



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.

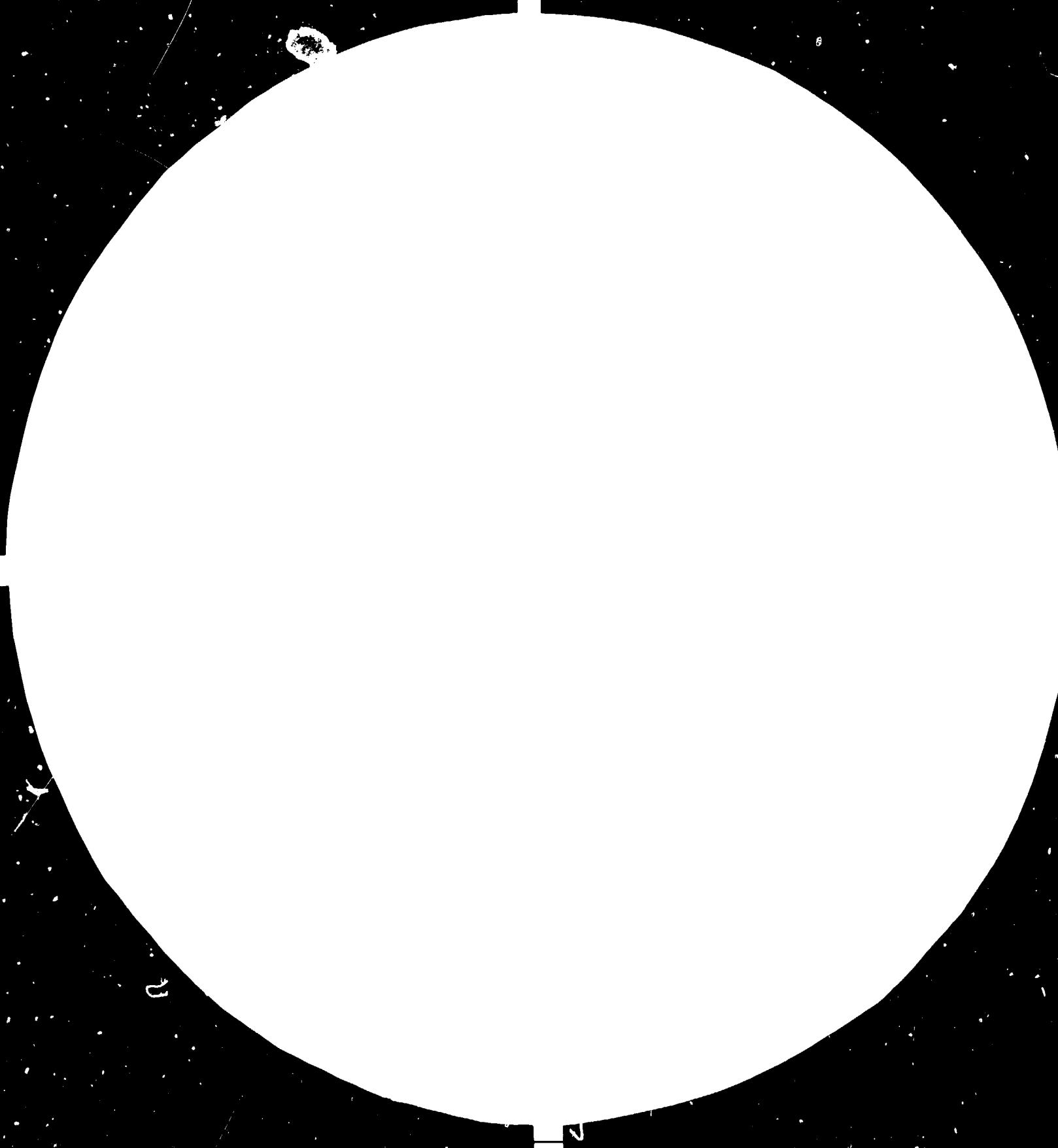
FAIR USE POLICY

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

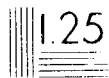
Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

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



u

2



1.0

1.1

1.25

1.4

1.6

13374

- 1 -

Distr. RESTREINTE

Janvier 1974
Frangais

Mali

RAPPORT TECHNIQUE : ETUDE de PRE-FAISABILITE d'une UNITE
de PRODUCTION de SEL de CUISINE sur le TERRITOIRE
MALIEN

°°

DP/MLI/76/002/11-55/31.6.A.

et

DP/MLI/76/002/11-60/31.6.A.

*Etabli pour Le Gouvernement Malien
par l'Organisation des Nations Unies pour le Développement
Industriel, chargée de l'exécution pour le compte du Programme
des Nations Unies pour le Développement*

D'après l'étude de Messieurs :

G. BOUDET Chef du projet et M. MARTUCHOU
Experts en production de sel

*Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel
VIENNE*

*N'ayant pas officiellement approuvé le présent rapport, l'Organisation des
Nations Unies pour le Développement Industriel ne partage pas nécessairement
les vues exprimées par les auteurs.*

NOTES EXPLICATIVES

Signification des sigles

C E P I	Centre d'Etudes et de Promotion Industrielles
P N U D	Programme des Nations Unies pour le Développement
S O N A R E M	Société Nationale de Recherche et d'Etudes Minières
B R G M	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
S O M I E X	Société Malienne d'Importations et d'Exportations
F M	Franc Malien

Valeur de la monnaie locale

1 US \$ = 825 F.M.

R E S U M E

ETUDE de PRE-FAISABILITE d'une UNITE de
PRODUCTION de SEL de CUISINE sur le TERRITOIRE
MALIEN

DP/MLI/76/002/11-55/31 6 A

et

DP/MLI/76/002/11-60/31 6 A

L'étude économique fait apparaître qu'une unité de production de sel dans le MALI permettrait une économie au pays de 2,24 milliards de F.M. par an.

Plusieurs sites saliniers existent sur son territoire, et le plus facilement exploitable, sans aucun doute, est celui de la Saline de TAOUDENIT.

Nous avons, au cours de notre mission, fait une étude sur le site de TAHABANAT dont les résultats ne permettent pas d'envisager l'implantation d'une unité de production sur ce site.

Sur la base de l'économie de devises engendrée par une production malienne de sel, il peut être envisageable de mettre en place une unité de production sur le site de TAOUDENIT, cette unité pouvant être construite en plusieurs phases compte tenu des résultats escomptés et du développement de l'environnement économique de ce site.

Afin d'évaluer techniquement et financièrement les différentes phases de ce projet, nous recommandons qu'une mission d'expertise soit organisée avec le concours du CEPI.

D'autre part, il serait intéressant de connaître la teneur en sel des eaux dites salines des puits de KOUROUNIKORO, BAFING, BAMAFLE.

Pour cela, il a été remis aux dirigeants du CEPI des instruments de mesures destinés à mesurer la teneur en sel de ces eaux.

