à connaître l'intervalle minimum entre deux sondages au delà duquel des sondages supplémentaires n'influenceraient pas les réserves.

Dans ce cas, nous préconisons pour l'un des axes, la ligne de base ; pour l'autre axe, la ligne 24 ou 24 + 50 ; l'origine le sondage P5. L'espacement des sondages pourra être ramené à 100 m ou 50 m, fonction des résultats.

6 - Variation du minerai

L'échantillon prélevé subira différents tests, analyses, et traitements dans un ou plusieurs laboratoires choisis, ce qui permettra de le caractériser et d'en connaître sa valeur marchande. Le problème de la wavelitte devra être examiné, en particulier sa présence en pourtour ou dans le bassin.

Suite aux résultats de ce test de valorisation, et à l'étude de faisabilité, il sera effectué un prélèvement plus important qui sera traité en usine pilote, avant mise en exploitation du gisement.

7 - Support topographique

Naturellement, ces différentes phases devront s'appuyer sur des localisations précises d'où la nécessité d'un support topographique : ligne de base avec ligne transverse tous les 250 m, matérialisées sur le terrain par une équipe topographique.

Rappelons encore la nécessité de positionner chacun des sondages réalisés par une borne en ciment avec inscription du sondage et élaboration d'un fond topographique au 1/10 000 ou au 1/5 000.

8 - Déplacement et préparation des emplacements

Le fait que cette région présente un certain modelé nécessitera la réalisation de travaux de terrassement pour les plateformes de forage et le traçage des pistes d'accès.

9 - Calculs de réserves

A ce stade de reconnaissance, le calcul devra déboucher essentiellement sur des réserves probables, et accessoirement sur des réserves possibles.

10 - Evaluation de la rentabilité prévisionnelle d'un projet d'exploitation

Ce stade rassemblera toutes les données obtenues à partir de l'étude détaillée du gisement, les différents tests de valorisation, les analyses, les réserves ; à partir de la méthode d'exploitation préconisée, et de l'étude du marché, sera étudiée la rentabilité de ce projet.

11 - Diagraphies

L'analyse des carottes de sondages n'apporte souvent que des résultats partiels pour deux raisons : mauvais taux de récupération et discriminations pétrographiques délicates, à l'échelle des échantillons, en cas de variations verticales progressives des litho-faciès.

De plus, il peut s'introduire des erreurs de diagnostics sur les lithologies : confusion par suite d'une faible granulométrie du matériel, mauvaise appréciation de l'argilosité, manifestations diagénitiques (cimentation, dissolution ou altération) ; des erreurs de côtes et d'épaisseurs : causes mécaniques ou incertitudes dans les coupures.

L'utilisation des diagraphies permet d'éliminer ou de préciser les défauts précédemment relevés. Elles sont couramment utilisées dans le domaine pétrolier ainsi que dans la détection d'autres matières minérales, la caractérisation des roches sédimentaires communes et la sédimentologie.

Parmi les diagraphies systématiquement enregistrées, le gamma-ray est le plus satisfaisant, avec occasionnellement l'aide de la petite normale. Le gamma-ray donne une bonne définition des strates, et traduit bien les lithologies. Les dérivés de séquence de feuillets sont indiquées différemment selon qu'elles sont positives, nulles ou négatives.

B - personnel - Moyens utilisés

- Une équipe de terrain pour compléments géologiques ;
- un groupe de sondage avec une sondeuse à carottier.

1 - Personnel

. Un directeur de projet : nous pensons qu'une formation d'ingénieur géologue conviendrait le mieux pour ce poste. Durée d'occupation : 24 mois.

. Deux géologues et deux aide-géologues. Ces deux géologues aidés

de deux aides-géologues effectueront les levés de terrain nécessaires à la compréhension du bassin et l'étude systématique des carottes. De plus, ils superviseront l'échantillonnage et la préparation des échantillons, et effectueront les diagaphies dès la fin d'un sondage. Durée occupation : 22 mois.

