

SOCIÉTÉ DES MINES DE FER DU SÉNÉGAL ORIENTAL

M I F E R S O

PROJET D'EXPLOITATION
DES GISEMENTS DE FER DE LA FALÉMÉ
AU SÉNÉGAL ORIENTAL

NOTE TECHNIQUE, ECONOMIQUE ET FINANCIERE SUR L'ETAT D'AVANCEMENT
DU PROJET A LA DATE D'AVRIL 1977

R. DELAFOSSE

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
CADRE DU PROJET	1
DONNEES TECHNIQUES	2
I - RESERVES ET TYPES DE MINERAIS	2
1. Minerais magnétiques	2
2. Minerais oxydés	3
II - EXPLOITATION MINIERE ET TRAITEMENT DES MINERAIS ...	6
III - TRANSPORT	6
IV - INSTALLATIONS PORTUAIRES	9
V - ENERGIE	10
DONNEES ECONOMIQUES	13
I - VALORISATION DES PRODUITS	13
II - COÛTS DES PROJETS DE RENTABILITE	14
1. Investissements	14
2. Coûts d'exploitation	15
3. Rentabilité	16
III - PROBLEMES DE COMMERCIALISATION	17
DONNEES FINANCIERES	18
I - FINANCEMENT DES ETUDES	18
1. Etudes terminées et en cours	18
2. Phase IIB (factibilité)	19
3. Phase terminale avant exploitation	19
II - FINANCEMENT DE L'INVESTISSEMENT	20

CADRE DU PROJET

Les gisements de fer de la Falémé sont situés au Sénégal Oriental, à l'Est de KEDOUGOU, et à environ 700 km de DAKAR.

La Société MIFERSO a été constituée à l'initiative du Gouvernement du Sénégal, pour diriger les études et la réalisation du Projet.

Créée le 18 Février 1975, la MIFERSO est une Société d'économie mixte, avec les participations suivantes :

. Etat du SENEGAL	28 %
. Bureau de Recherches géologiques et Minières (B.R.G.M. - FRANCE)	24 %
. KRUPP (R.F.A.)	24 %
. KANEMATSU-GOSHO (JAPON)	24 %

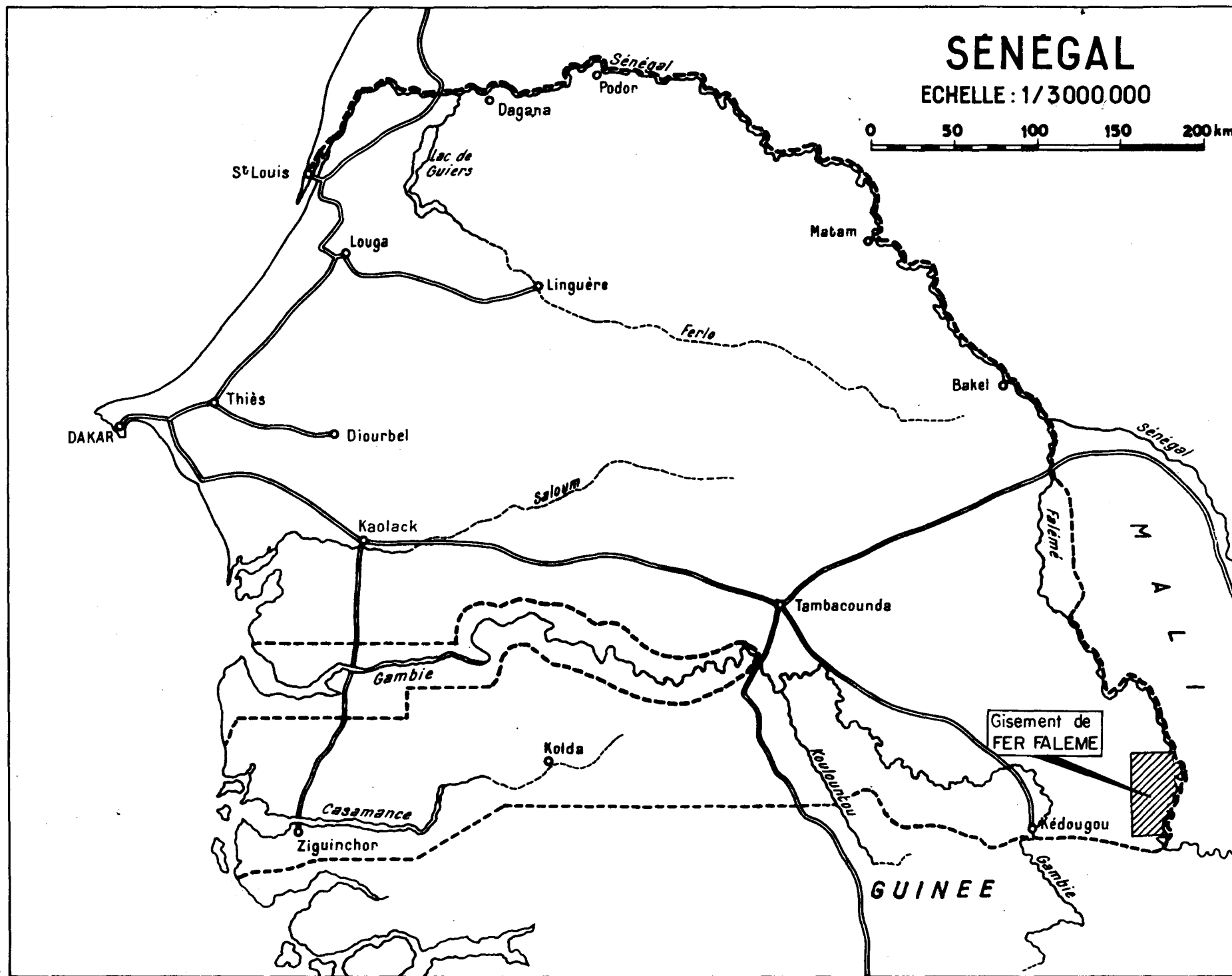
Dès la création de la MIFERSO, les études de factibilité des gisements de fer de la Falémé ont été entreprises. Ces études ont été exécutées par le Groupement B.R.G.M.-KRUPP, dans le cadre d'un Marché, signé le 20 Juin 1975.