Une étude de faisabilité ne pourra être envisagée que pour des eaux titrant 20 g/litre de sel au minimum.

INTRODUCTION

Cette étude de pré-faisabilité d'une unité de production de sel au MALI entre dans un large projet, conduit par l'UNIDO, d'assistance du Centre d'Etudes et de Promotion Industrielles (CEPI) MLI/76/002, pour promouvoir des investissements de création de petites et moyennes entreprises au MALI.

Dans le cadre de ce projet, le Gouvernement du MALI a demandé à l'UNIDO d'assister le CEPI pour effectuer une étude de pré-faisabilité d'une unité de production de sel avec le concours de 2 experts sur place.

Dans cet esprit, l'objectif de cette étude était de connaître s'il était possible d'établir une unité de production au MALI et, dans l'affirmative, de préparer une étude de pré-faisabilité contenant les recommandations pour mettre en place le projet.

Les experts ont accompli ce travail sous la supervision et avec la participation de M. CONDE, Conseiller Technique Principal de l'UNIDO - projet MLI/76/002 - qui, d'ailleurs, a participé à la mission de TAHABANAT.

L'ensemble des travaux a été effectué en collaboration étroite avec la SONAREM, organisme officiel malien responsable de la production du sel au MALI.

Les experts ont, durant leur séjour, formé M. KONIPO, Chef de Section au CEPI, sur les techniques de mesure de teneur en sel des saumures ainsi que sur les généralités du concept de marais salants.

La mission a commencé le mercredi 30 novembre 1983 pour se terminer le vendredi 16 décembre 1983 à BAMAKO.

Après échange de vues avec les différents responsables du CEPI et de la SONAREM, ces derniers nous ont recommandé le site de TAHABANAT compte tenu, notamment, du caractère stratégique et de l'éloignement du site de TAOUENIT.

De plus, le financement d'une unité de production de sel sur le site de TAHABANAT était assuré par un promoteur malien.

La mission, sur le site, a d'ailleurs été financée en partie par ce dernier.

Notre objectif était de savoir s'il était possible de produire du sel de cuisine sur le site de TAHABANAT à partir des eaux provenant de ce forage.

Après visite, sur le site, et analyse des eaux, nous jugeons non opportun de créer une unité de production de sel compte tenu de la faible teneur en NaCl des eaux de forage et du faible débit du puits.

Recommandations

- Nous recommandons que soit effectuée une étude d'opportunité sur la création d'une unité de production de sel sur le site de TAOUENIT.
- Compte tenu des conclusions de l'étude de pré-faisabilité d'une unité de production de sel dans la région de TAHABANAT, nous recommandons que le projet soit abandonné.
- Comme suite aux préoccupations du Gouvernement Malien de produire 50.000 t. de sel par an, nous recommandons que toute étude de pré-faisabilité tienne compte du caractère artisanal que devra avoir tout projet d'unité de production de sel.

TABLE des MATIERES

	Page
NOTES EXPLICATIVES	2
RESUME	3
INTRODUCTION	5
I - ETUDE d'OPPORTUNITE GENERALE de PRODUCTION de SEL au MALI	10
A - Contexte et Historique du Projet	10
1 - Généralités	10
2 - Inventaire des sites possibles de production	10
a) Production de sel gemme	10
Salines de TAOUDENIT ou d'AGORGOT	
b) Production à partir des puits d'eaux salines	11
C) Autres sites possibles non étudiés	11
3 - Conclusion	11
B - Capacité du Marché et de l'Outil de Production à mettre en oeuvre	12
1 - Demande intérieure	12
2 - Production intérieure et importation	16
a) Structure des coûts	16
b) Incidence du coût de transport	17
3 - Objectif	18
II - ETUDE de PRE-FAISABILITE d'une UNITE de PRODUCTION de SEL à TAHABANAT	19
A - Organisation de la Mission	19
1 - Organisation pratique	19
2 - Itinéraire	20

	Page
B - Structure et Facteurs de Production	21
1 - Description du site	21
2 - Climatologie	22
a) Evaporation	22
b) Pluie	22
c) Vent	23
3 - Importance du gisement	23
C - Etude de Pré-faisabilité	24
1 - Eléments favorables à la réalisation du projet	24
a) Nature du sol	24
b) Le bilan évaporation pluie	24
2 - Eléments défavorables à la réalisation du projet	25
a) Le site et le vent	25
b) La composition de la saumure et son débit	25
c) Les voies d'accès au site	26
3 - Conclusion	26
D - Nouvelles perspectives	26

	Page
III - ANNEXES	27
1 - INVENTAIRE des GISEMENTS de sel	28
2 - STRUCTURE de PRIX du SEL IMPORTE	29
3 - ITINERAIRE GAO-TAHABANAT	30
4 - CARTE GEOLOGIQUE du SITE	31
5 - EVAPORATION	32
6 - PLUVIOMETRIE	33
7 - VENTS	34
8 - ANALYSE de l'EAU	35
9 - EAU SAUMATRE en PROVENANCE de TAHABANAT	36
10 - LISTE des PERSONNES RENCONTREES	37
11 - LISTE des DOCUMENTS CONSULTEES	38

I - ETUDE d'OPPORTUNITE GENERALE de PRODUCTION

A - Contexte et Historique du Projet

1 - Généralités

Il existe, dans le pays, un gisement de sel gemme à 800 km du Nord de TOMBOUCTOU, le gisement de TAOUDENIT, dont les réserves exploitables sont estimées à 47.000.000 tonnes de sel. De plus, des recherches pétrolières ont localisé des nappes d'eau saline dont on ne connaît pas la teneur en sel (NaCl). Par ailleurs, le site de TAHABANAT nous a été signalé.

L'idée de base est de rechercher les possibilités d'augmenter la production de sel dans le pays qui, sur 45.000 tonnes de besoins annuels, n'en produit que 3.000 tonnes.

Nous allons, dans un premier temps, localiser les différentes sources de production possibles afin de les étudier.

2 - Inventaire des sites possibles de production (voir carte annexe 1)

a) Production de sel gemme

Salines de TAOUDENIT ou d'AGORGOT

Elles sont installées dans la sebkha de TAOUDENIT, suivant la ligne TERHAZZA-TAOUDENIT-El GUETTARA. Elles sont reliées à BAMAKO par 1700 km de route dont 200 sont seulement asphaltés.

Elles se situent au fond de la cuvette de TAOUDENIT.

Actuellement, la saline d'AGORGOT est exploitée et produit 3.000 tonnes de sel gemme par an. D'après les différentes études consultées, il existe un phénomène de remontée d'eau au fond de la mine qui pourrait, après étude, être utilisé comme une source de production de sel par évaporation solaire.

La couche de sel exploitable actuellement varierait de 1 m à 1,5 m sous une faible épaisseur de recouvrement.

