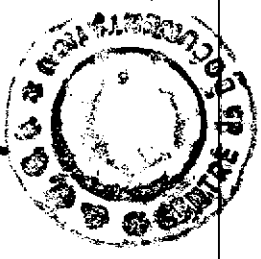
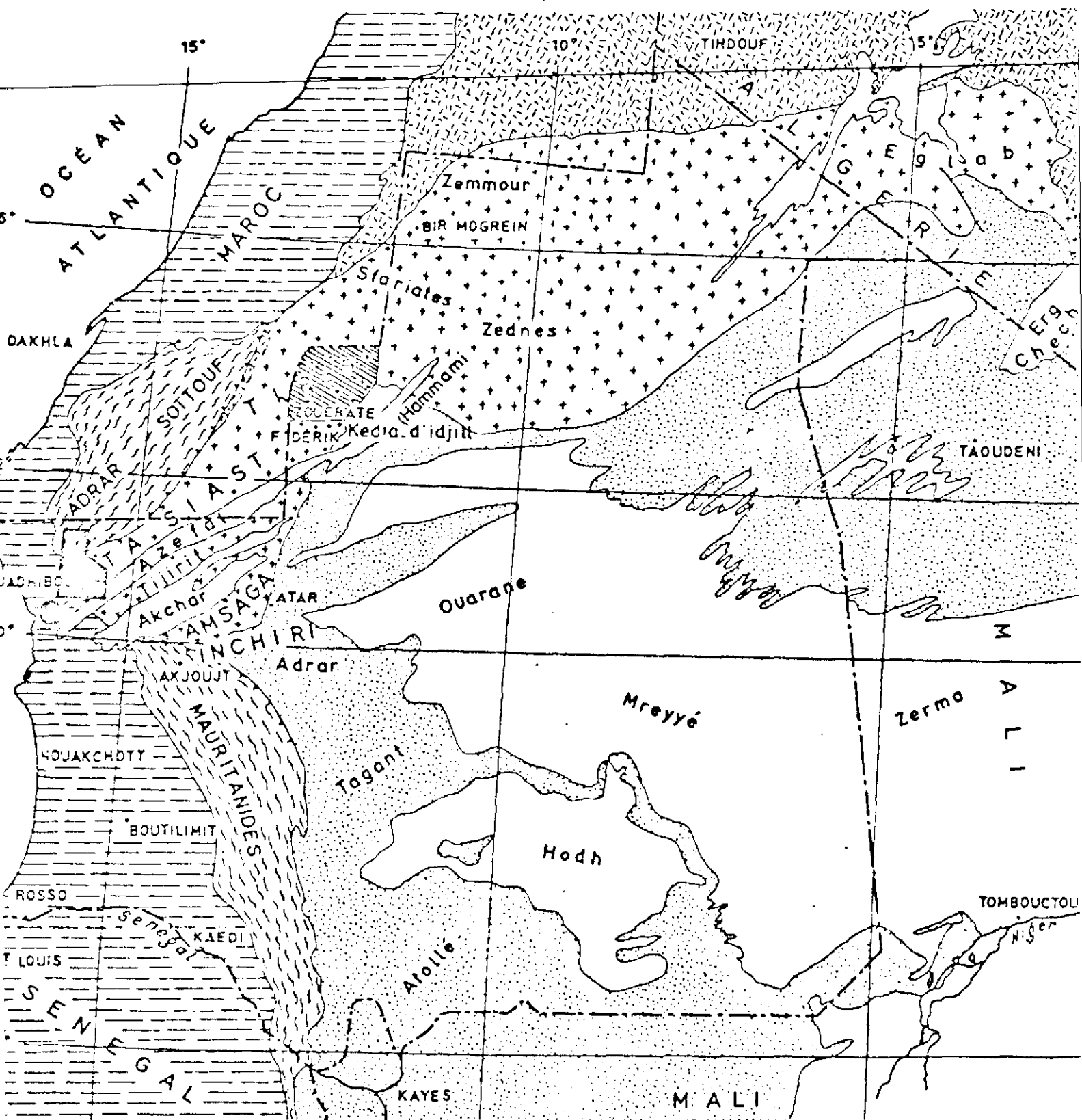


11464



CARTE GÉOLOGIQUE SIMPLIFIÉE DE LA MAURITANIE

ÉCHELLE : 1 / 7 350 000



Bassin de Taoudeni
(Paléozoïque et infracambrien)

Bassin de Tindouf
(Paléozoïque et infracambrien)

Permis de recherches Tasiast

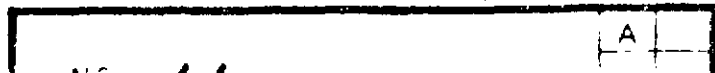
Permis de recherches Tiris

Dorsale Reguibat
(Précambrien inf. et moyen)

Adrar Sottouf-Mauritanides
(Chaînes plissées indifférenciées)

Dunes-Alluvions-Hamadas

Bassins côtiers
(Secondaires, tertiaires, quaternaires)



A V E R T I S S E M E N T

En raison du peu de temps dont nous avons disposé pour l'élaboration de ce projet, nous demandons au lecteur de considérer les chiffres avancés dans ce rapport, aussi bien pour le prix de revient que pour l'investissement, comme des ordres de grandeur que les études ultérieures auront à confirmer.

Bien entendu, le Tiris et le Tasiast ne sont pas à placer sur le même plan :

- les chiffres avancés pour l'investissement de la phase II des Guelbs sont basés sur les données actuelles du PG 11 et sont donc fiables. Des économies restent possibles sur les aménagements prévus au port et sur les chapitres formation professionnelle, ingenieries et logements suivant les choix que la Direction Générale fera le moment venu,
- pour le Tasiast, les études sont à leur début. On dispose de très peu de données, permettant d'évaluer avec précision les coûts de production et d'investissement ; aussi, les chiffres avancés sont-ils à prendre sous réserves.

La campagne de recherches qui vient d'être lancée au mois de mars permettra d'y voir plus clair lorsqu'on aura examiné le comportement des minerais du Tasiast dans les divers tests d'enrichissement et qu'on aura en particulier vérifié si, oui ou non, l'étape de préconcentration retenue dans le flow-sheet général, est économiquement avantageuse.

A. ABDEL FETTAH

S O M M A I R E

<u>I - INTRODUCTION</u>	Pages
I.1 Objectif.....	de 2 à 11
I.2 Choix des lieux de production.....	de 12 à 14
I.3 Programme possible de montée en production...	de 14 à 19
I.4 Réserves nécessaires pour le programme de développement.....	de 19 à 25
<u>2 - TIRIS</u>	
2.1 Aperçus géologique et minéralurgique - qualité des concentrés.....	de 27 à 32
2.2 Aspects économiques.....	de 33 à 40
2.3 Plan de développement et de réalisation :	
2.3.1 Objectif.....	41
2.3.2 Actions de développement :	
a - géologie.....	de 41 à 42
b - hydrogéologie.....	de 43 à 48
c - minéralurgie.....	de 48 à 49
d - études complémentaires et rapport de faisabilité.....	de 49 à 50
e - financement, ingénierie, construction.....	50
2.3.3 Devis estimatif des opérations.....	de 50 à 52
2.3.4 Planning.....	de 52 à 53
<u>3 - TASIAST</u>	
3.1 Aperçus géologique et minéralurgique - qualité des concentrés.....	de 55 à 56
3.2 Esquisse économique.....	de 56 à 59
3.3 Plan de développement :	
3.3.1 Objectif.....	de 59 à 60
3.3.2 Actions de développement :	
a - géologie.....	de 60 à 61
b - hydrogéologie.....	de 61 à 67
c - minéralurgie.....	de 68 à 71
d - études économiques.....	71
e - étude de marché.....	72
f - mine.....	de 72 à 73
g - rapport de faisabilité.....	73
h - financement, ingénierie, construction.....	73
3.3.3 Devis estimatif des opérations.....	de 73 à 76
3.3.4 Planning.....	77
<u>4 - CONCLUSION</u>	de 78 à 85
<u>5 - ANNEXES</u>	

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : note DG 702/81

Annexe 2 : capacité de production dans le monde

Annexe 3 : Tiris

Annexe 4 : Tasiast

Annexe 5 : Tasiast : travaux effectués

*Annexe 6 : études d'un port minéralier de 30 millions de tonnes par an
de capacité*

I.1 - OBJECTIF

L'exploitation des minerais de fer de Mauritanie a été commencée par la société MIFERMA en 1963 sur la base d'une capacité de production de 6 millions de tonnes par an (6 MT/an) qu'il a fallu par la suite porter progressivement à 9 millions de tonnes par an en 1970 et à 12 millions de tonnes par an en 1973 en raison de la nécessité pour l'entreprise de continuer à suivre l'évolution du marché et ce, en visant toujours une taille économiquement plus viable.

Cet élan de départ qui a permis de doubler la production en moins de dix ans a été brisé non seulement par la crise mondiale de la sidérurgie, mais aussi par des problèmes de tous ordres propres à la SNIM et à la Mauritanie des années 70 :

- . nationalisation de la MIFERMA en 1974 : malgré son remplacement par la Société Nationale Industrielle et Minière (SNIM), le processus de prise en main par les Mauritaniens des destinées de la Société a été long et tortueux,
- . difficultés de mise en place du projet Guelbs appelé pourtant à prendre la relève de la Kédia mourante et pratiquement sans augmentation de production, excepté l'intermède 85-90 où la production monterait à 14 millions de tonnes par an. La solution du financement a dû, en définitive, passer par la participation de partenaires arabes au capital de la SNIM et donc la transformation de celle-ci en société d'économie mixte SNIM-sem,
- . remous politiques dans la région (75 à 78) gênant considérablement la marche de la société et allant même jusqu'à menacer son existence,
- . etc....