Le B.R.G.M. effectue les travaux de terrain, conduisant à l'évaluation des réserves de minerai. KRUPP mène les études de valorisation des minerais, de pelletisation et d'engineering.

La première phase d'études, qui s'est terminée en Décembre 1976, avait pour but de reconnaître et de sélectionner les gisements les plus favorables, tant du point de vue des réserves que de la qualité des minerais.

La deuxième phase de travaux, actuellement en cours, consiste :

- d'une part à évaluer les réserves exploitables de minerais magnétiques sur les deux principaux gisements sélectionnés en première phase, soit FARANGALIA et GOTO ;
- d'autre part à estimer les réserves et les qualités de minerais oxydés riches, à chargement direct, sur les gisements de KOUROUDIAKO et KOUDEKOUROU.



Le rapport sur cette deuxième phase d'études sera disponible à la fin de 1977.

Dès maintenant les travaux de sondages de deuxième phase sont assez avancés et encourageants pour que soit prise la décision de poursuivre les travaux en 1978, jusqu'au rapport final de factibilité.

DONNEES TECHNIQUES

I - RESERVES ET TYPES DE MINERAIS

Les principaux gisements de fer figurent sur la carte ci-jointe. A la suite des travaux géologiques, géophysiques et des sondages effectués en première phase, les gisements suivants ont été sélectionnés pour les travaux détaillés de deuxième phase :

- FARANGALIA et GOTO pour les minerais primaires magnétiques,
- KOUROUDIAKO et KOUDEKOUROU pour les minerais oxydés riches, dits minerais de chargement direct.

Les minerais magnétiques, facilement enrichissables, conviennent pour la fabrication des "pellets", ou boulettes, à 66-67 % de fer.

Les minerais oxydés, titrant 60-65 % de fer, ne nécessitent pas d'enrichissement, mais leur prix de vente est moins élevé.