Salines de TERHAZZA

Ces salines plus anciennes sont abandonnées. Elles se situent à 100 km au Nord de celles de TAOUDENIT. Nous ne connaissons pas le potentiel exploitable de ces salines.

b) Production à partir de puits d'eaux salines

De nombreux forages pétroliers ont permis de déceler dans le sous-sol des nappes d'eaux contenant du sel.

La SONAREM en signale dans la partie occidentale du pays dans le secteur de BAMAFLE, au milieu du BAFING et dans celui de KOUROUNIKORO.

De plus, d'après des informations de la SONAREM, les forages pétroliers de TAHABANAT et de IN TAMAT présentent de fortes chances de présence de sel sous forme d'eau salée dans un puits de 2.000 mètres de profondeur.

c) Autres sites possibles non étudiés

La carte géologique du MALI signale, dans la partie Nord du pays, des sebkha telles que EL KSAIB, OGUILLET AIB AL, OGUILLET EL HAMANA.

3 - Conclusion

Parmi les deux sites retenus, celui de TAHABANAT présentait, pour la mission, une priorité due à 2 facteurs :

- existence d'une source de financement du projet de production de sel sur ce site par un promoteur ;

- les salines d'AGORGOT, pour des raisons stratégiques et d'éloignement, doivent rester en seconde priorité.

Sur ces recommandations provenant du CEPI et de la SONAREM, nous avons donc opté pour l'étude du site de TAHABANAT, l'objectif étant de savoir s'il y avait ou non possibilité de produire du sel et à quel coût à partir des eaux de ce forage.

Les sites de BAMAFLE et de KOUROUNIKORO présentent peut-être un intérêt quant à l'opportunité de la création d'une unité de production de sel. Toutefois, les dirigeants du CEPI doivent auparavant mesurer la teneur en sel des eaux de ces puits.

B - Capacité du Marché et de l'Outil de Production à Mettre en Oeuvre

Les différentes données utilisées dans ce chapitre proviennent essentiellement du CEPI et de la SOMIEX.

1 - Demande intérieure

La consommation intérieure est divisée en deux secteurs :

- alimentation humaine
- alimentation animale

L'alimentation humaine est satisfaite par des sels marins en poudre, raffinés ou non, et des sels en provenance de TAOUDENIT broyés, pilés ou légèrement concassés.

Les principaux usages de ces sels sont : la cuisine et la salaison de

certaines denrées, viandes et poissons.

Nous y avons associé aussi la salaison de cuirs et peaux dont il est difficile de connaître la part réelle du marché.

A l'alimentation animale est affectée principalement du sel gemme en provenance de TAOUDENIT. La présentation en tablettes de 3 à 4 cm d'épaisseur convient parfaitement à l'alimentation du bétail - pierres à lécher -.

Les statistiques données par la SOMIEX ne représentent pas la réalité de la consommation intérieure. En effet, il existe, dans le pays, un autre réseau de distribution dont il est impossible d'obtenir des statistiques.

Toutefois, nous pouvons résumer la demande intérieure dans le tableau suivant exprimé en milliers de tonnes de sel :

	Année	1977	1978	1979	1980	1981	1982
Consommation humaine	SOMIEX	20,5	20,2	20	20	14,9	20,5
	Autres	18	19	20	20	20	20
Consommation animale	SOMIEX	0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Autres	4	4	3	3	3	3
Total	SOMIEX	20,5	20,4	20,4	20,2	15,1	20,7
	Autres	22	23	23	23	23	23
Total Consommation		42,5	43,4	43,4	43,2	38,1	43,7

Compte tenu de la faible variation de consommation de 1977 à 1982, nous prendrons comme objectif pour 1983-1985 une consommation intérieure de 45.000 tonnes par an réparties comme suit :

- Consommation humaine

. sel raffiné	30.000 tonnes
. sel concassé	10.000 tonnes

- Consommation animale

. sel gemme	4.000 tonnes
. sel raffiné	1.000 tonnes

Nous prendrons comme coefficient d'actualisation, par rapport à 1982, 3 % de plus en 1983 et 4 % pour les années 1984 et 1985 - hypothèse de progression de la population de 4 % -.

Avec les statistiques à notre disposition, il est possible de localiser approximativement le marché potentiel des différents pôles de consommation. Nous avons pris comme base les sept régions du MALI et les statistiques données dans le guide de l'investisseur industriel au MALI à jour en décembre 1982.

La répartition de la consommation est donnée dans le tableau suivant :

Tableau de répartition de la demande
intérieure brute 1982

Toutes les données sont exprimées en 10³

REGION	Nombre d'habitants	Consom- mation humaine Tonnes	Nombre de		Consom- mation Animale Tonnes	Consom- mation totale Tonnes
			bovins	caprins + ovins		
KAYES	873	5,4	530	900	0,49	5,89
KOULI KORO (BAMAKO)	1.373	8,8	571	731	0,47	9,27
SIKASSO	1.098	6,8	653	467	0,45	7,25
SEGOU	1.082	6,7	448	818	0,43	7,13
MOPTI	1.129	7,0	1.225	2.461	1,24	8,24
TOMBOUC- TOU	490	3,0	pas d'information			3,0
GAO	371	2,3	653	6.313	1,92	4,22
TOTAL	6.416	40*	4.080	11.690	5	45

NOTA : La pondération adoptée pour la consommation humaine est au nombre d'habitants par région et pour la consommation animale au nombre d'unités exprimées par la formule :
nombre d'unités = nbre de bovins x 2 + nbre de caprins + ovins

* soit 6,23 kg par habitant (norme de FAO = 7 kg)

2 - Production intérieure et importation

Nous ne disposons pas de données suffisamment précises pour évaluer la production intérieure en sel. La production provient uniquement des mines de TAOUDENIT sel gemme et le chiffre de 3.000 tonnes par an peut être avancé.

Le montant total des importations prévisionnelles données par la SOMIEX se situe donc à 42.000 tonnes par an.

a) Structure des coûts

Nous donnons, en annexe 2, la structure des coûts d'un sel tout venant importé du SENEGAL pénétrant dans le pays par chemin de fer tout près de KAYES et distribué à BAMAKO et SEGOU.

Le prix de revient frontière est de 55859 FM la tonne et de 53400 FM/tonne Wagon/KIDIRA.

Pour 42.000 tonnes par an d'achat annuel, le flux financier de sortie de devises est de :

/2,24 Milliard de F.M. par an/

Le prix de revient rendu à SEGOU est de 104.597 FM/tonne, soit deux fois le prix de départ frontière.

Le prix de transport chemin de fer entre KIDIRA - BAMAKO est de 15.000 FM/tonne soit près de 30% du prix départ frontière.