Mais la remarquable capacité de résistance de la SNIM et le dévouement inébranlable de l'ensemble de son personnel, toujours prêt à relever le défi d'où qu'il vienne, ont permis à la SNIM de surmonter toutes ces difficultés et de retrouver aujourd'hui une situation technique et financière plus saine.

Aussi, forte de l'appui sans faille des nouveaux actionnaires, riche de l'expérience du passé et décidée :

- . d'une part, à tirer le maximum de profits pour notre pays des immenses ressources en minerai de fer de son sous-sol,
- . et d'autre part, à lui conquérir la place honorable qui doit être la sienne dans le concert des nations exportatrices de minerai de fer,

la Direction Générale rouvre le dossier et lance le débat sur

...

les projets de développement à long et moyen termes de la SNIM-sem.

~~Un Comité d'Etudes et de Réflexion a été constitué à cet effet, et son travail, présenté dans ce rapport, a consisté principalement à recenser, planifier et chiffrer les actions de développement à entreprendre pour porter le niveau de production de la SNIM-sem à 30 millions de tonnes par an à l'horizon 2 000.~~

Certes, au premier abord, c'est un objectif ambitieux que de vouloir tripler notre production en moins de 20 ans au moment même où nous éprouvons de grandes difficultés à atteindre notre niveau normal de vente, mais des données objectives sont là pour justifier cette "ambition" :

- . existence d'un marché potentiel,
- . présence de réserves de minerai couvrant largement les besoins d'un tel projet,
- . situation "privilégiée" pour rechercher et obtenir le financement, à des conditions avantageuses, pour des projets de cette importance,
- . etc....

a - Existence d'un marché potentiel

Le marché du minerai de fer est en mutation depuis plusieurs années et la redistribution des cartes qui est en train de s'opérer peut être avantageusement exploitée par notre société si sa politique courageuse de développement est soutenue, comme c'est le cas, par une politique commerciale clairvoyante et dynamique.

Pour illustrer cette mutation, nous allons examiner le cas des deux filières utilisées dans le monde pour produire de l'acier à partir du minerai de fer, à savoir :

- filière I : minerai + additions → agglomération sur chaîne → haut-fourneau → aciérie à l'oxygène → acier brut
- filière II : minerai → agglomération par pelletisation → réduction directe → aciérie électrique → acier brut

a - 1 Filière I : Marché du sinterfeed

C'est dans cette filière classique d'élaboration de l'acier que l'on retrouve la totalité de notre clientèle présente, constituée essentiellement par les sidérurgies européennes et japonaises. En termes de marché du fer, cette filière intéresse principalement les produits

...

agglomérables sur chaînes ou sinterfeed et, dans une moindre mesure, les produits rocheux.

~~Tout au long des vingt dernières années, notre société~~
a sans relâche essayé d'adapter ses capacités de production à l'évolution de ce marché de plus en plus demandeur de minerais fins.

En effet, tout au début de nos exportations en 1963, les minerais rocheux occupaient encore une place importante dans la charge des hauts-fourneaux, mais, depuis, leur part n'a pas cessé de baisser au profit des fines naturelles faisant passer successivement nos ventes de minerais fins de 20 % de nos exportations en 1970 à 35 % en 1975 et à 55 % en 1980.

Parallèlement à la demande croissante de fines riches, il s'est développé un marché pour des minerais à plus forte teneur de silice (fines siliceuses), répondant à des besoins particuliers de réglage de charge des hauts-fourneaux. Notre société s'est bien placée sur ce marché avec la commercialisation des minerais siliceux dont la production est fatale lors de l'exploitation des minerais riches et leur part dans nos ventes est ainsi passée de 15 % en 1970 à 24 % en 1975 et à 33 % en 1980.

Malheureusement, ce marché des siliceux donne aujourd'hui des signes de fatigue et on note, par exemple au Japon, l'un des principaux acheteurs de ces produits, une tendance très nette à demander des siliceux de plus en plus riches et donc se rapprochant de plus en plus des minerais riches.

Les perspectives d'avenir de ce marché du sinterfeed sont cependant rassurantes car la filière classique, utilisée surtout par les pays industrialisés, a toutes les raisons de se maintenir encore très longtemps à un niveau honorable. En effet :

- . les meilleurs rendements des hauts-fourneaux sont obtenus pour des charges constituées par 60 à 80 % d'agglomérés,
- . il y a beaucoup de chaînes d'agglomération récemment installées ou en cours de construction et qui pourraient fonctionner encore très longtemps car une chaîne d'agglomération normalement entretenue a une durée de vie quasi illimitée,
- . le combustible d'une chaîne d'agglomération est dans la plupart des cas constitué par du poussier de coke qui est un produit fatal des usines sidérurgiques et qui trouve ici sa meilleure utilisation,

...

- . enfin, pour mieux contrôler la régularité de la charge des hauts-fourneaux de gros diamètres, les sidérurgistes préfèrent utiliser les produits agglomérés chez eux plutôt que des calibrés ou des pellets provenant de l'extérieur. Des usines parmi les plus modernes (Japon, Belgique) marchent aujourd'hui à 100 % d'agglomérés.

Par contre, au regard du marché du minerai de fer, cette sidérurgie classique risque de marquer le pas au cours des prochaines années avant de reprendre une timide croissance au-delà de 1990.

D'ici là :

- les capacités globales de l'Europe et du Japon seront probablement maintenues avec cependant, pour l'Europe, une redistribution : baisse en Belgique et en Angleterre et montée en Allemagne, Italie et Hollande,
- la sidérurgie américaine vit, quant à elle, sur les pellets et, en raison d'une sévère réglementation anti-pollution, s'oriente déjà depuis un certain temps, vers la fabrication d'aciers nobles au détriment de la sidérurgie classique,
- les développements les plus "importants" se feront dans des pays jeunes, producteurs de minerai de fer et bénéficiant de conditions particulières :
 - . Brésil : fer + problèmes d'emploi d'une main-d'oeuvre surabondante,
 - . Vénézuéla : fer + énergie à bon marché,
 - . Australie : fer + excellent charbon à coke,
 - . Afrique du Sud : fer + charbon,

auxquels il faut ajouter d'autres pays bénéficiant d'une main-d'oeuvre à bon marché et de conditions exceptionnellement favorables d'investissement : Corée, Taiwan et certains pays d'Europe de l'Est.

Le tonnage global des minerais traversant les mers et destinés à être utilisés par la filière classique risque donc de stagner jusqu'au début des années 90 avant de reprendre une croissance lente, mais comme nous l'avons déjà vu la part des minerais fins dans ce tonnage va continuer à augmenter.

Cette évolution aurait dû amener la SNIM à renforcer sa capacité de production en produits fins ;

...

Malheureusement, les minerais riches extraits actuellement de la KEDIA s'épuisent et leur production va diminuer progressivement avant de s'éteindre complètement dans une dizaine d'années.

Leur relève sera assurée par des concentrés riches 0-1600 microns produits par les Guelbs dans le cadre du PG 11 dont l'usine de la phase I (6 MT/an) est en construction et démarrera sa production en juillet 1984 tandis que l'usine de la phase II (6 MT/an) devra entrer en production en 1990.

Il faut rappeler ici que le vrai sinterfeed est en fait constitué par les fines naturelles riches (TZF par exemple), généralement classées 0-6,3 mm et que le produit idéal pour l'agglomération sur chaîne est du 0,5-3 mm.

Les concentrés Guelbs 0-1600 microns ne seront donc pas un vrai sinterfeed puisqu'ils ne représentent qu'une tranche granulométrique des produits agglomérables sur chaînes, mais

- . leur bonne qualité métallurgique
- . l'absence d'impuretés nuisibles
- . le pourcentage peu élevé d'ultra-fins (moins de 15 % < 100 microns)
- . leur teneur en Fe^{++} et leur d50 relativement élevés

font qu'ils ont toute chance d'avoir un bon accueil sur le marché du sinterfeed et l'intérêt que nos clients commencent à leur manifester en est le meilleur témoignage.

Prenant en compte tous ces éléments et consciente du fait qu'il existe aujourd'hui sur ce marché du sinterfeed très peu de concentrés magnétiques alors que l'énergie coûte de plus en plus cher, notre Direction commerciale espère profiter du lancement de ces produits nouveaux pour, non seulement conforter la position de la Société auprès de sa clientèle traditionnelle, mais, pourquoi pas, conquérir d'autres marchés, et c'est dans cet esprit qu'elle s'est déjà opposée fermement à la chute de production due au passage de 14 MT/an à 12 MT/an prévu pour le début des années 1990 par les programmes actuellement en-core en vigueur.

Allant tout à fait dans le même sens, le projet de la Direction Générale de porter la capacité de production de notre Société à 15 MT/an de concentrés

...

pour Sinterfeed à partir de 1990 paraît donc très raisonnable sur le plan commercial et nous le présenterons dans ce rapport comme une extension à 15 MT/an de la phase II des Guelbs.

Ainsi, le commercial aura le temps de profiter du lancement en 1984 des 6 MT/an de la phase I pour préparer le terrain aux produits de la phase II (1990).

a - 2 Filière II : Marché du pelletfeed

Du point de vue marché du minerai de fer, cette filière intéresse essentiellement les produits agglomérables uniquement par pelletisation ou pelletfeed (PF).

On distingue deux catégories de pelletfeed :

- un pelletfeed normal pour production de pellets pour haut-fourneau : c'est un produit de teneur en fer moyenne (63 à 65 % Fe) et donc comparable à celle du sinterfeed, mais dont la granulométrie très fine interdit pour des raisons économiques son agglomération sur chaîne.