1. Minerais magnétiques

En deuxième phase, entre le 24 Décembre 1976 et le 5 Avril 1977, environ 5 000 mètres de sondages ont été réalisés sur les deux gisements de FARANGALIA et GOTO. Ces sondages ont permis d'établir un calcul des réserves qui donne les résultats suivants :

FER FALEME

CADRE GEOLOGIQUE SITUATION DES SITES

LEGENDE

Y1 Granite de Saraya

Y2 Granite de Bambadji

SERIE VOLCANO-SEDIMENTAIRE

A Terme sédimentaire

B Terme volcanique

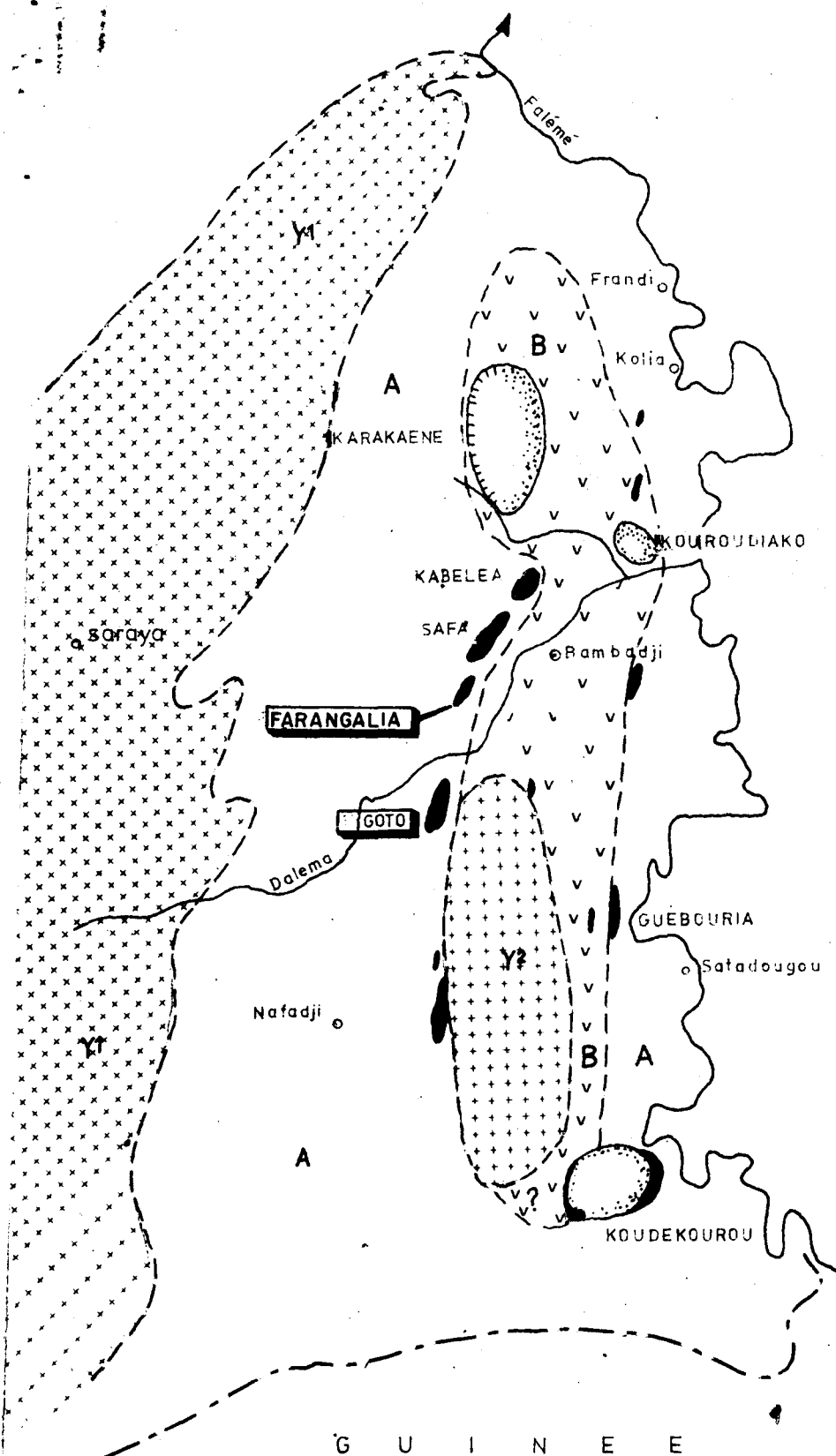
Amas ferrifère

0 5 10 15 Km.