Compte tenu des difficultés de circulation dans le pays, le coût de transport a une grande importance dans le prix de revient. Nous nous proposons d'en calculer son incidence dans le paragraphe suivant.

b) Incidence du coût de transport

Il existe quatre tarifications de transport qui tiennent compte de l'état des routes :

- Tarif : A 40 FM/T/km
B 60 FM/T/km
C 80 FM/T/km
D 120 FM/T/km (tarif D que nous avons estimé pour les besoins de l'étude)

Le tableau suivant donne les différents coûts de transport entre les principales villes :

Matrice des coûts de transport d'une tonne de sel
entre 2 villes A vers B en FM/tonne

	BAMAKO	SEGOU	MOPTI	GAO	TOMBOUCTOU	SIKASSO
BAMAKO	0	9.500	31.000	83.700	57.900	14.960
SEGOU	9.500	0	22.000	74.000	48.000	
MOPTI	31.000	22.000	0	53.000		
GAO	83.700	74.000	53.000	0		
TOMBOUCTOU	57.900	48.000			0	
SIKASSO	14.960					0

NOTA - Dans la structure actuelle du marché, les coûts utilisables sont uniquement ceux donnés à partir de BAMAKO. Les autres coûts seront utiles avec des hypothèses de lieux de production ou de distribution différentes.

Le prix départ frontière étant de 55.800 FM/T, l'incidence du coût de transport varie de 17 % pour SEGOU à 150 % pour GAO par rapport au prix de départ frontière d'où l'importance de l'étude des lieux de production et de l'état du réseau de distribution.

3 - Objectif

Il y a donc lieu d'envisager une production intérieure de sel couvrant le marché potentiel du pays.

L'étude d'opportunité de l'unité de production à construire, dont le niveau pourrait se situer à 42.000 T/an, devra prendre en compte un flux financier sortant du pays de 2,24 milliards de F.M. par an ainsi que des coûts de transport des différents lieux de distribution.

II - ETUDE de PRE-FAISABILITE d'une UNITE de
PRODUCTION de SEL à TAHABANAT

A - Organisation de la Mission

1 - Organisation pratique

Il est apparu tout de suite que la ville de GAO devait être le point de départ de l'expédition pour plusieurs raisons :

- présence sur place d'un représentant de la SONAREM ayant connu le site ;
- présence du représentant du promoteur pouvant assurer la logistique et fournir les moyens matériels pour l'exécution de la mission ;
- ville la plus proche du site où l'on puisse s'approvisionner en vivres, eau et carburant.

Le site de TAHABANAT se situe à environ 550 km de GAO ; nous avons essayé de monter l'expédition la plus légère possible tout en respectant les règles de sécurité les plus élémentaires.

Nous avons utilisé deux véhicules tout terrain 4 x 4 :

- 1 véhicule NISSAN PATROL châssis long
- 1 véhicule NISSAN PATROL châssis court.

Le personnel suivant a fait partie de la mission :

MM.	1	CONDE Sory	Conseiller technique principal CEPI
	2	KONIPO Oumar	Ingénieur CEPI
	3	BOUDET G.	Expert UNIDO
	4	MARTUCHOU M.	Expert UNIDO
	5	KOUTAN Aliou	Représentant du promoteur
	6	KONE Ousmane	Représentant de la SONAREM
	7	TRAORE Seydou	Commandant du district de MENAKA
	8	ALASSAN	Guide
	9	Yaya	Cuisinier
	10 et 11	Les deux conducteurs	

2 - Itinéraire

L'itinéraire emprunté figure dans l'annexe 3.

Ordre chronologique et détails :

- Samedi 3 décembre

BAMAKO - MOPTI - GOUDAM - TOMBOUCTOU - GAO par avion

Distance : 1100 km.

- Dimanche 4 décembre

GAO - ANSONGO - MENAKA -

Distance : 308 km

Départ 16 h Arrivée 22 h

La recherche du 2ème véhicule et les préparatifs ne nous ont pas permis de quitter GAO plus tôt.

Nuit à MENAKA à la belle étoile.

- Lundi 5 décembre

MENAKA - QUARITOUFOULOUT - IN TALLAK - VALLEE de L'AZAOUAK - TAHABANAT.

Distance : 254 km

Départ 9 h Arrivée 17 h 30

Visite du site puis nuit belle étoile à proximité du forage.

A partir de MENAKA, le trajet vers le site se situe sur des plateaux ayant une altitude moyenne comprise entre 250 et 300 m.

Il n'existe pas de véritable piste d'où la nécessité d'avoir un très bon guide connaissant bien la région.

Si l'on décompte les arrêts divers et le temps de recherche, il faut environ 7 heures pour effectuer les 254 km, soit une moyenne respectable de 35 km/h compte tenu de l'état des pistes.

- Mardi 6 décembre

Visite du site, mesure de densité de l'eau, prises d'échantillons.

TAHABANAT - VALLEE de l'AZAOUAK - IN TEFINIT - OVARITOUFOULOUT - MENAKA

Distance : 250 km

Départ 11 h Arrivée 19 h

Nous avons suivi, au retour, un itinéraire légèrement différent de celui de l'aller par lequel nous espérions économiser des kilomètres ; en fait, il n'en a rien été.

- Les journées du mercredi 7 au vendredi 9 ont servi à rejoindre BAMAKO.

B - Structure et Facteurs de Production

1 - Description du site

Le forage de TAHABANAT a été exécuté entre le 30 avril et le 25 juillet 1967 ; sa profondeur totale est de 2011 mètres.

Coordonnées du forage :

- Altitude du sol + 331 mètres
- Latitude du sol 16° 53' 18" N
- Longitude du sol 3° 29' E

La carte géologique du site jointe en Annexe 4 couvre la région de l'ADRAR des IFORAS qui comprend le site de TAHABANAT.

La coupe stratigraphique concernant les premiers mètres qui revêtent une importance pour la création future des surfaces évaporatoires des eaux

et de cristallisation des sels laisse apparaître la présence de sables, d'argiles à pyrite et lignite en surface ; on retrouve également, dans les couches inférieures, la présence d'argile, de marno-calcaires et de calcaire.

Le forage se situe dans une cuvette sablo-argileuse entourée de dunes et de zones ensablées.

A noter que nous n'avons pas constaté la présence de dépôt de sel autour des mares de saumure.

2 - Climatologie

a) Evaporation

En annexe 5, figurent les mesures d'évaporation de la région de GAO.

Nous ne disposons d'aucun relevé à proximité immédiate du site de TAHABANAT mais nous pouvons raisonnablement supposer que l'évaporation sur le site de TAHABANAT est égale ou supérieure à celle de GAO.

L'évaporation moyenne annuelle mesurée sur "Bac International classe A" est de 4.883 mm.

b) Pluie

En annexe 6, figure la pluviométrie moyenne de la région de GAO.

Le forage de TAHABANAT se situe entre les régions de KIDAL et de MENAKA ; nous adopterons donc comme pluviométrie annuelle la moyenne des pluviométries de KIDAL et de MENAKA.