. Trois sondeurs et neuf aide-sondeurs en deux ou trois postes. Ces sondeurs et aide-sondeurs réaliseront les sondages. Nous préconisons l'utilisation d'une sondeuse légère pour les sondages en général inférieurs à 60 mètres et en moyenne 40 m. Durée occupation : 22 mois.

. Un topographe-cartographe et deux aide-topographes : cette équipe matérialisera sur le terrain à l'aide du théodolite les profils et l'implantation des sondages, et relèvera les différentes coordonnées des sondages. Elle effectuera aussi le bornage des sondages. Durée occupation : 22 mois.

. Personnel de garage. Durée occupation : 22 mois.

1 mécanicien chef de garage
1 électricien
2 chauffeurs P.L.
2 chauffeurs L.P.
3 sentinelles.

. Personnel de bureau et de base. Durée occupation : 22 mois.

2 secrétaires dont un secrétaire-comptable
1 infirmier
3 sentinelles.

. Divers

6 manoeuvres pour layonnage
12 puisatiers à embaucher à KANZI
1 chimiste détaché auprès du laboratoire choisi, pour effectuer le contrôle des analyses.

2 - Matériel à prévoir

Nous donnerons une liste théorique qui pourra s'adapter avec le matériel existant déjà dans l'un des services d'Etat, tel que le S.P.E., la Direction des Mines et le Service Géologique. Ainsi, il existe au S.P.E. une sondeuse en bon état qui offre la possibilité de descendre à plus de 500 mètres (mais qui est inadaptée pour ce problème). Cette sondeuse est montée sur un camion.

Nous rajouterons des prix très approximatifs, qui n'ont pas été recoupés sur place.

- 1 sondeuse + outils + outillage + tubes et matériel divers :	70 000 \$ US
- 2 camions double pont Diesel 5 t ----- :	100 000 \$
- 2 L.R. (long chassis) ----- :	30 000 \$
- 1 compresseur ----- :	30 000 \$
- 1 groupe électrogène 20 kVA ----- :	10 000 \$
- 2 pompes à boues ----- :	10 000 \$
- Matériel topographique ----- :	5 000 \$
- Matériel campement ----- :	3 000 \$
- Matériel bureau ----- :	5 000 \$
- Matériel cuisine ----- :	4 000 \$
- Matériel prospection ----- :	1 000 \$
- Matériel radiographie ----- :	10 000 \$
- Scintillomètre SPP ₂ Saphymo ----- :	2 000 \$
- Equipement radio ----- :	10 000 \$
- Divers ----- :	20 000 \$
	<hr/>
TOTAL	: 310 000 \$

C - Programme

Pour l'objectif "reconnaissance détaillée du Bassin de KANZI", nous proposons quatre phases :

1 - Période d'organisation de cette mission sur KINSHASA et sur KANZI : 2 mois.

- Embauche du personnel et achat équipement.
- Remise en état de la base et aménagement des locaux.
- Préparation du matériel de sondage et achat pièces de rechange sur place.
- Achat matériel topographique et pour diagraphies.
- Organisation échantillons au laboratoire choisi.

2 - Mise en place : 1 mois.

- Complément de géologie autour du bassin.
- Aménagement atelier et garage.
- Amenée matériel sondage sur place.
- Matérialisation de la ligne de base, et des premiers profils.

3 - Phase travaux détaillée : 20 mois.

- Sondages systématiques avec diagraphies et études des carottes. Base de 10 m journaliers, et déménagement d'un sondage à un autre : demi journée. Moyenne six jours par sondages ; phase maille double : 12 mois et phase maille simple 8 mois supplémentaires.
- Travaux de topographie.
- Préparation des échantillons et expédition.
- Stockage des échantillons sur KANZI ou sur BOMA.

4 - Phase repli et élaboration des rapports de synthèse : 1 mois.