KOUROUDIAKO.. Gîtes de fer non évalués

FARANGALIA } Gisements de fer évalués par sondages

GOTO



FARANGALIA	105 millions de tonnes
GOTO	175 " " "
Total	280 millions de tonnes

En ce qui concerne GOTO, l'évaluation du gisement n'est pas terminée. Les perspectives d'extension de l'amas nord de GOTO, le plus important, sont les suivantes :

- Extension en profondeur	60 millions de tonnes
- Extension vers le Nord	65 " " "
Total extension GOTO	125 millions de tonnes

Les réserves actuellement connues sont donc de 280 millions de tonnes, avec des réserves possibles de 400 millions de tonnes à contrôler par des sondages supplémentaires.

Il est à noter que l'exploitation des minerais magnétiques se présente de façon plus favorable que l'on ne le prévoyait. En effet, les réserves sont groupées en deux amas, distants de 6 kilomètres l'un de l'autre, et non dispersées en plusieurs petits amas, comme on le craignait à l'origine. Ces réserves permettront de produire de 7 à 10 millions de tonnes de pellets par an, pendant 20 ans.

2. Minerais oxydés

Les réserves principales de minerai oxydé à la Falémé se situent dans les secteurs de KOUROUDIAKO et Koudekourou.

En 1957 et 1958, une mission de la Société Sénégalaise des Mines, filiale de la Compagnie Minière de Konakry, a étudié ces réserves de minerai oxydé. Le rapport distingue deux qualités de minerai :

- du minerai oxydé massif à 60-65 % de fer,
- du minerai superficiel en blocs ou grains, associé à des terrains latéritiques ou argileux, le tout-venant titrant 53-55 % de fer. Ces minerais superficiels, appelés "pebbles" pour les blocs et "float ore" pour les

fractions plus fines, suivant la terminologie anglo-saxonne, doivent être susceptibles d'être séparés de leur gangue argileuse par simple classement granulométrique, pour être vendables à une teneur de 60-65 % de fer. Dans ce cas leur exploitation est très économique car les coûts d'extraction et d'enrichissement sont très bas.

En 1958, le rapport de la Société Sénégalaise des Mines concluait à l'existence des réserves suivantes :

KOUROUDIAKO :

- Minerai oxydé massif	14 millions de tonnes (dont 6 Mt prouvées)
- Pebbles et Float ore	12 millions de tonnes
TOTAL	26 millions de tonnes

KOUDEKOUROU :

- Minerai oxydé massif	36 millions de tonnes (dont 24 Mt probables)
- Pebbles et Float ore	20 millions de tonnes (dans l'hypothèse d'une puissance minéralisée de 1 m)
TOTAL	56 millions de tonnes

Depuis 1958, aucune recherche n'a été faite sur les minerais oxydés, mais la deuxième phase d'études en cours comporte des travaux pour évaluer les tonnages et les qualités de ces minerais - Pebbles et Float ore -.

Ces travaux ont commencé en Janvier 1977 et les premiers puits réalisés sur le KOUROUDIAKO et les Monts KOUDEKOUROU donnent les résultats suivants :

- La puissance moyenne minéralisée sur le KOUROUDIAKO est d'environ 5 mètres. Compte tenu de la surface minéralisée, les tonnages possibles sont de 12 à 15 millions de tonnes. Cette estimation confirme celle de 1958, avec un total de 26 à 30 millions de tonnes pour les minerais oxydés du KOUROUDIAKO.

- La puissance moyenne minéralisée sur les Monts KOUDEKOUROU est estimée à 8 mètres au minimum, compte tenu du fait que la puissance la

plus faible trouvée dans un puits est de 6 mètres, alors que d'autres puits ont été arrêtés à 15 mètres dans la minéralisation.

L'estimation de 20 millions de tonnes, faite par la Société Sénégalaise des Mines en 1958, dans l'hypothèse d'une puissance minéralisée de 1 mètre, est donc beaucoup trop faible. Le calcul des réserves ne pourra se faire qu'après l'exécution d'un programme de sondages destructifs peu profonds, exécutés à maille régulière. Néanmoins les résultats connus actuellement font espérer des tonnages 8 à 10 fois supérieurs aux estimations précédentes, soit 160 à 200 millions de tonnes pour les trois Monts KOUDEKOUROU.

En résumé, les réserves les plus importantes de minerais oxydés se trouvent au KOUDEKOUROU, avec un tonnage :

- . de minerai massif, estimé à 36 millions de tonnes
- . de minerai pebbles et float ore
estimé à 160-200 millions de tonnes

Les réserves du KOUROUDIAKO ne constituent qu'un appoint, avec un tonnage total d'environ 26 millions de tonnes.