- Pluviométrie moyenne annuelle 202 mm
- Fréquence des pluies 25 jours/an

c) V e n t

En annexe 7, figure la carte des vents de la région de GAO.

On peut craindre de subir, sur le site de TAHABANAT, de véritables tempêtes de vents de sable venant du SW pendant la période de mai à septembre.

Les vitesses maximales des vents variant de 80 à 110 km/h devront être pris en compte dans l'étude de faisabilité.

3 - Importance du gisement

Le forage par lequel la saumure (eau saumâtre chargée de sels) alimente la cuvette de TAHABANAT est un puits artésien dont le tubage de sortie a été obstrué par un couvercle métallique soudé sur le tube.

Le débit naturel a donc été limité (nous n'avons pu savoir pourquoi, ni par qui ...) à environ 50 à 80 m³/jour.

L'estimation de la production naturelle possible du puits n'a pu donc être mesurée. Nous admettrons qu'il pourrait atteindre ou dépasser 200 m³/jour. Ce chiffre est voisin des simulations de production effectuées par la SONAREM en 1967, compris entre 160 et 200 m³/jour.

- Densité tous sels confondus	1,006 à 20°C
- Concentration tous sels confondus	9,4 g/litre
- T° de sortie	75 à 80°C
- Débit (estimé)	50 à 80 m ³ /jour

Dans l'hypothèse la plus optimiste où cette eau contiendrait 5 g/l. de NaCl pur, cette concentration ne représente qu'un très faible pourcentage de l'eau de mer qui contient 29 g/l. de NaCl en moyenne.

L'importance du gisement ne permettrait pas de produire plus de 350 tonnes

de sel par an (voir page 25 2.2), ce qui ne peut être en aucun cas rentable.

Nota : Les résultats d'analyse de l'eau de TAHABANAT sont joints en annexes 8 et 9.

C - Etude de Pré-faisabilité

1 - Eléments favorables à la réalisation du projet

a) Nature du sol

La structure du sol du site de TAHABANAT permettrait l'aménagement d'un salin pour concentrer des saumures et la construction de cristallisoirs pour faire déposer le sel obtenu par évaporation naturelle.

b) Le bilan évaporation pluie

Le bilan constamment positif de l'évaporation par rapport aux pluies permettrait d'envisager la construction d'un salin du type continu fonctionnant toute l'année.

Evaporation annuelle ..	4.883 mm
Pluie	- 202 mm
	<hr/>
Bilan évaporatoire	+4.681 mm/an

Dans la réalité, cette évaporation doit être assortie d'un coefficient de réduction pratique de 0,7 qui tient compte de la correction du type de mesure donnée par le bac international de classe A et nos valeurs pratiques de calcul sur bac CSME, ce qui donnerait :

$$\text{Evaporation pratique} \times 0,7 = 3.418 \text{ mm}$$

Ceci conduirait à une évaporation pratique de 10 mm par jour, chiffre qui nous paraît tout à fait acceptable.

2 - Eléments défavorables à la réalisation du projet

a) Le site et le vent

La cuvette de TAHABANAT étant entourée de dunes de sable, il sera très difficile de protéger les cristallisoirs des poussières et du sable que les vents vont transporter. Le pourcentage élevé d'insolubles mélangés au sel rendrait ce dernier impropre à la consommation humaine.

b) La composition de la saumure et son débit

L'analyse des eaux saumâtres prouve que celles-ci ne contiennent que 4,6 g/l. de NaCl (chlorure de sodium) mélangés à 4,8 g/l. d'autres sels ou insolubles.

Ce faible pourcentage de NaCl ne permet pas d'envisager raisonnablement la construction d'une unité de production ; de plus, il s'avérerait pratiquement impossible de séparer, au cours de la fabrication, le NaCl des autres sels et des insolubles déjà existants ou amenés par le vent.

Le débit stabilisé de 200 m³/j. de saumure permettrait au mieux, en supposant des pertes par infiltrations nulles, d'obtenir comme production maximale de NaCl par an :

$$200 \times 365 \times 4,6 \times 10^{-3} = 336 \text{ Tonnes/an}$$

Unités : m³ j g/l
(kg/m³)

Ce tonnage est bien trop faible pour permettre d'envisager la création d'un salin qui ne pourrait être en aucun cas rentable.

c) Les voies d'accès au site

Le site de TAHABANAT se situe à environ 250 km de MENAKA où le sel devrait être amené avec des véhicules type 4 x 4 ou à dos de chameau, ce qui rendrait son coût de transport élevé.

3 - Conclusion

Les éléments défavorables tels que la faible teneur de la saumure en NaCl, son mélange avec les autres sels et le faible débit des puits, condamnent le projet et ne nécessitent pas d'études complémentaires pour la production de sel NaCl sur le site de TAHABANAT.