Sur le plan métallurgique, ce produit intéresse la filière I, mais nous avons jugé utile de jeter ici un regard sur son évolution prévisible puisque les installations de pelletisation sont les mêmes qu'il s'agisse d'un PF pour HF ou d'un PF pour réduction directe (RD) et peuvent donc en fonction de la conjoncture être orientées sur l'un ou l'autre de ces produits.

- un pelletfeed à haute teneur pour production de pellets pour préréduction : c'est un produit équivalent du point de vue granulométrique au PF, mais soumis à des exigences bien plus sévères de composition chimique :

teneur en Fe élevée : 68 à 70 % et si $O_2 + Al_2O_3$
 $\leq 2 \%$

b - 1 Pellets pour hauts-fourneaux

En Europe, sauf cas particulier (sous-développés de l'Europe de l'Est), il y a peu de chance pour qu'une usine sidérurgique existante s'équipe d'une installation de pelletisation, donc ouvre un marché au pelletfeed. Il y a à cela plusieurs raisons :

. au HF, les pellets ne font que remplacer le calibré

...

naturel et ce, sans avantages particuliers. Les pellets ne constituent en fait qu'un appoint à la charge du HF en cas d'une éventuelle augmentation de sa capacité.

La consommation de pellets d'une grosse usine sidérurgique européenne ne pourrait excéder 0,5 à 1 MT/an. Il est donc exclu qu'une usine en place s'équipe en pelletisation pour ses besoins propres. On peut bien sûr constituer une "association de consommateurs", mais les exemples actuels (Hollande et Grande-Bretagne) ne donnent pas particulièrement satisfaction.

- L'apport thermique important nécessaire à la pelletisation est actuellement exclusivement justiciable de produits coûteux : gaz naturel et fuel.

Il pourrait être fourni par le gaz de hauts-fourneaux et, éventuellement, par le gaz des cokeries, mais bien sûr dans la limite de production des unités et certainement pas, par une seule usine, pour une chaîne de 3 ou 4 MT.

Hors Europe, la plupart des chaînes de pelletisation existantes (sauf peut-être le Japon) sont installées chez les producteurs (Brésil, Pérou...) qui souhaitent valoriser leurs propres produits fins.

Il semble difficile de vendre un pelletfeed à un producteur de ce genre.

b - 2 Pellets pour préréduction

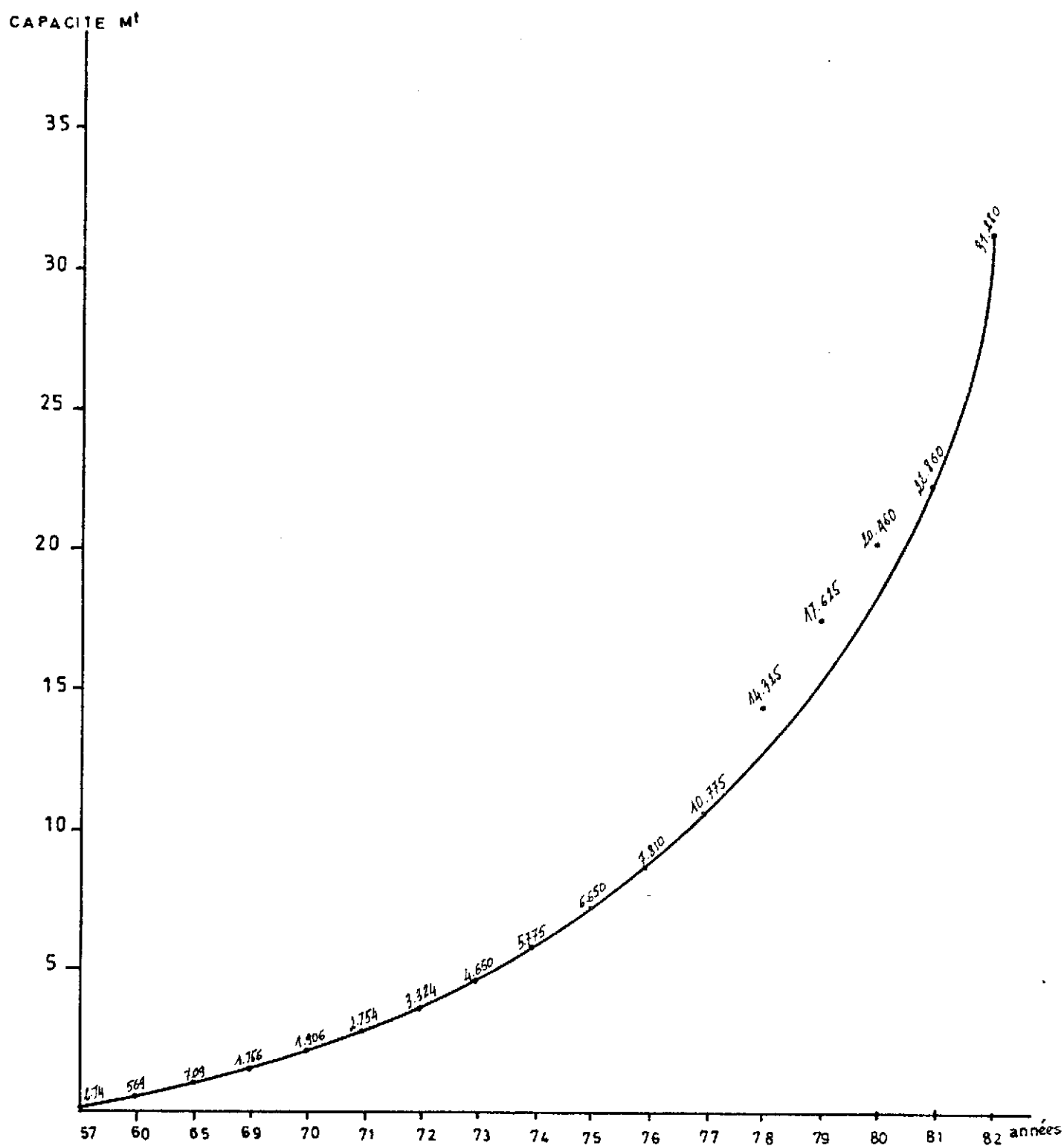
Comme pour les pellets pour HF, le coût de l'apport thermique ne milite pas du tout en faveur de la mise en place d'installations en Europe.

Par contre, chaînes de pelletisation et installations de réduction directe sont très concevables dans les pays où gaz et fuel sont bon marché.

On peut à juste titre parler de "révolution" sur le marché du pelletfeed pour réduction directe au cours de la décennie qui vient de s'achever et tout laisse à croire que le mouvement va se continuer, voire même s'accélérer. En effet, la capacité mondiale de production de produits préréduits est passée de 1 MT en 1970 à près de 20 MT en 1980 et est estimée entre 80 et 100 MT pour 1990.

FIG 11

EVOLUTION DES CAPACITES DE REDUCTION DIRECTE DANS LE MONDE



La courbe de la fig. 1 donnant l'évolution de la capacité de réduction directe (RD) dans le monde entre 1957 et 1982 est suffisamment éloquente pour dispenser de tout commentaire.

L'annexe 2 donne dans le monde et par pays la liste des usines de réduction directe en activité ou en projet avancé.

Comme on le voit sur cette courbe, le marché du PF pour RD est donc en pleine expansion et de plus, il se développe entre autre chez des pays amis et frères de la Mauritanie (Pays du Golfe, Afrique du Nord, Afrique Noire : Nigéria) et dans des pays pour lesquels notre position géographique est privilégiée en termes de fret (Mexique par exemple).

Malgré cela, c'est une entrée progressive et prudente sur ce marché que la Direction Générale a fixée pour les besoins du présent rapport avec :

- . en 1994, la mise en production d'une unité de 6 MT/an de superconcentrés pouvant partiellement ou en totalité être pelletisés en Mauritanie et qui sont principalement destinés à alimenter, en raison de leur proximité, les usines de réduction directe d'Afrique du Nord, actuellement en projets avancés (Libie, Egypte, Algérie...) avec possibilité de vente du surplus éventuel de pelletfeed à d'autres clients potentiels comme par exemple l'ARAB IRON STEEL Co (AISCO) pour son usine de pelletisation (4 MT/an de capacité) de BAHREIN,
- . en 1999, la mise en production d'une unité complémentaire de 9 MT/an de superconcentrés qui serait alors pleinement justifiée si la tendance actuelle se poursuivait, hypothèse que nous garderons dans la suite de ce rapport, mais qui pourrait tout aussi bien être différée ou supprimée si une tendance moins favorable se dessinait.

b - Présence de réserves de minerai

Les provinces du Nord de la Mauritanie renferment des réserves considérables en minerai de fer.

Si le minerai riche actuellement en exploitation dans la Kédia est en voie d'épuisement, les réserves de minerai susceptibles de fournir des concentrés utilisables en sinterfeed sont abondantes dans le Tiris. On sait déjà qu'elles couvrent largement les besoins du projet Guelbs initial : 12 MT/an pendant 20 ans et les

...

résultats en notre possession et que nous verrons dans la 2ème partie de ce rapport sont très encourageants pour permettre d'envisager sans peur la production de 15 MT/an de 1990 à 2020. Des recherches devront cependant être menées pour confirmer ces résultats.