Dans l'ensemble, les minerais oxydés de surface représentent une masse de 200 à 250 millions de tonnes, qui devraient, sous réserve des résultats des études en cours chez KRUPP, pouvoir être commercialisés après simple débourbage comme minerai de chargement direct.

Si la valeur commerciale de ces minerais était confirmée, leur exploitation pourrait se faire pendant 20 ans au rythme d'environ 8 millions de tonnes par an.

Le coût d'extraction de ces minerais superficiels est très bas et le traitement se réduit à un simple débourbage. En conséquence, l'exploitation de ce type de minerai serait très économique et rentable, malgré le prix de vente moins élevé de ce produit.

En résumé, l'ensemble des réserves, minerais magnétiques pour pellets plus minerais oxydés pour chargement direct, apparaît suffisant pour assurer une exploitation au rythme de 10 millions de tonnes par an. Cet objectif avait été fixé à l'origine comme le minimum nécessaire pour assurer la rentabilité de la mine.

II - EXPLOITATION MINIERE ET TRAITEMENT DES MINERAIS

L'exploitation se fera en carrière.

Pour les minerais magnétiques, profonds et recouverts de terrains stériles, il est prévu qu'il faudra abattre en moyenne 1,5 tonnes de stériles pour extraire une tonne de minerai. D'autre part, les qualités et les teneurs des minerais démontrent qu'il faudra traiter 1,8 tonnes de minerai tout-venant pour obtenir une tonne de concentré "pellet-feed". En fonction de ces données, le coût de l'exploitation a été calculé sur le chiffre de 4,5 tonnes à excaver pour produire une tonne de concentré "pellet-feed". Ce taux est considéré comme normal dans une exploitation de ce genre.

Pour les minerais oxydés, le taux est beaucoup plus favorable avec des prévisions de 1,4 tonnes à excaver pour produire une tonne de minerai marchand.

Le traitement des minerais magnétiques comprendra : concassage, enrichissement par séparations magnétiques, puis rebroyage et pelletisation.

Les minerais oxydés ne nécessitent pas de traitement. Ils sont exportables directement après tamisage à sec ou débourbage. Néanmoins, il reste à prouver que les minerais "pebbles" et "float ore" tout-venants peuvent être séparés par cette méthode de leur gangue argileuse et être ainsi enrichis à une teneur minimum de 60 % de fer.

III - TRANSPORT

Le rapport SOFRERAIL de Février 1976 a étudié les conditions de l'évacuation ferroviaire avec plus de précision que l'étude préliminaire de la S.C.E.T., qui avait servi de base à l'étude préliminaire faite en 1974. Les chiffres donnés dans ce rapport sont relatifs aux coûts de fin 1975.

L'avant-projet consiste en la création d'une voie à écartement normal, avec rails de 54 kg/m, de type U 78 VIC et traverses métalliques espacées de 60 cm, prévue pour une charge par essieu de 25 tonnes. Le tracé est prévu en fonction d'une utilisation minière, c'est-à-dire 2 à 3 trains par jour dans chaque sens, avec un tonnage maximum de 18 000 tonnes brutes remorquées par 4 locomotives de 3 400 CV (150 tonnes). Les wagons minéraliers, à

attelage automatique rotatif, prévus pour déchargement par culbuteur rotatif, auront un poids en charge de 100 tonnes (tare 21,5 - charge utile 78,5).

Le tracé prévoit un rayon minimal de 1 000 m (dans la zone des collines proches du gisement), mais ne descendant généralement pas au-dessous de 2 500 m dans le reste du parcours, et d'une rampe maximale de 4 mm/m dans le sens des pleins.

La distance, dans ces conditions, entre un point situé au centre des gisements (aux environs de KARAKAENE) et le port d'embarquement, que nous prévoyons sur la "Grande Côte", entre CAYAR et MBORO, est de 727 km.