L - Coûts globaux

Les différentes rubriques suivantes seront examinées :

- <u>Matériel non consommable</u>	-----	310 000 \$
- <u>Matériel consommable</u> :		
. Fournitures diverses	: 5 000 \$	
. Pièces rechange véhicules	: 20 000 \$	
. Carburant, Gasoil, Lubrif.	: 40 000 \$	
. Pièces rechange forage	: 20 000 \$	
. Pièces rechange motopompe	: 2 000 \$	
. Produits chimiques sondages	: 20 000 \$	
. Pharmacie	: 1 000 \$	
. Divers	: 2 000 \$	
	<u>120 000 \$</u>	----- 120 000 \$
- <u>Autres dépenses</u> :		
. Entretien et réparation véhicules	: 10 000 \$	
. Location engin de terrassement	: 10 000 \$	
. Divers : frêt avion, transport	: 10 000 \$	
. Frais rapport	: 10 000 \$	
. Test d'enrichissement	: 40 000 \$	
. Sondages laboratoire	: 10 000 \$	
	<u>90 000 \$</u>	----- 90 000 \$
- <u>Frais personnel (Zaïre)</u>	-----	60 000 \$
TOTAL PROSPECTION DETAILLEE	-----	<u>580 000 \$</u>
RESERVES	-----	70 000 \$
TOTAL	:	<u>650 000 \$ US</u>

La campagne détaillée par sondages et puits dont nous venons de présenter le cadre et le programme, utilisera le support géologique que nous avons proposé, en reprenant par la photogéologie, l'ensemble des données existantes. Il est possible que les compléments de terrain que nous préconisons en début de mission permettront de mieux préciser cette géologie, et donc d'économiser quelques sondages, et de mieux ventiler le nombre de puits par rapport aux sondages.

Nous avons aussi noté un certain découpage dans ce gisement.

Dans le cas des secteurs C, D et F où aucun indice de phosphates n'est connu, nous avons proposé un certain nombre de sondages, mais qui pourraient varier en plus ou en moins.

Ce chapitre a permis de présenter l'essentiel des opérations à effectuer lors de cette campagne, en particulier l'utilisation des diagraphies.

Quant au paragraphe "moyens utilisés", il n'offre qu'une esquisse qu'il sera nécessaire d'approfondir en fonction du matériel qui existe déjà dans les différents services, et en fonction des facilités d'obtention de ce matériel au Zaïre.

Le problème des pièces de rechange peut en conditionner le choix. Ainsi, les prix que nous proposons ne sont qu'approximatifs, et n'offrent qu'une fourchette dans laquelle se placera le coût d'une telle campagne.

IV - CONCLUSIONS GÉNÉRALES - RECOMMANDATIONS ET COMPLÉMENTS

De l'analyse de toutes les données géologiques et autres concernant le bassin de KANZI et des différentes approximations effectuées, on peut tirer une double conclusion :

- la connaissance de la zone de KANZI, au sens large, est encore dans une phase très amont, c'est à dire exploration ;
- les connaissances sur le bassin de KANZI au sens plus limité, nécessitent encore une phase détaillée (dont les termes de référence sont donnés dans le chapitre III), mais qui débouchera sur un gisement limité au maximum à quelques dizaines de millions de tonnes de phosphates.

Comme l'objectif de la ZOFI ne peut être atteint par la définition d'un tel gisement, il est nécessaire, à notre sens, d'effectuer une double approche : d'une part effectivement démontrer le tonnage du bassin de KANZI, de la façon que nous avons préconisée dans le chapitre précédent,

d'autre part rechercher les extensions possibles de phosphates dans la zone de KANZI.