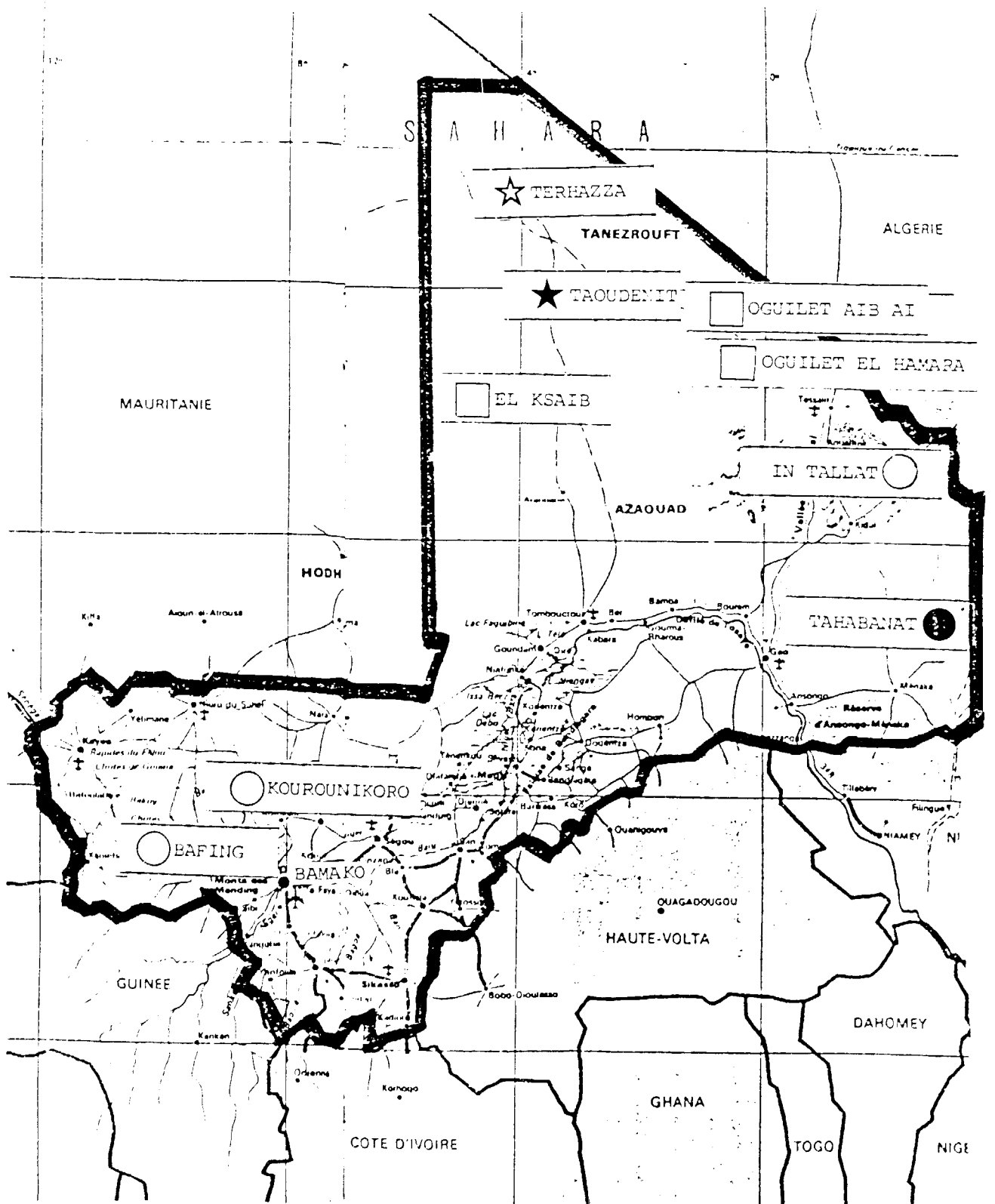
D - Nouvelles perspectives

Nous avons appris que l'eau de TAHABANAT avait des vertues particulières (eau de cure, guérison de certaines maladies de la peau ...) ; aussi, par l'intermédiaire du CEPI, nous avons adressé des échantillons de cette eau au Département de la Santé pour une suite éventuelle à donner pour l'exploitation ou la valorisation de ce site et des eaux thermales de forage.

III - ANNEX: S

INVENTAIRE des GISEMENTS de SEL

/ANNEXE 1/



- ★ Mines de sel gemme exploitées
- ☆ Mines de sel gemme non exploitées
- Sebkhia non reconnue

- Puits salins à teneurs en sels indéterminées à ce jour
- Puits salins à teneurs en sels connues