L'estimation du coût de la voie, d'après ce rapport, est de 65,8 milliards de F.CFA, se décomposant comme suit :

- Etude et contrôle des travaux	4 362	(M.F.CFA)
- Préparation des sols et terrassements	16 200	"
- Ouvrages d'art	1 451	"
- Voie : a) rails et traverses	23 023	"
b) ballast et pose	6 740	"
- Bâtiments d'exploitation	948	"
- Equipement des ateliers	420	"
- Bâtiments sociaux et logements	2 000	"
- Télécommunications	810	"
TOTAL	55 954	"
- Imprévus et arrondi	5 646	"
- Intérêts intercalaires (à 8 %)	4 180	"
<u>TOTAL GENERAL</u>	<u>65 780</u>	"

Ce qui représente, pour l'infrastructure, un investissement initial de $65\,780/727 = 90,5$ millions de F.CFA par kilomètre environ, soit environ 362 000 dollars le kilomètre.

Le matériel roulant nécessaire pour une production de 10 millions de tonnes par an est évalué à :

- 21 locomotives de ligne de 3 400 CV	4 620 (M.F.CFA)	
- 10 locomotives de manoeuvre de 1 750 CV ..	1 250	"
- 880 wagons minéraliers	7 130	"
- Matériel roulant divers et pièces de rechange, environ	2 100	"
	<hr/> 15 100	"

Evaluation du prix de transport pour 10 millions de tonnes par an :

Sur ces bases, SOFRERAIL a calculé les annuités d'amortissement en comptant une durée de vie de 50 ans pour les infrastructures, à l'exception de la voie, de 20 ans pour la voie, de 30 ans pour les télécommunications et, en ce qui concerne le matériel roulant, 20 ans pour les locomotives et 30 ans pour les wagons.

Sur la base du même taux d'intérêt de 8 %, cette annuité serait de 6,05 milliards de F.CFA pour les infrastructures, y compris les télécommunications, et 1,42 milliards pour le matériel roulant. Soit un amortissement à la tonne, pour le transport de 10 millions de tonnes par an, de :

$$\frac{6\,050 + 1\,420}{10} = 747 \text{ F.CFA}$$

Le coût d'exploitation a été estimé comme suit :

- Personnel	1 314 M.F.CFA	
- Combustibles de traction	2 370	"
- Consommables et rechange	352	"
- Divers et imprévus	202	"
	<hr/> 4 238	"

Soit un coût d'exploitation à la tonne de : 424 F.CFA

Le prix de revient à la tonne du transport s'établit donc, dans l'hypothèse de 10 millions de tonnes par an, à $747 + 424 = 1\,171$ F.CFA

Le prix facturé, dans l'hypothèse où l'exploitation du chemin de fer serait assuré par une organisation autre que la mine, pourrait être évalué à ce chiffre majoré de 15 % pour tenir compte de la hausse des coûts depuis Décembre 1975 et d'une marge éventuelle. Il s'établirait alors, par tonne transportée, à 1 347 F.CFA, soit environ 5,44 dollars.

Pour compléter cette étude il a été demandé à SOFRERAIL d'étudier l'option voie étroite, avec un tracé suivant au maximum le tracé actuel entre Thiès et Tambacounda, et une charge à l'essieu de 15 tonnes seulement. Ce projet permettrait, d'une part d'harmoniser la nouvelle voie ferrée avec le réseau actuel du Sénégal, d'autre part de diminuer les investissements.

Le rapport SOFRERAIL ne constitue qu'une étude de pré-factibilité. Le financement des études ultérieures, factibilité et préparation des dossiers d'appels d'offres, a été demandé au Gouvernement du Japon.

Pour l'année 1977, une subvention d'un millions de U.S. dollars permettra de commencer l'étude qui sera faite directement par les experts du Gouvernement japonais (JAICA).

L'étude complète jusqu'au dossier d'appel d'offres est estimée à 6 millions de U.S. dollars.

IV - INSTALLATIONS PORTUAIRES

Le chargement est envisagé sur le site du port minéralier prévu sur la Grande Côte. Ces installations, qui seraient situées à 6 km au Sud-Ouest de MBORO, entre cette localité et CAYAR, comporteraient un wharf et des installations de chargement et de déchargement étudiées par la Compagnie irano-sénégalaise IRASENCO. La voie ferrée aboutirait à 2 km, et il y aurait, entre ce terminus et les emprises portuaires, des équipements de déchargement, culbutage et stockage, et les installations de manutention à l'entrée et à la sortie de l'usine de pelletisation.

Nous prenons comme hypothèse que la création du port, ainsi que de la ville correspondante, serait à la charge de la puissance publique, qui serait rémunérée par un péage à la tonne utilisant ces installations.