En ce qui concerne les tonnages de minerai susceptibles de donner un pelletfeed à haute teneur, les réserves sont immenses et se chiffrent par milliards de tonnes, non seulement dans la région de Zouérate (Tiris), mais aussi dans la Tasiast beaucoup plus proche du port de Nouadhibou (200 km). La Société n'a donc que l'embarras du choix pour déterminer le ou les gisements à exploiter.

c - Financement

Comme on peut s'en douter, ce programme de développement demandera, et nous le verrons plus loin dans ce rapport, des investissements importants, mais fort heureusement, nous bénéficions d'un grand nombre de facteurs favorables, dont :

- . en premier lieu, le sérieux dont notre société a su faire preuve tout au long des vingt années de son existence, la bonne réputation dont elle jouit malgré de petits incidents de parcours inévitables, auprès de ses clients, de ses fournisseurs et de ses bailleurs de fonds et l'attention toute particulière qu'elle a toujours su porter à la bonne exécution de ses projets,
- . en second lieu, l'appartenance de notre pays à l'ensemble arabe, l'un des principaux foyers mondiaux de capitaux à la recherche de placement, notre position de premier producteur de minerai de fer de cet ensemble qui affirme sa volonté de mettre en place une stratégie commune de développement visant à aider les plus démunis, à valoriser leurs ressources naturelles et enfin la présence déjà effective, au sein de la SNIM, en tant qu'actionnaires des principales sociétés arabes investissant dans le secteur minier ou même opérant dans celui-ci.

Sans verser dans un optimisme exagéré, ceci montre que nous disposons d'atouts importants que beaucoup de nos concurrents envient et qui ne peuvent qu'influencer favorablement nos démarches futures pour le financement de nos projets surtout s'ils sont, comme à l'habitude, techniquement bien étudiés et que leur faisabilité est prouvée.

...

I.2 - CHOIX DE LIEUX DE PRODUCTION

Nous ne nous intéresserons ici qu'aux seules provinces ferrifères du Nord de la Mauritanie : Tiris (région de Zouérate) et Tasiast (200 km de Nouadhibou) et nous envisagerons séparément les productions de sinterfeed et de pelletfeed.

a - Production de sinterfeed

Ici, nous n'avons guère le choix, car après la Kédia qui se meurt, les seuls gisements reconnus à ce jour aptes à produire du sinterfeed sont localisés dans le Tiris et plus particulièrement dans la zone des Guelbs de l'Est.

Au stade actuel du projet, nous envisageons simplement de porter la capacité de production de la phase II des Guelbs à 15 MT/an au lieu des 12 MT/an initialement prévus par le PG 11.

Les 15 MT/an de sinterfeed seront donc produits à partir des usines du Rhein dès 1990.

b - Production de pelletfeed à haute teneur

Ici, la situation est bien plus délicate car les problèmes ne se posent ni en termes de réserves, ni en termes de qualité des superconcentrés : les deux provinces renferment chacune des réserves immenses pouvant assurer pour des dizaines d'années un niveau de production de 15 MT/an d'un pelletfeed à haute teneur et de bonne qualité et il est donc très difficile de trancher.

Comparons les avantages et inconvénients des deux solutions Tiris et Tasiast.

b - 1 Production de pelletfeed à partir des gisements du Tiris

. Avantages :

- utilisation des connaissances déjà acquises sur la géologie et la minéralurgie des Guelbs du Tiris,
- avantage technologique dû à la proximité du centre industriel de Zouérate,
- réserves importantes se chiffrant à près de 3 milliards de tonnes,
- pourcentage d'oxydes de fer récupérables élevé : 35 %,
- maille de libération relativement grossière : 150 à 200 microns, d'où un schéma de traitement "semblable" à celui du Rhein,
- souplesse d'utilisation probable permettant, en fonction de la conjoncture, de traiter sur la même installation aussi bien les minerais fins (pour

production de préconcentré) que les minerais grossiers proches (pour production de concentrés).

. Inconvénients :

- déclassement en pelletfeed de produits susceptibles d'être sintérisables avec l'évolution des techniques et donc du marché,
- développement excessif de Zouérate au détriment du reste de la Mauritanie entraînant des problèmes autrement plus aigus que tous ceux que nous avons pu rencontrer jusqu'à présent : il est, en particulier, difficile de prévoir aujourd'hui par quel moyen on pourrait ravitailler en eau une agglomération deux fois plus importante que l'actuel Zouérate,
- le traitement des minerais fins du Tiris comprendra inévitablement une partie en voie humide d'où transport coûteux d'un préconcentré à 55 % Fer sur plus de 650 km et création obligatoire d'une usine de retraitement à Nouadhibou avec tous les problèmes que cela peut poser, en particulier le stockage des tailings dans la presqu'île,
- enfin, comparés au Tasiast, les gisements du Tiris sont beaucoup plus dispersés, d'où des roulages plus importants (entre les Guelbs en exploitation et l'usine) qui seront certainement à réaliser par chemin de fer avec toute l'infrastructure supplémentaire que cela demandera.

b - 2 Production de pelletfeed à partir des gisements du Tasiast

. Avantages :

- aucune compromission de l'avenir, le pelletfeed étant un produit fatal du Tasiast dont les minerais trop fins n'autoriseront jamais la production d'un sinterfeed,
- réserves considérables se chiffrant à plus de 6 milliards de tonnes dont une partie facilement exploitable : la magnétite étant à faible profondeur, le taux de découverte sera très bas,
- situation géographique très favorable (200 km de Nouadhibou, 50 km de la voie ferrée NDB-ZTE, 70 km de la mer) permettant la création sur le site même d'une usine de traitement unique : l'eau nécessaire pouvant être pompée directement de la mer et le transport se faisant par chemin

...

de fer ou peut-être même par pipe si les progrès techniques le permettent à prix compétitif,

- avantage géopolitique : création d'un nouveau pôle de développement plus central par rapport au reste de la Mauritanie,
- possibilités quasi certaines de ravitaillement à long terme en eau douce à partir de la nappe du Tirsium (nappes de Boulanoir ou de Morsoba).

. Inconvénients :

- connaissances minéralurgiques du Tasiast très limitées,
- finesse extrême des grains de magnétite, d'où enrichissement probablement plus coûteux que les minerais du Tiris,
- faible teneur en oxydes de fer récupérables, de l'ordre de 20 %.

Après avoir passé en revue tous ces éléments et mesurant d'une part la hardiesse des problèmes de tous ordres que posera le triplement de l'activité du centre industriel de Zouérate, en particulier son ravitaillement en eau douce et d'autre part l'avantage à développer un nouveau pôle économique dans une zone particulièrement dépourvue, mais beaucoup plus proche de nos installations portuaires et plus proche du reste de la Mauritanie surtout avec la perspective de la construction de la route bitumée Nouadhibou-Nouakchott, la Direction Générale de la SNIM-sem a porté le choix sur le Tasiast pour la production de pelletfeed suivant le schéma de montée en production progressive que nous verrons dans le paragraphe ci-dessous.

I.3 - PROGRAMME POSSIBLE DE MONTEE EN PRODUCTION

Cette montée en production tient compte :

- des directives de la note DG 702,
- de la nécessité d'assurer, tant en quantité qu'en qualité, une production aussi régulière que possible,
- de l'obligation d'épuiser les minerais riches de la Kédia avant que la production des Guelbs ne sature les installations de la voie ferrée et du port,
- de la mise en production d'unités multiples de 3 MT/an par analogie avec le PG 11.

...

Elle est par ailleurs basée sur les hypothèses suivantes :

a - KEDIA

- . Possibilité de maintien du niveau de vente des siliceux aux alentours de 3 MT/an jusqu'en 1990,
- . Arrêt de la production des siliceux dès 1990 avec l'épuisement des minerais riches de la Kédia.

b - GUELBS

Mise en route progressive permettant de produire 15 MT/an de sinterfeed à partir de 1990 avec :

- . démarrage de la phase I des Guelbs au 1er juillet 1984 et régime de croisière (6 MT/an) atteint une année après la mise en route,
- . démarrage de la nouvelle phase II des Guelbs (9 MT/an) au premier janvier 1990 et régime de croisière atteint à partir du premier janvier 1991.

c - TASIAST

Mise en route progressive permettant d'atteindre en l'an 2000 un niveau de production de 15 MT/an de pellet-feed avec :

- . démarrage de la phase I du Tasiast (6 MT/an) au premier janvier 1995 avec régime de croisière atteint au premier janvier 1996,
- . démarrage de la phase II du Tasiast (9 MT/an) au premier janvier 2000 avec régime de croisière atteint au premier janvier 2001.

Le programme de montée en production proposé se présente donc comme suit :

...

	KEDIA (MT)			GUELBS (MT)	TASIAST (MT)	TOTAL (MT)
	Riche (R)	Siliceux (X)	Total (Σ)			
1982	6,3	2,7	9	-	-	9,0
1983	7,8	2,7	10,5	-	-	10,5
1984	7,45	2,7	10,15	0,75	-	10,9
1985	5,85	2,7	8,55	5,25	-	13,8
1986 à 1989 inclus	5,1	2,7	7,8	6,0	-	13,8
1990	1,5	2,7	4,2	10,5	-	14,7
1991 à 1994 inclus	-	-	-	15,0	-	15,0
1995	-	-	-	15,0	3,0	18,0
1996 à 1999 inclus	-	-	-	15,0	6,0	21,0
2000	-	-	-	15,0	10,5	25,5
2001 à 2019 inclus	-	-	-	15,0	15,0	30,0
TOTAL	49,3	24,3	73,6	475,5	322,5	871,6

Le programme de vente correspondant exprimé en MT est le suivant :

	KEDIA			GUELBS	TASIAST	TOTAL
	R	X	Σ			
1982	6,0	3,0	9,0	-	-	9,0
1983	7,3	3,2	10,5	-	-	10,5
1984	6,95	3,2	10,15	0,35	-	10,5
1985	5,35	3,2	8,55	5,25	-	13,8
1986 à 1989 inclus	4,6	3,2	7,8	6,0	-	13,8
1990	1,0	3,2	4,2	10,0	-	14,2
1991 à 1994 inclus	-	-	-	15,0	-	15,0
1995	-	-	-	15,0	2,6	17,6
1996 à 1999 inclus	-	-	-	15,0	6,0	21,0
2000	-	-	-	15,0	10,0	25,0
2001 à 2019 inclus	-	-	-	15,0	15,0	30,0
TOTAL	45	28,8	73,8	474,5	321,6	869,9