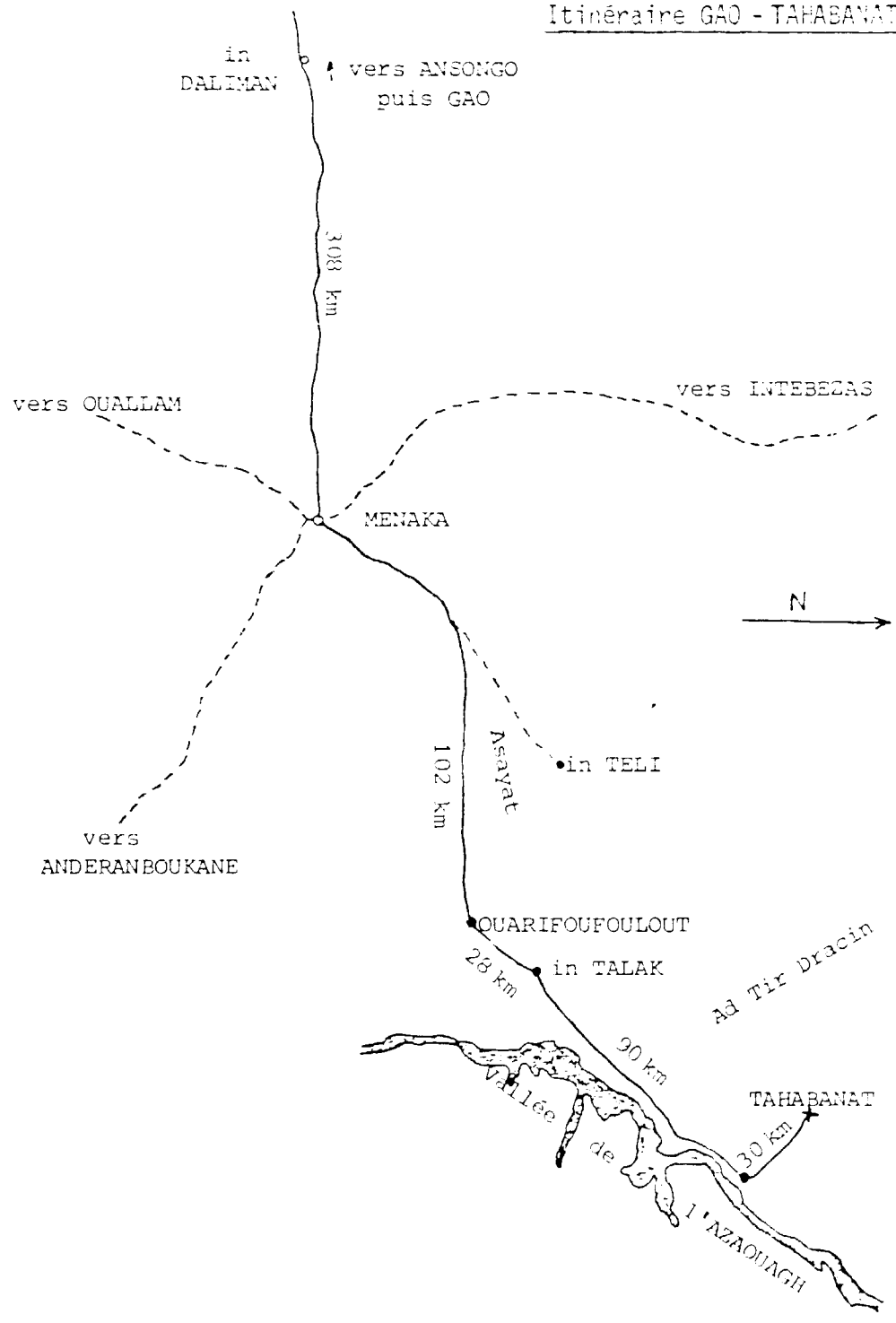
STRUCTURE de PRIX du SEL IMPORTE

SEL TOUT-VENANT

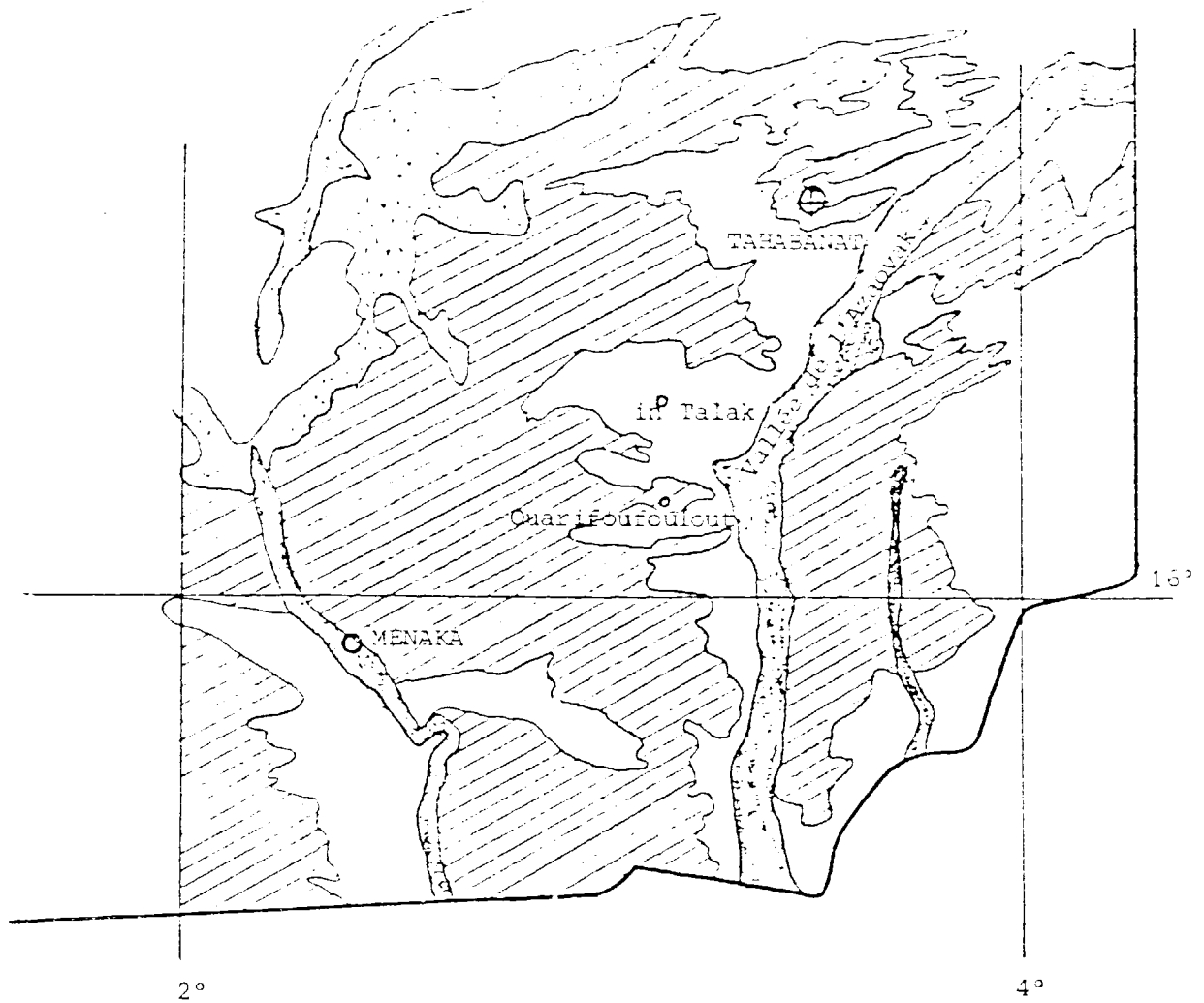
<u>PRIX SUR WAGON KIDIRA/TONNE</u>	53.400
Forfait transit Somiex 1 %	534
Frais de licence	800
Droits bancaires	20
Droits et Taxes/emballages	1.105
<u>PRIX DE REVIENT FRANCO FRONTIERE TONNE</u>	55.359.
<u>Marge B 13 %</u>	7.262
Remise au détaillant 6 %	3.787
T.V.A. 11,11 %	5.933
Transport Kidira - Bamako	15.046
Assurance Terrestre 0,4 %	277
Taxe Spéciale	15.000
I. physiques au MALI	2.475
Commissions/débours	43
<u>PRIX DE REVIENT BAMAKO/TONNE</u>	94.633
Transport Bamako-Segou	9.964
<u>PRIX DE REVIENT SEGOU/TONNE</u>	104.597
<u>PRIX DE VENTE GROS BAMAKO/TONNE</u>	98.102
<u>PRIX DE VENTE GROS SEGOU/TONNE</u>	109.072
<u>PRIX OFFICIEL DE VENTE GROS/TONNE</u>	103.000

/ANNEXE 3/

Itinéraire GAO - TAHABANAT







Echelle 1/ 1 000 000
Extrait de la carte KIDAL NE-31



ADRAR des IFORAS

Légende :

-  Dunes et zones ensablées
-  Alluvions indifférenciés
-  Argiles - Marno-calcaires - Marnes
-  Sables et argiles

EXTRAIT de la CARTE GEOLOGIQUE
du BRGM de 1981

REGION de GAO

EVAPORATION MOYENNE TOTALE MENSUELLE en MM
Période de 1951 à 1980

RELEVES EFFECTUES sur BAC INTERNATIONAL CLASSE A	
Mois	mm
Janvier	366,2
Février	381,7
Mars	479
Avril	500,2
Mai	560,9
Juin	436
Juillet	418,3
Août	282,2
Septembre	292
Octobre	384,3
Novembre	379,2
Décembre	342,9
Evaporation moyenne annuelle : 4.382,9 mm	

REGION de GAO

PLUVIOMETRIE MOYENNE MENSUELLE en MM

Période de 1951 à 1980

MOIS	GAO	KIDAL	MENAKA	TESSALIT	ANSONGO	HAMBA- BOUREM	HAOUSSA	COURTA- GOUNA
Janv.	0,1	0,1	0,1	0,4	0,0	0,0	0,1	0,0
Fév.	0,2	0,1	0,1	0,1	0,5	0,0	0,0	0,1
Mars	0,1	0,3	0,8	0,2	0,6	0,3	0,2	0,2
Avril	2,6	1,6	1,2	0,6	0,5	2,5	0,8	2,7
Mai	8,0	6,0	7,4	5,1	0,9	4,4	5,6	10,2
Juin	25,1	13,7	27,9	4,6	24,0	15,0	19,2	32,2
Juil.	67,1	34,8	78,8	15,7	69,1	52,4	65,0	82,4
Août	96,3	50,0	104,8	35,4	124,3	60,8	81,9	122,4
Sept.	33,4	25,2	41,2	16,9	41,3	22,3	38,3	57,5
Oct.	5,8	2,6	6,7	1,4	9,3	2,3	5,7	7,1
Nov.	0,1	0,1	0,1	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1
Déc.	0,1	0,3	0,1	0,5	0,0	0,5	0,9	0,5
	238,9	134,8	269,2	81,3	270,5	160,5	217,7	315,4