A - Extension et recherche aval zone de KANZI

Cette approche se fera selon plusieurs lignes directrices et c'est dans ce but que nous avons relevé tous les éléments pouvant permettre d'améliorer ou de mieux comprendre la connaissance des phosphates dans le Bas-Zaïre. Il faut rappeler que contrairement à beaucoup de gisements où le niveau phosphaté est continu, ce gisement a pour caractéristiques d'avoir été partiellement érodé selon certaines lignes privilégiées en relation avec la paléostrucure. De ce fait, à l'échelle du bassin, la connaissance des structures est plus importante que l'évolution du niveau phosphaté dans ce bassin : aussi, nous proposons le schéma suivant :

- Documentation générale débordant la zone de KANZI : dépouillement sondages pétroliers, ou autres, intégration de la géophysique, à moins que des travaux de synthèse existent à partir de cette base ; essai d'un premier

schéma paléogéographique en fonction de ces données.

- Esquisse structurale élaborée à partir d'une carte géologique au 1/50 000. L'approche photogéologique est absolument nécessaire et sera complétée par les travaux de vérification de terrain. En cas de doute, ou pour se caler stratigraphiquement, l'utilisation des microfaunes pourra être envisagée.

Ces travaux de terrain pourraient être complétés par une radiométrie sur les niveaux précisés par la cartographie, et par quelques puits.

- Esquisse paléogéographique en intégrant toutes les données séquentielles des sondages connus, de façon à avoir une évolution quantifiée du bassin, et donc des limites originelles pour le niveau phosphaté.

- L'intégration de ces différentes approches fournira des zones où a priori le niveau phosphaté existe et n'aura pas été érodé.

- Campagne de forage sous couverture, peut-être avec des moyens de sondage plus lourds.

Moyens et durée

Dans un premier temps, un géologue de terrain et d'expérience encadrant une équipe de terrain, 1 L.R. et 1 camion.

Comme cette approche géologique dépasse le cadre du Bassin de KANZI et prend la dimension du Bassin côtier, il est difficile pour l'instant de la planifier.

Afin de mieux informer l'Organisation des Nations Unies sur les moyens humains à mettre à disposition, nous estimons qu'une telle approche peut être réalisée par un photogéologue habitué à ce type de terrain et de végétation, secondé par un certain nombre de géologues et prospecteurs zairois, effectuant de pair les vérifications de terrain.

Dans un deuxième temps, phase sondage détaillée. Durée : une ou plusieurs missions, en fonction des résultats.

N.B. : une telle approche pourrait être envisagée différemment, à un coût nettement moindre. Dans un premier temps, mais sur une période plus longue, il pourrait être envisagé de confier ce travail de terrain à un jeune géologue réalisant son travail de thèse axé en grande partie sur la micro-paléontologie. Il sera nécessaire au départ de bien l'encadrer et de lui procurer le support photogéologique. Le Zaïre posséderait ainsi un géologue connaissant parfaitement ce bassin sédimentaire. Ce géologue pourrait alors être utilisé sur d'autres objectifs.

B - Application sur une esquisse photogéologique
non recoupée par le terrain
(plan n° 1)

L'existence d'une couverture de photographies aériennes à une échelle approximative de 1/45 000, sur la zone de KANZI, nous a permis de réaliser une esquisse photogéologique reportée sur un fond topographique au 1/25 000 (voir plan n°1). Cette étude photogéologique a intégré toutes les données des sondages effectués dans la zone et les levés de terrain effectués par PIERARD. Nous pouvons considérer cette photogéologie comme vérifiée selon l'axe KANZI ZADI-KONGO, ainsi qu'au voisinage des sondages. Au Nord du puits 502 et au Nord de ZADI-KONGO, elle est extrapolée ; de toutes façons, même si un niveau est mal corrélié, l'image structurale subsiste, et c'est ce qui importe surtout.