FIG:2 MONTÉE EN PRODUCTION ET RESERVES CORRESPONDANTES

SCHEMA N° 3

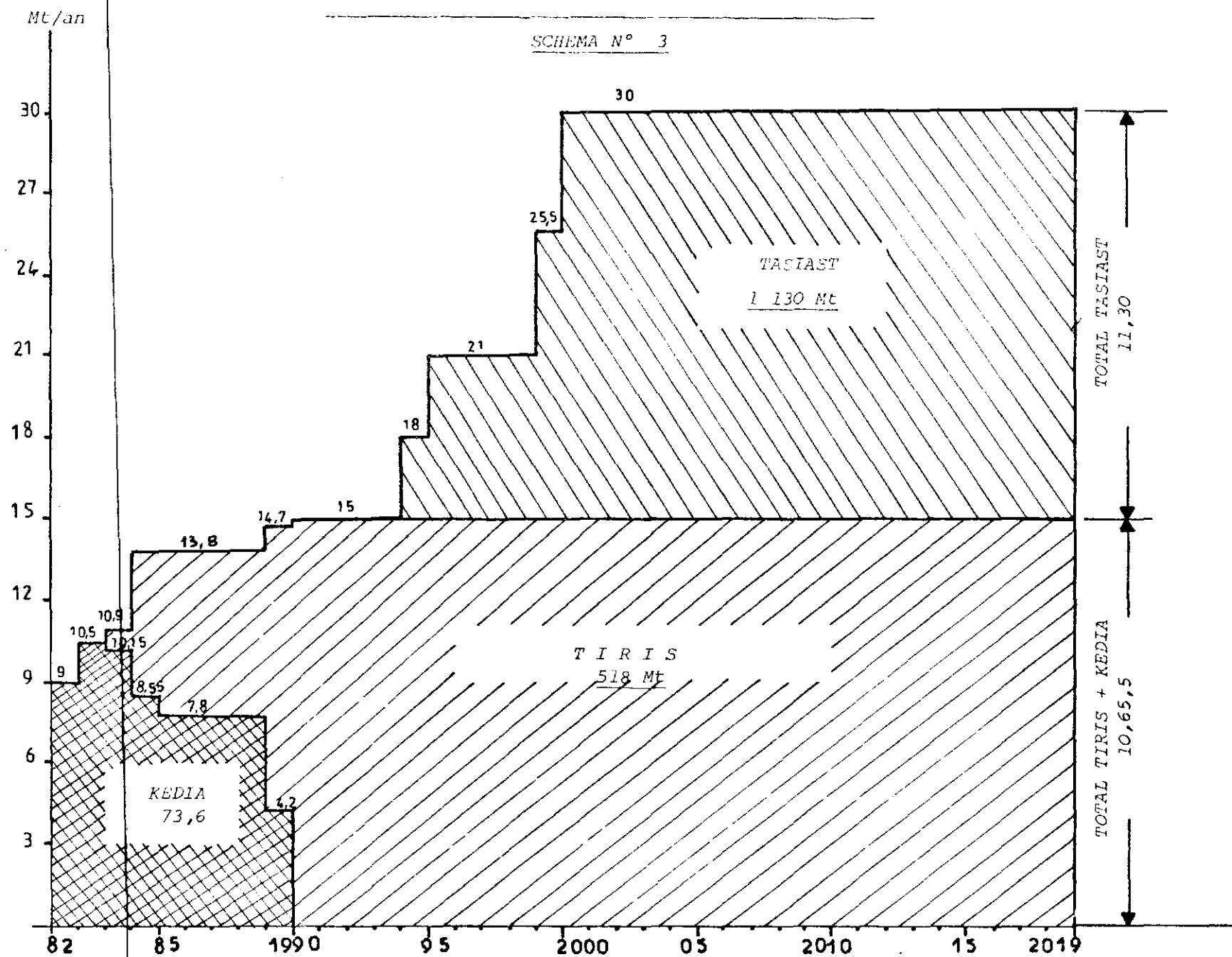
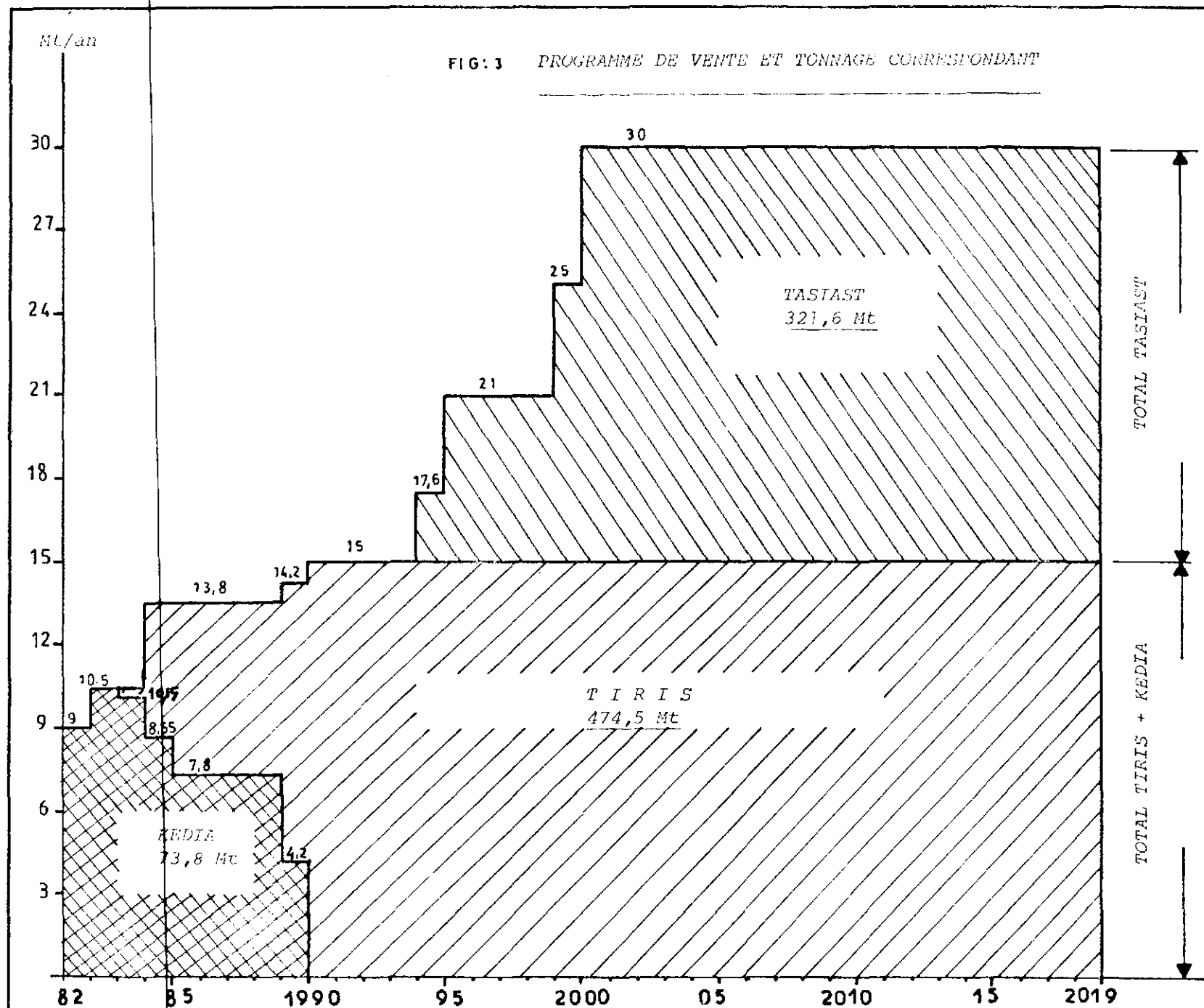


FIG:3 PROGRAMME DE VENTE ET TONNAGE CORRESPONDANT



Les écarts entre ce tableau et le précédent proviennent :

- . du report d'une partie du minerai riche de la Kédia sur le minerai siliceux afin d'améliorer la teneur de ce dernier,
- . de la constitution inévitable de stocks morts de 400 à 500 000 t aussi bien pour le Tiris que pour le Tasiast avec le démarrage de chaque phase.

La courbe de la fig. 2 représente l'évolution de la production de la SNIM de 1982 à 2019 et celle de la fig. 3 représente son programme de vente durant cette même période.

I.4 RESERVES NECESSAIRES POUR LE PROGRAMME DE DEVELOPPEMENT

a - KEDIA

Les prévisions de vente des siliceux sont de 3,2 MT/an, mais une partie de ces siliceux est vendue à une teneur en fer supérieure à celle de la moyenne des minerais siliceux de la Kédia.

On est ainsi amené à mélanger du riche au siliceux produit par la Kédia, si bien que la production de celui-ci sera de 2,7 MT/an pour des ventes de 3,2 MT.

Les ventes de la Kédia, à partir de 1982 jusqu'à son extinction, demanderont par suite 24,3 MT de minerai siliceux et 49,3 MT de minerai riche.