Les investissements à la charge de l'exploitation minière seraient essentiellement les installations de culbutage et de manutention des produits finis, par bandes, jusqu'aux installations de chargement. Nous n'avons pas encore d'étude précise de ces investissements que nous évaluerons pour le moment, très approximativement, à une vingtaine de millions de dollars pour 10 millions de tonnes par an. Le péage est estimé à 0,60 dollar par tonne.

V - ENERGIE

La consommation d'énergie varie considérablement avec la qualité des minerais produits : pellets ou minerais à chargement direct. Les minerais magnétiques doivent être broyés, enrichis, puis le concentré obtenu rebroyé avant pelletisation. La consommation d'énergie est donc très importante pour la fabrication des pellets.

Le tableau suivant détaille les consommations respectives des deux types de minerais, suivant les données fournies par KRUPP :

		<u>Consommation de courant</u> (kWh par tonne de produit)
<u>- Projet de minerai magnétique pour pellet :</u>		
. Mine, traitement, stockage, services auxiliaire et aménagements sociaux		47
. Broyage secondaire et pelletisation		41
. Port (installations, services auxiliaires et aménagements sociaux)		6
	TOTAL kWh/tonne	94
<u>- Projet de minerai oxydé - Pebble et Float ore -</u>		
. Mine, traitement, stockage, services auxiliaires et aménagements sociaux		3
. Port (installations et services)		6
	TOTAL kWh/tonne	9

L'exploitation des minerais oxydés nécessite dix fois moins d'énergie que celle des minerais magnétiques, et un tiers seulement de cette énergie est consommée au niveau de la mine. Ce type d'exploitation ne dépend pas de l'existence sur le site de la mine de courant électrique d'origine hydraulique.

Par contre, pour la production de pellets, la possibilité d'énergie à bas prix d'origine hydraulique influence considérablement les résultats du projet.

Dans l'hypothèse retenue ci-dessous pour les calculs économiques, il a été prévu un rythme d'exploitation de 10 millions de tonnes par an, comprenant :

- 7,5 millions de tonnes de pellets,
- 2,5 millions de tonnes de minerais oxydés (minerai massif, pebbles et float ore).

Dans ce cas, les puissances installées et les consommations seraient les suivantes :

	Puissance installée (MW)	Consommation de courant (kWh/t)	Consommation totale en millions de kWh/an
- <u>Projet de minerai primaire</u> (7,5 Mt de pellets/an) Energie disponible à la mine <u>Mine, traitement, stockage services annexes</u>	67	47	352
Energie disponible soit à la mine, soit au port suivant la disponibilité de courant d'origine hydraulique <u>Broyage secondaire et pelletisation</u>	56	41	310
- <u>Projet de minerai oxydé</u> (2,5 Mt/an) Energie disponible à la mine <u>Mine, traitement, stockage services annexes</u>	3	3	7,5
- <u>Port</u> (10 Mt/an) <u>Installations et services annexes</u>	13	6	60
	139	97	729,5

L'installation entière s'élève donc à environ 140 MW et la consommation de courant électrique à 730 millions de kWh par an.

Pour la fourniture de cette énergie, trois éventualités sont possibles :

1) De l'énergie d'origine hydraulique existe en quantité suffisante sur le site de la mine

Cela suppose que 90 % de la production totale du barrage de MANANTALI, en phase finale, soit 800 millions de kWh par an, soit vendue à MIFERSO.

2) De l'énergie hydraulique existe en quantité limitée

Dans ce cas, on peut envisager de construire au port l'usine de broyage secondaire et de pelletisation. Les besoins en énergie seraient alors limités à environ 360 millions de kWh par an pour la mine et l'usine de concentration sur les gisements de la Falémé.

Pour que cette solution soit réalisable, le barrage de MANANTALI devrait pouvoir fournir cette quantité d'énergie dans sa première phase d'exploitation. Il faudrait prévoir en complément une centrale thermique au port, produisant environ 370 millions de kWh par an.

3) Aucune énergie d'origine hydraulique n'est disponible

Dans ce cas, deux centrales thermiques devront être construites, l'une à la mine et l'autre au port. Cette solution est nettement moins favorable que les autres, en raison du coût élevé de l'énergie thermique. Cette hypothèse a été prévue dans les calculs de rentabilité figurant dans le chapitre "Données économiques" ci-après.