Eléments stratigraphiques

Les corrélations faites selon les sondages faits le long de la route KANZI - NZADI-KONCO (voir figure page 54) montrent une continuité entre les différentes unités du Crétacé, tandis que les faciès au dessus posent des problèmes ; ainsi l'unité silteuse caractéristique, terminant le Maestrichtien, reconnue dans les sondages SK12, SK1 et SK8 a l'air d'être totalement ravinée dans SK3, SK11 et peut-être SK9 (douteux ?) d'une part par le Paléocène

(discordance connue de quelques degrés) dans SK3, d'autre part par des faciès bariolés dans SK11 et SK9 que nous pouvons rattacher au Miocène. Dans les sondages SK2, SK9, SK1 et SK12, le ravinement n'est pas total. Il se fait par des sables fins jaunes à ocres qui sont discordants sur le Paléocène reconnu au Sud de ZADI-KONGO. Nous proposons cette unité comme Eocène, car cette unité ne semble pas se développer vers l'Ouest et pourrait correspondre au remplissage d'une dépression formée par l'érosion du Paléocène en amont pendage.

Eléments structuraux

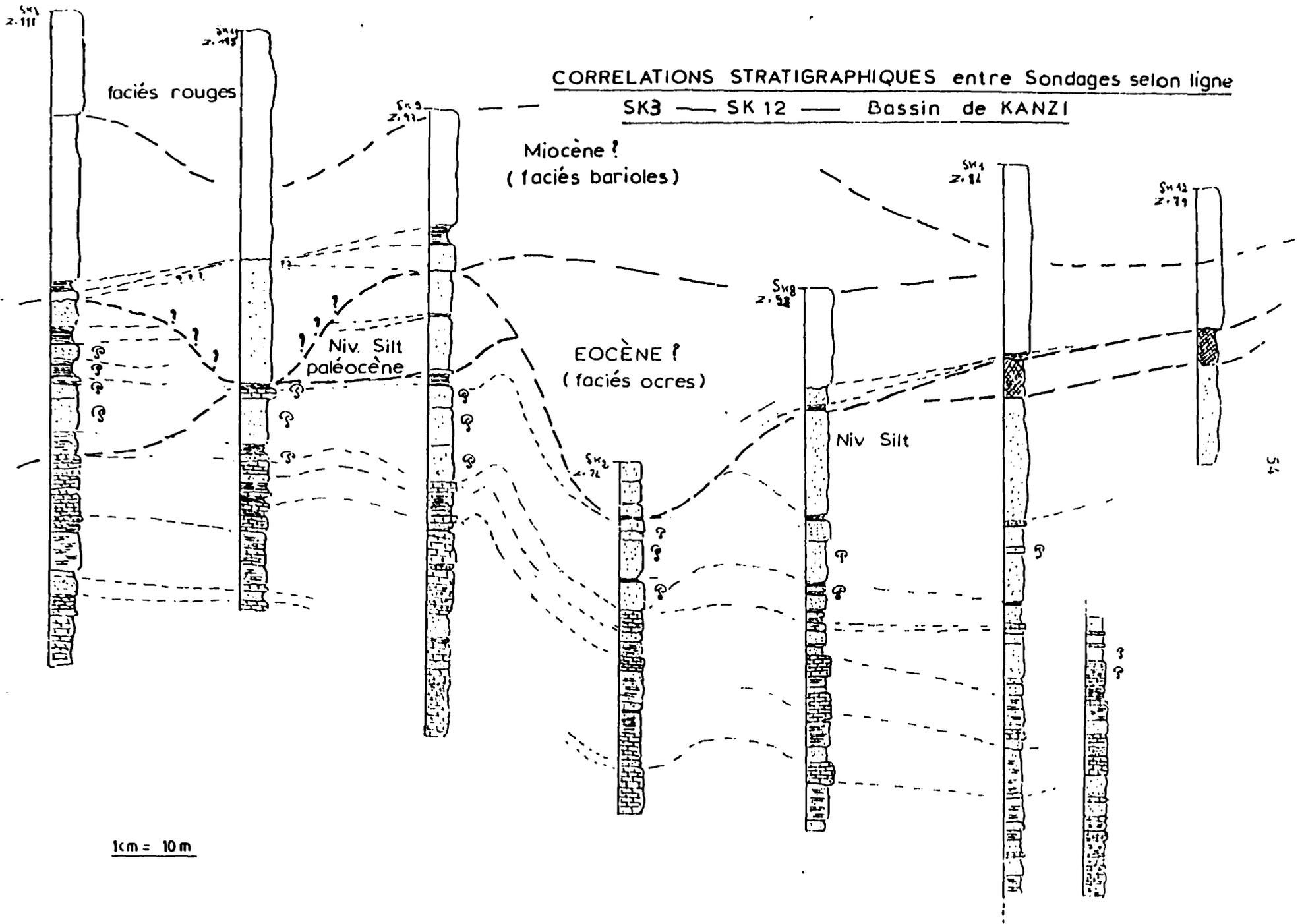
En plus de la discordance Crétacé-Paléocène vue sur le terrain, les lignes photogéologiques nous permettent d'avancer un certain nombre de conclusions structurales :