Les réserves au 1er janvier 1982 sont :

	Ex-fronts		En verse		TOTAL	
	Riche	Siliceux	Riche	Siliceux	Riche	Siliceux
TAZADIT 1	10,1	1,5	0,1	2,3	10,2	3,8
" 5	2,4	1,1	-	8,4	2,4	9,5
" 6	17,1	4,8	-	0,1	17,1	4,9
ROUESSA	1,9	1,4	0,3	7,3	8,9	8,7
SEYALA	6,2	0,8	-	-	6,2	0,8
AZOUAZIL	10,0	4,3	0,7	0,2	10,7	4,5
F'DERIK	0,4	0,3	-	-	0,4	0,3
TOTAL	48,1	14,2	1,1	18,3	49,3	33,0

Le programme de développement épuise bien les réserves de riche de la Kédia, mais non celles des siliceux d'autant plus qu'il serait possible d'extraire quelques millions de tonnes supplémentaires en

allant chercher du siliceux en dehors des fosses d'exploitation du minerai riche. Cependant, ce siliceux est de rentabilité douteuse, comme d'ailleurs celui d'~~Azouazil et de Soyala~~ et pourra donc sans grand regret être laissé à des temps meilleurs.

b - GUELBS DU TIRIS

On peut envisager deux schémas pour la production jusqu'en 2019 inclus de 15 MT/an de concentrés sinterfeed à partir du TIRIS seul :

a - schéma n° 1 (voir planning page suivante)

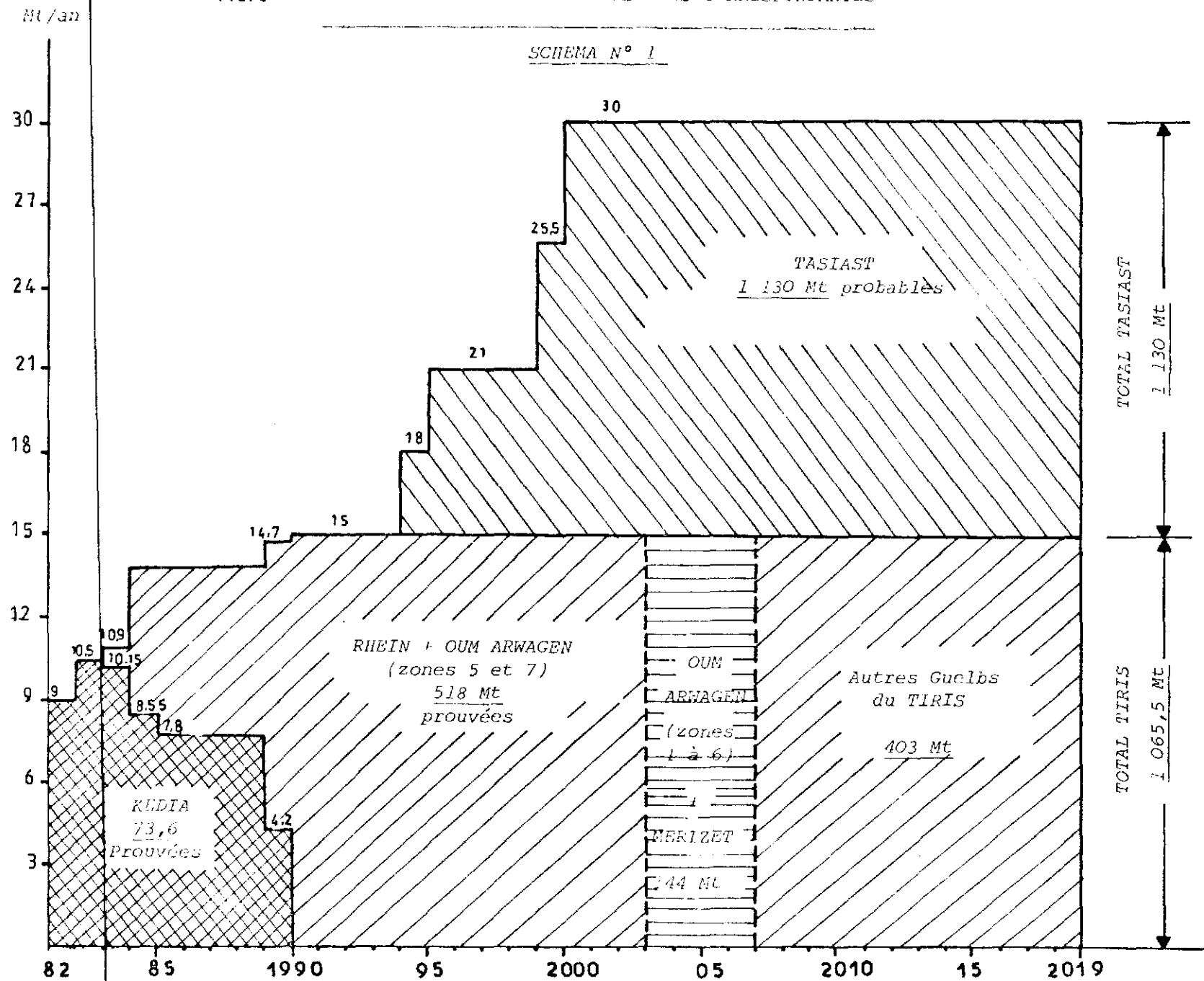
On commence par épuiser les réserves "type Rhein" (518 MT) en les traitant dans 5 broyeurs ARO situés au Rhein et suivant le flow-sheet adopté pour PG 11. Ensuite, vers 2003, on traite sur les 5 broyeurs, des minerais, sans doute plus fins, provenant d'abord d'autres Guelbs de l'Est, puis du reste du TIRIS (W ou N). Ceci pouvant être fait :

- . soit sur le site du Rhein, après modification des installations pour traitement de minerais supposés plus fins,
- . soit dans un nouvel ensemble à construire.

Dans l'optique de ce schéma, le programme serait le suivant :

	MT de concentré	Coef.	MT de TV
<u>MINERAIS TYPE RHEIN :</u>			
. de 1984 à 1989 inclus (<u>4</u> broyeurs)	30,0	2,2	66,0
. 1990 (5 broyeurs)	10,5	2,2	23,1
. de 1991 à 2003 inclus (<u>5</u> broyeurs)	195,00	2,2	429,0
TOTAL.....	235,5		518,1
<u>OUM ARWAGEN (zones 1, 2, 3, 4, 6)</u> <u>+ MERIZET :</u>			
. de 2004 à 2007 inclus (<u>5</u> broyeurs)	60,0	2,4	144,0
<u>AUTRES GUELBS :</u>			
. de 2008 à 2019 inclus (<u>5</u> broyeurs)	180,00	2,24	403,2
TOTAL.....	475,5	2,24	1 065,3

FIG. 4 MONTÉE EN PRODUCTION ET RESERVES CORRESPONDANTES



b - schéma n° 2 (voir planning page suivante)

Dès 1990, on démarre un 5ème broyeur que l'on affecte spécialement aux minerais autres que ceux du "type Rhein" que l'on admet plus fins. Ce 5ème broyeur est implanté dans l'usine du Rhein.

	MT de concentré	Coef.	MT de TV
<u>MINERAIS TYPE RHEIN :</u>			
. de 1984 à 1989 inclus (<u>4</u> broyeurs)	30,0	2,2	66,0
. de 1990 à 2019 inclus (<u>4</u> broyeurs)	357,0	2,2	785,4
TOTAL.....	387,0		851,4
<u>AUTRES MINERAIS :</u>			
. 1990 (<u>1</u> broyeur)	1,5	2,2	3,3
. de 1991 à 2019 inclus (<u>1</u> broyeur)	87,0	2,4	208,80
TOTAL.....	88,5		212
<u>TOTAL.....</u>	<u>475,5</u>	2,24	<u>1 065,4</u>

Le schéma n° 2 exige des réserves importantes en minerais du "type Rhein". Il semble qu'elles soient disponibles et réparties ci-dessous :

b.1 Minerai grossier à maille de libération moyenne supérieure à 400 microns

- Réserves prouvées :

. Rhein	}	492 MT
. Oum Arwagan zones 5 et 7		
. Eboulis		

- Réserves probables :

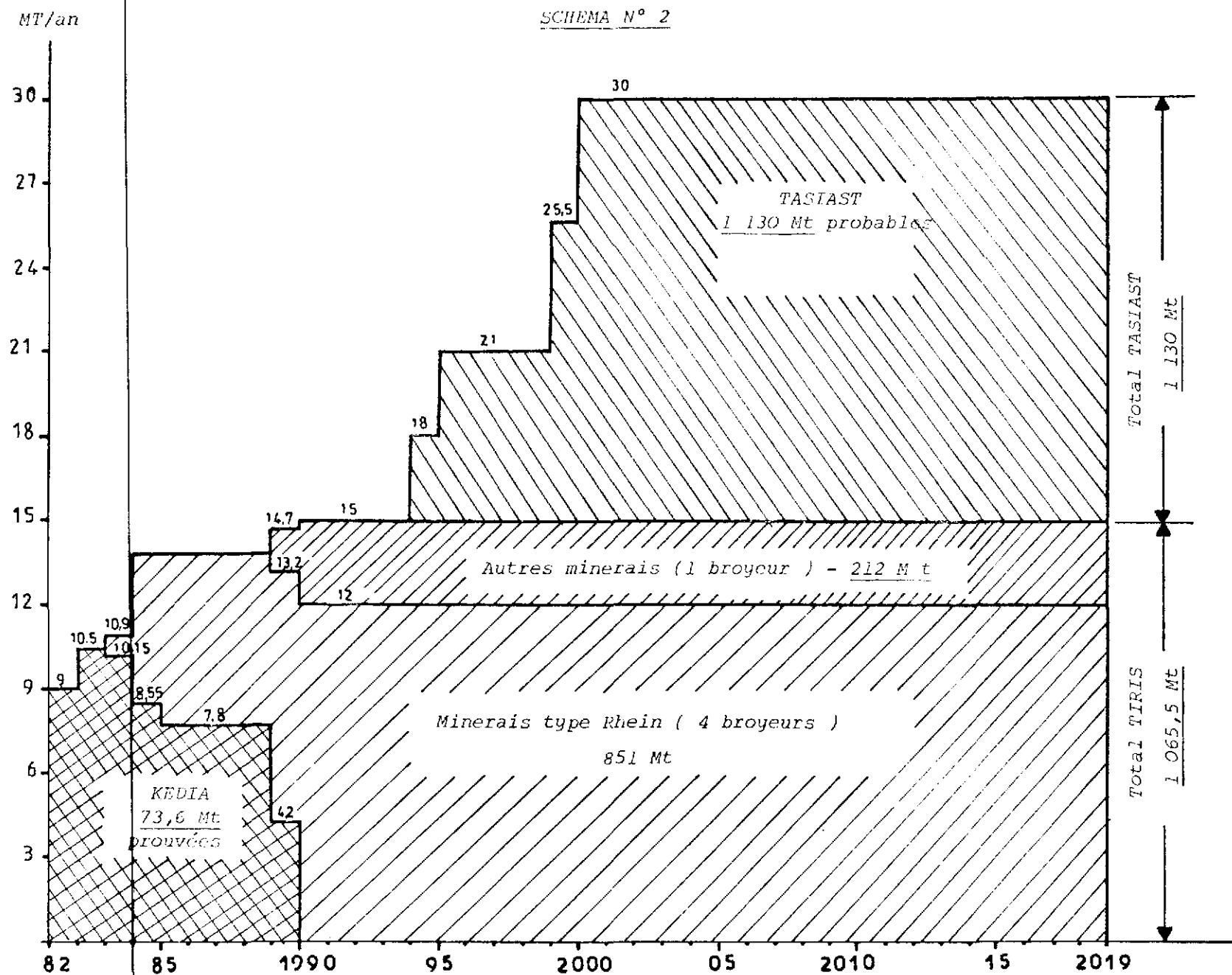
. Rhein	}	88 MT
. Oum Arwagan zones 5 et 7		