En ce qui concerne le coût de l'énergie, nous n'avons aucun chiffre prévisionnel récent sur le prix auquel pourrait être fournie l'énergie électrique. Le rapport de SENEGAL-CONSULT, de 1970, donnait les prix de revient suivants, départ usine, pour MANANTALI :

- sur la base des charges de
l'aménagement complet 0,0091 dollar le kWh
- sur la base des charges de
l'usine seule 0,0030 dollar le kWh

Dans le cadre de l'OMVS, les études complètes du barrage de MANANTALI, actuellement en cours d'élaboration par le Consortium RHEINRHUR - TRACTIONNEL - SONED, donneront des renseignements plus actuels sur ce point, mais aucune estimation sur le coût de l'énergie n'a encore été fournie.

Nous pensons que, compte tenu des augmentations de coût depuis 1970, et du fait que nous ne prévoyons pas le financement par l'entreprise minière de la ligne de transport, un coût de 1 cent pour l'énergie hydraulique est une estimation raisonnable.

Le coût de l'énergie thermique a été estimé à 2 cents le kWh dans l'étude économique présentée par le Groupement B.R.G.M.-KRUPP. Nous pensons que cette estimation est faible et demande à être confirmée.

DONNEES ECONOMIQUES

I - VALORISATION DES PRODUITS

La valeur des pellets produits est estimée sur la base des cours de Juin 1976 à ROTTERDAM, soit environ 51,5 \$ par unité de fer C.I.F. Pour des pellets à 65 % de fer, cela donne 33,47 dollars la tonne. Si nous estimons le fret (actuellement assez bas) aux environs de 3,00 dollars la tonne sur gros minéraliers de plus de 100 000 tonnes, pour le parcours SENEGAL-Mer du Nord, la valeur F.O.B. des pellets peut être estimée à environ 30,47 dollars la tonne, F.O.B. DAKAR.

La valeur des pebbles et des fines est estimée à environ
 || 15 dollars F.O.B.

Dans l'hypothèse d'une exploitation à 7,5 millions de tonnes de pellets et à 2,5 millions de tonnes de minerais oxydés, la valeur des produits exportés annuellement serait de 56 milliards de F.CFA pour les pellets et de 9,4 milliards de F.CFA pour les produits à chargement direct.

II - COUT DES PROJETS ET RENTABILITE

Ces coûts ont été établis par le Groupement B.R.G.M.-KRUPP en fonction des données disponibles à la date du 31 Mars 1977.

1. Investissements (en millions de dollars U.S.)

a - Mines (34 Mt matériaux excavés projet pellets et 3,5 Mt projet minéral oxydé et float ore)

Développement et équipement	43
Projet pellet :	
- concassage	6
- stockage minéral brut	3
- traitement	99
Projet minéral massif et float ore :	
- traitement	2
- stockage	1
Installations annexes	40
Cités minières	25
	<hr/>
	<u>219</u>

b - Port

Stockage	4
Broyage secondaire	32
Pelletisation	101
Chargement	22
Installations annexes	27
	<hr/>
	<u>186</u>

c - Investissements généraux

Démarrage et mise au point	20
Formation de personnel	5
Ingénierie	45
Pièces de rechange	11
Fond de roulement	60
	<hr/>
	<u>141</u>

<i>Total prévu</i>	546
<i>Imprévus et divers</i>	41
<i>Total amortissable</i>	587
<i>Intérêts intercalaires</i>	60
<u>TOTAL</u>	<u>647</u>

Ce qui conduit à un total d'investissements amortissables, pour 10 millions de tonnes par an, de 58,7 dollars par tonne et par an.

2. Coûts d'exploitation

a - Coûts d'exploitation projet pellets (en dollars par tonne de pellets)

Mine et concentration :

Extraction et transport	2,42
Stockage et concassage	0,14
Concentration et stockage	4,14
Services généraux	0,86
Total	<u>7,56</u>

Transport par chemin de fer

5,44

Port :

Stockage et broyage secondaire	1,39
Pelletisation	3,84
Chargement	0,60
Services généraux	0,36
Total	<u>6,19</u>

Imprévu

0,96

TOTAL 20,15

Ce coût d'exploitation est calculé sur la base de 2 cents le kWh pour la consommation d'énergie électrique fournie par centrale thermique. En cas de disponibilité d'énergie électrique d'origine hydraulique (1 cent le kWh), le coût total par tonne de pellets serait réduit à 19,24 dollars.