- La direction N 60° W a influencé les dépôts éocènes, ainsi que sa direction conjuguée N 30° E. La forme anticlinale selon la rivière LOKOLA se poursuit vers le NW, à l'Ouest du cours de la LOKOLA ; elle relève les faciès éocènes du SW par rapport au NE ; les contours éocènes soulignent aussi l'influence de la direction transverse, principalement selon l'axe KANZI-KINDIKI. Cette double direction conditionne les dépôts postérieurs bariolés (Miocène) comme l'indiquent les contours photogéologiques.

- La direction N 10° S et sa direction conjuguée N 100° E affectent les faciès ante-éocènes. On observe une succession de sillons fortement marqués dans le Crétacé. Notons en particulier la double ride anticlinale de part et d'autre du village de NZADI-KONGO, qui se poursuit vers le Nord de la feuille 1/15 000. Il est vraisemblable que l'érosion entre Eocène soit guidée par cette double direction, et par conséquent les placages éocènes.

Conséquences pour les phosphates

Les phosphates semblent ravinés par l'Eocène selon la direction N 10° E. Comment se comporte le Paléocène par rapport au Crétacé ? Y a-t-il seulement discordance stratigraphique ou ravinement ; il est probable que la direction N 10° E a une grande influence (soulignée par les sillons et les



rides) après le dépôt des phosphates, et pendant, et peut-être avant. Nous pensons que ce sont des guides à retenir. Comme en général nous savons que les tectoniques se répètent dans le temps, la direction N 60° E peut avoir aussi joué un rôle.

De toutes façons, ce ne sont que des résultats partiels, mais cette voie proposée est à approfondir, et nous estimons que c'est la seule façon d'aborder cette exploration d'une façon relativement économique.

C - Conclusion

La conclusion qui découle de toute cette étude peut se résumer en deux mots : ce sujet est encore à sa phase exploration. Il existe bien un certain tonnage dans des formes synclinales, en amont érosion et paléo-érosion, mais nous ne pensons pas qu'il soit représentatif du problème phosphate dans le Bas-Zaïre. Cette phase investigation détaillée est cependant nécessaire à réaliser dans un premier temps car elle donnera un aperçu des conditions et types de dépôt, des épaisseurs, des qualités, et des tonnages espérés dans ces cuvettes structurales.

Donc, d'un point de vue général, nous ne pouvons que vivement conseiller dans un premier temps de poursuivre le programme mis en place par les services du Zaïre, mais dans un deuxième temps, et peut-être de pair, préparer l'exploration de la zone de KANZI en s'appuyant sur des bases géologiques.



J. KNOBEL

Le 29 mars 1985

SOME FIGURES
OF THIS DOCUMENT
ARE TOO LARGE
FOR MICROFICHING
AND WILL NOT
BE PHOTOGRAPHED.