- Autres réserves probables :

. Nord (grossier)	109 MT
. West (grossier)	152 MT
TOTAL.....	841 MT

...

FIG:5 MONTEE EN PRODUCTION ET RESERVES CORRESPONDANTES



b.2 Minerai moyennement grossier à maille de libération entre 300 et 400 microns

A ces réserves de minerai grossier, il faut ajouter 476 MT de réserves probables en minerai moyennement grossier à maille de libération comprise entre 300 et 400 microns et réparties comme suit :

. Guelbs de l'Est.....	145 MT
. Guelbs de l'Ouest.....	174 MT
. Guelbs du Nord.....	157 MT

soit un total général de 1 317 MT probablement traitables suivant les schémas du Rhein.

b.3 Critique des deux schémas proposés :

* Le schéma n° 2 exige, au total, un investissement inférieur à celui du schéma n° 1, car on n'équipe qu'une seule ligne au lieu de cinq pour le traitement d'éventuels minerais fins.

Par contre, sur le plan du prix de revient, le schéma n° 1 serait plus favorable car demandant moins de transport de TV.

* Le schéma n° 2 permet de mélanger concentrés fins et concentrés grossiers (type PG 11), ce qui permet :

- . de faciliter les stockages Rhein et Nouadhibou : produit moyen non pulvérulent,
- . de vendre pendant 30 ans environ un concentré de granulométrie relativement grossière et, surtout, constante dans le temps.

* Le schéma n° 2 exige que l'on reconnaisse et que l'on équipe les gisements retenus plus rapidement. Ceci entraîne une charge de développement momentanément plus élevée que celle envisageable avec le schéma n° 1.

* Autre inconvénient du schéma n° 2 : on recherche un financement pour la ligne n° 5 sans pouvoir, à priori, remettre un dossier technique solide dans le cas où les recherches ne sont exécutées que tardivement.

Les membres de la commission, très sensibles à

...

l'argument commercial, ont retenu le schéma n° 2 comme schéma de base, mais n'excluent pas du tout l'hypothèse de démarrer avec le schéma n° 1 pour "switcher" ensuite sur le schéma n° 2 dès que cela est possible. Ceci permettrait :

- . de calmer les inquiétudes éventuelles des banquiers,
- . d'étaler, dans le temps, les travaux de développement.

c - TASIAST

Dans tous les cas, la production de 15 MT/an de concentrés (pelletfeed) à partir du TASIAST est à prévoir comme suit :

	TOTAL CONCENTRES (MT)	TOTAL TV (MT) (coef. 3,5)
1995 à 1999 inclus	27	94,5
de 2000 à 2019 inclus	295,5	1 034,25
TOTAL....	322,5	1 128,75

Bien sûr, des travaux de recherches importants sont nécessaires pour prouver ces réserves, mais il n'y a aucune inquiétude à se faire, le potentiel du TASIAST approchant les 6 milliards de tonnes.

*

*

*

La suite de ce rapport sera réservée aux opérations de développement nécessaires à la bonne exécution de ce projet et nous verrons séparément les deux groupes de gisement :

- . TIRIS,
- . TASIAST.

...

2.1 - APERCU GELOGIQUE ET MINERALURGIQUE - QUALITE DES CONCENTRES

Les formations ferrifères du Tiris sont géologiquement connues depuis le début du siècle, mais n'ont fait l'objet de travaux de recherches suivis qu'après la fin de la deuxième guerre mondiale.

Dans un premier temps, les recherches se sont localisées sur les gisements de minerais riches de la Kédia d'Idjill et ont abouti à leur mise en exploitation à partir des années 60.

C'est à cette même époque que l'on a commencé à s'intéresser sérieusement aux Guelbs à quartzites à magnétite du Tiris. Cependant, il faut ajouter que l'on recherchait encore d'éventuels gisements de minerais riches.

Ces dernières recherches ayant été négatives, la Société MIFERMA décidait à partir de 1965 de commencer les recherches en vue de la valorisation des minerais pauvres, c'est-à-dire des quartzites à magnétite des Guelbs.

Plusieurs phases se sont succédées :

- phase de recherches préliminaires : de 1965 à juin 70

Une recherche géologique et minéralogique à l'échelle régionale a été conduite de façon à choisir le meilleur gisement à développer en premier. Cette phase préliminaire a ainsi abouti au choix du groupe des Guelbs de l'Est : EL RHEIN, OUM ARWAGEN et MHERIZET.

- phase de recherches détaillées : de 1971 à fin 1975

Cette phase a comporté les travaux principaux suivants :

- . sondages systématiques suivant une maille carrée 200 x 200 m,
- . échantillonnage par carrières et galeries,
- . définition des principales qualités de minerais en laboratoire,
- . mise au point d'un flow-sheet d'enrichissement adapté à chaque qualité de minerai en usine pilote.

Ces travaux ont été concentrés sur le quelb EL RHEIN qui représente le gisement le plus important, tant du point de vue des réserves que des qualités de minerais et qui sera ouvert en premier.

...

- phase industrielle de 1976 à aujourd'hui

Cette phase a consisté essentiellement en :

- . établissement d'un rapport de faisabilité permettant de rechercher et de trouver un financement international,
- . début des travaux de construction de l'usine I des Guelbs (6 MT/an) qui devra entrer en production au 1er juillet 1984.

On trouvera en annexe 3 un aperçu géologique et minéralurgique du TIRIS.

Les tableaux 1 à 3 regroupent les principaux résultats :

- tableau 1 : réserves probables de minerais grossiers et moyennement grossiers avec état par quelb et par groupe de quelbs,
- tableau 2 : idem, mais pour les minerais fins,
- tableau 3 : bilan global des réserves probables du Tiris.

TABLEAU 1

GUELBS DU TIRIS : RESERVES PROBABLES DE MINERAIS "GROSSIERS"

GUELB	Réserves en MT (1)		Réserves en MT (2)		Total Réserves en MT	
	Tonnage (T)	Maille libér. (C)	Tonnage (T)	Maille libér. (C)	Tonnage (T)	Maille libér. (C)
EL RHEIN	400	450	-	-	400	450
OUM ARWAGEN 5 & 7	180	435	-	-	180	435
OUM ARWAGEN 1 à 6	-	-	85	290	85	290
MHERIZET	-	-	60	260	60	260
TOTAL EST	580	445	145	280	725	410
Chafnon Atomai	-	-	60	365	60	365
Bou Derga	41	545	21	380	62	490
Tintekrat El Beida	39	545	7	360	46	520
El Aouj.	72	470	86	330	158	390
TOTAL OUEST	152	510	174	350	326	420
Kédia Leghnem	37	510	93	350	130	395
Tizerhaf El Beida	45	465	15	330	60	430
Agareb	27	500	49	350	76	400
TOTAL NORD	109	490	157	350	266	400
TOTAL GENERAL	841	460	476	330	1 317	410

(1) Les réserves correspondent à des minerais donnant des concentrés "sinter-feed" grossiers, semblables à ceux qui proviendront des minerais du Rhein.

(2) Les réserves correspondent à des minerais moins grossiers que ceux du Rhein (maille de libération moyenne égale à 330 microns), mais pouvant être enrichis à sec suivant le schéma de traitement actuel. Ils donneront des concentrés "sinter-feed" un peu plus fins.

TABLEAU 2GUELBS DU TIRIS : RESERVES PROBABLES DE MINERAIS "FINS"(Mailles de libération comprises entre 200 et 300 microns)

GUELBS	Réserves en MT	
	T	C
Tintekrat El Beida	76	250
Bou Derga	49	225
El Aouj	90	220
Total Ouest	215	230
Kédia Leghnem	67	250
Tizerhaf El Beida	60	250
Tebaa Tizerhef	36	210
Agareb	117	240
El D'Dacq	19	230
Total Nord	299	240
TOTAL GENERAL	514	235

Il est intéressant de faire le bilan global des mailles de libération moyennes de tous les Guelbs du Tiris, et c'est ce que nous avons essayé de faire au tableau 3.