REGION de GAO

VENTS : VITESSES MOYENNES et MAXIMALES en m/s

Période de 1951 à 1960

	VITESSE (m/s)			DIRECTION DOMINANTE (1960 1970)	h
	moyenne	moyenne maximale	maximale absolue		
Janvier	2,1	8,3	16	N E	14,9
Février	2,1	8,6	15	E	13,5
Mars	2,2	9,3	20	N E	10,8
Avril	2,1	10,3	16	N	8,7
Mai	2,5	17,1	23	S W	10,8
Juin	3,1	15,7	26	S W	20,0
Juillet	3,1	17,0	31	S W	23,8
Août	2,6	15,7	13	S W	22,6
Septembre	1,9	13,7	22	S W	11,9
Octobre	2,0	10,1	20	S E	6,8
Novembre	1,6	7,5	13	S E	13,4
Décembre	1,7	7,4	12	S W	8,6

DIRECTION DE L'HYDRAULIQUE
 ET DE L'ÉNERGIE

LABORATOIRE DE LA QUALITÉ
 DES EAUX

B.P. 66 — BAMAKO

CERTIFICAT D'ANALYSE D'EAU

N° de l'analyse : 534

Lieu de prélèvement : Ménaka (Tahakamat)

Date de prélèvement : 10/12/83

Date d'analyse : 10/12/83

PARAMÈTRE	RESULTAT
Température °C	•
Couleur réelle U.C.V.	
Sol. totaux (105°) mg/L	
DBO ⁵ totale mg/L	
Huiles et graisses mg/L	•

PARAMÈTRE	RESULTAT
Turbidité U.T.J.	2.0
Sol. en susp. (105°C) mg/L	
DBO ⁵ soluble mg/L	
PH	7.8
Conduct. (25°C) umho/cm	19740

PARAMÈTRE	RESULTAT
Solides dissous (105°C) mg/L	
Sol. en susp. vol. (1550°C) mg/L	
DCO mg/L	
Oxygène dissous mg/L O ₂	•

Calcium mg/L Ca	340
Potassium mg/L K	55.0
Bicarbonates mg/L HCO ₃ ⁻	165
Dureté tot. mg/L CaCO ₃	1084

Magnésium mg/L Mg	57.07
Sulfates mg/L SO ₄ ²⁻	340.0
Carbonates mg/L CO ₃ ²⁻	•

Sodium mg/L Na	1339.7
Chlorures mg/L Cl	274.5
Alcalinité mg/L CaCO ₃	

Fer mg/L Fe	•
-------------	---

Manganèse mg/L Mn	•
-------------------	---

Silice mg/L SiO ₂	•
------------------------------	---

Carbone inorg. mg/L C	•
Azote amm. mg/L N	•
Phosphore hydro. mg/L P	•

Carbone org. mg/L C	•
Nitrates + Nitrit. mg/L N	•
Ortho-phosp. mg/L P	•
Tanins mg/L	•

Azote Kjeldahl mg/L N	•
Phosphore total mg/L P	•
Sulfures mg/L	•
Fluorures mg/L F	•

Cuivre ug/L Cu	•
Cadmium ug/L Cd	•

Zinc mg/L Zn	•
Mercuré ug/L Hg	•

Plomb ug/L Pb	•
---------------	---

Coli. totaux col/100 ml	
-------------------------	--

Coli. Fécaux col/100 ml	
-------------------------	--

Streptocoques col/100ml	
-------------------------	--

Remarques sur terrain :

- Débit
- Niveau Stat.
- Profondeur :

Observations :

Versé par :

COMPAGNIE DES SALINS DU MIDI
ET DES SALINES DE L'EST

/ ANNEXE 9 /

EAU SAUMATRE en PROVENANCE de TAHABANAT (MALI)

Cet échantillon d'eau saumâtre, reçu le 21 décembre 1983, provient d'un sondage profond de 2000 m environ et sort à une température voisine de 85 °.

ANALYSE CHIMIQUE et ESSAI de GROUPEMENT HYPOTHETIQUE

pH	= 7,6	d	= 1,0064
Cl ⁻	= 2,8 g/l	NaCl	= 4,58 g/l
SO ₄	= 3,23 g/l	KCl	= 0,04 g/l
CO ₂	= 0,01 g/l	Na ₂ SO ₄	= 3,52 g/l
Na ⁺	= 2,94 g/l	MgSO ₄	= 0,26 g/l
K ⁺	= 0,02 g/l	CaSO ₄	= 0,91 g/l
Mg ⁺⁺	= 0,05 g/l	Ca ⁺⁺ non attribué	= 0,08 g/l
Ca ⁺⁺	= 0,35 g/l	CO ₃ ⁼ non attribué	= 0,01 g/l

Salinité totale = 9,4 g/l

CONCLUSION

Cette eau saumâtre apparaît comme étant principalement chlorurée sodique (48,7 % des sels totaux) et sulfatée sodique (37,4 % des sels totaux).

LISTE des PERSONNES RENCONTREES

0 - Au PNUD

M. Paolo COPPINI - Représentant résident
Melle Agnès ANDRE - J.P.O.

1 - CEPI

M. DUMBIA Directeur du CEPI
M. TRAORE Directeur adjoint au CEPI
M. CONDE Conseiller Technique Principal au CEPI
M. KONIPO Chef de Section des Matériaux
 Ingénieur Génie Civil
Mme GAKOU Adjointe de M. KONIPO

2 - SONAREM

M. CISSE Directeur Général Adjoint de la SONAREM
M. KONÉ Chef de la SONAREM à GAO

3 - SERVICE HYDRAULIQUE

M. MOULARD Directeur

4 - PERSONNALITES EXTERIEURES

M. SIDI BOUBAKAR ALI - Promoteur du projet
M. ALIOU KOUNTAM - son représentant à GAO
MM. les Gouverneurs de TOMBOUCTOU et GAO
M. le Commandant de cercle de MENACA

LISTE des DOCUMENTS CONSULTES

1 - Au CEPI

- . Guide de l'Investisseur au MALI - EV 1982
- . Carte du MALI au 1/2 000 000
- . Carte
IGN { feuille NE 31 - IV
feuille ND-MENAKA - 31 XX 1
feuille TIGEZEFEN } au 1/200000

2 - A la SONAREM

- . Note générale sur les ressources de TAOUDENIT - Oct. 1964
- . Rapport forage de TAHABANAT - 1966-68 - Tomes I et II
réf. classement : C-32
- . Gisement de sel de TAOUDENIT - UNIDO/TCD - juin 1971
par C.R. DROESCH et G. BADESCV
- . Une idée sur l'exploitation du sel de TAOUDENIT
Ministère du Développement Industriel
par Hamadoun TRAORE - 11 septembre 1978

3 - SERVICE HYDRAULIQUE

- . Service des eaux souterraines
- . Carte géologique du MALI - 1982 - établi par le BRGM