TABLEAU 3

GUELBS DU TIRIS - BILAN GLOBAL

GUELBS	Minerais "gros-siers"		Minerais "fins"		Minerais "très fins"		TOTAL	
	T	C	T	C	T	C	T	C
Groupe de l'est	725	410	-	-	-	-	725	410
Groupe de l'ouest	326	420	215	230	1 169	155	1 710	215
Groupe du nord	266	400	299	240	885	130	1 450	200
	1 317	410	514	235	2 054	145	3 885	245

Les minerais du Tiris sont donc en moyenne relativement grossiers et si on les compare à ceux du Tasiast, leur maille de libération est nettement plus grossière (par comparaison, on peut dire que pour avoir des concentrés à 65 % Fe dans le Tasiast, il faudrait broyer vers 100 microns).

...

Pour ce qui est de la qualité des concentrés, le projet Guelb 1 prévoit l'enrichissement de quartzites ferrugineux particulièrement grossiers, présents en grande majorité dans le Guelb EL RHEIN et dans les zones 5 et 7 du Guelb OUM ARWAGEN.

Deux flow-sheets principaux de traitement ont été mis au point de façon à pouvoir traiter à sec séparément les minerais oxydés et les minerais magnétiques.

a - les minerais oxydés donneront des concentrés appelés GFM dont les caractéristiques principales peuvent être ainsi résumées :

. granulométrie : 0-1 600 microns
d50 : 300 microns

. analyse chimique moyenne :

Fe : 65,0 %, \pm 0,5 %
Fe⁺⁺ : 6,0 %, \pm 2,0 %
SiO₂ : 6,5 %, \pm 0,7 %
p : 0,020 %

Ces concentrés, faiblement magnétiques, sont de bons produits pour les chaînes d'agglomération et peuvent donc être vendus comme "sinter-feed".

b - les minerais magnétiques donneront des concentrés, appelés GMAB, dont les caractéristiques principales peuvent être ainsi résumées :

. granulométrie : 0-1 600 microns
d50 : 280 microns

. analyse chimique moyenne :

Fe : 65,7 %, \pm 0,5 %
Fe⁺⁺ : 18,0 %, \pm 2,0 %
SiO₂ : 7,4 %, \pm 0,7 %
p : 0,020 %

Ces concentrés magnétiques sont également de bons produits pour les chaînes d'agglomération et devraient même obtenir une plus-value de par leur caractère magnétique, donc donnant lieu à des réactions exothermiques (même si ce phénomène n'est pas encore bien contrôlé au niveau de la chaîne d'agglomération et est donc de ce fait contesté par certains métallurgistes).

...

2.2 - ASPECTS ECONOMIQUES

2.2.1 Coût d'investissement

Le coût d'investissement donné dans le tableau joint est exprimé en dollar US constant base janvier 1982 (1 US \$: 5,80 FF : 2,30 DM). Il ne tient pas compte des intérêts durant la construction ni de l'augmentation du fond de roulement.

Ce coût d'investissement, comme le coût de la première phase, ne tient compte que des besoins des trois ou quatre années de mise en place de la 2ème phase. Les besoins ultérieurs, comme ceux concernant par exemple les pelles ou les dumpers sont supposés être financés par ailleurs, par similitude avec le PG 11 actuel.

Cette phase comporte la construction d'un nouveau quai minéralier situé à proximité et au sud du quai existant (un poste à quai - 8 000 t/h nominal). L'ouvrage maritime est conçu pour permettre l'accès des bateaux de 180 000 TDW., mais les dragages de cette phase sont limités à la réception des bateaux de 140 000 TDW. Les dragages complémentaires seront faits lors de la réalisation du projet TASIAST.

Lorsque la 2ème phase du projet Guelbs sera terminée l'usine Rhein comprendra (cf schéma ci-joint) :

- . deux lignes pouvant traiter du minerai magnétique ou oxydé (A et B),
- . deux lignes pouvant traiter du minerai magnétique (D et E),
- . une ligne pouvant traiter du minerai fin magnétique ou oxydé (ligne F).

La séparation magnétique C et la séparation magnétique G sont associées respectivement aux lignes A et B d'une part et à la ligne F d'autre part (voir dessin joint). Les schémas de traitement restent les mêmes que ceux adoptés pour la première phase du projet.

La capacité de cette usine est de 15 MT/an de sinter-feed dont 6 MT.an provenaient de la phase I des Guelbs.

Le coût total de la phase II des Guelbs (9 MT/an) ressort à 550 000 000 US \$, soit 61,11 \$/t contre 63,3 \$/t pour la phase I.

...

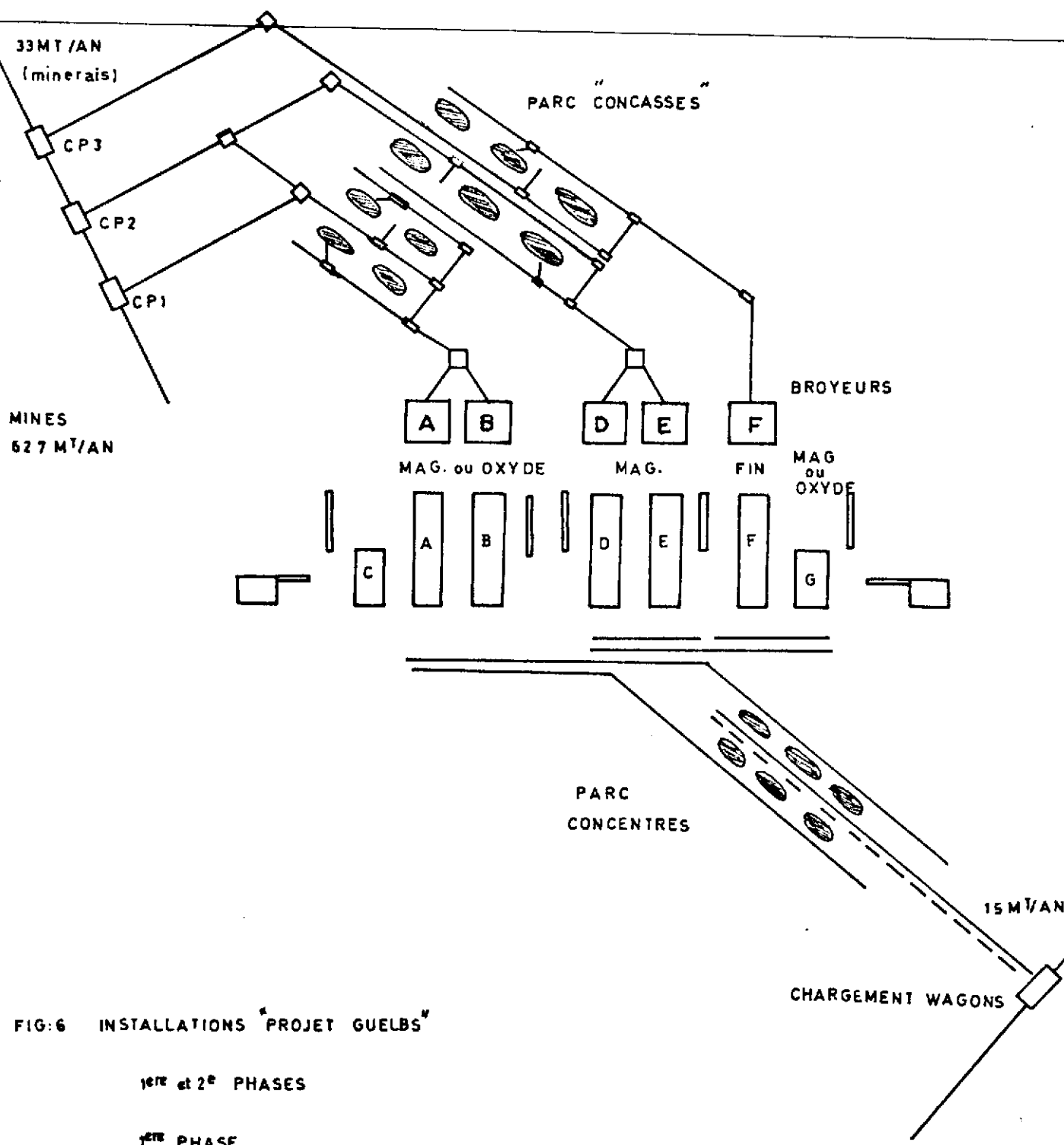


FIG:6 INSTALLATIONS "PROJET GUELBS"

1^{ère} et 2^e PHASES

3^e PHASE

PROJET GUELBS

2ème phase

6 à 15 Mt/an

En K US \$ constant (base Janvier 82)

1 US \$ = 5,80 FF = 2,30 DM

DESIGNATIONS	FOB		Frêt et assurance	Supervision ou travaux part étrangère	Total part étrangère	Approche RIM ou part locale	Total	Remarques (sur PC 4260)
	Equipement	Pièces de rechange						
1) Equipement usine	78 685	6 970	5 161	5 515	96 331	1 927	98 258	(1,25)
2) Equipement minier	66 183	4 450	4 810	680	76 123	1 522	77 645	(1,49)
3) Equipement Port	14 433	866	1 155	44 574	61 038	11 472	72 500	(6,83)
4) Chemin de fer	25 741	1 287	2 162	-	29 190	584	29 774	(0,79)
5) Centrale électrique	23 128	755	378	-	24 261	485	24 746	(1,13)
6) Equipement électrique général	26 074	1 242	2 173	854	30 343	607	30 950	(1,15)
7) Equipement mécanique divers	800	-	44	-	844	17	861	(1,49)
8) Charpentes	22 456	361	2 406	1 203	26 426	529	26 955	(1,24)
9) Logements, mobilier et VRD	1 438	-	107	14 021	15 566	2 928	18 494	(1,10)
10) Equipements bâtiments industriels	3 671	177	211	412	4 471	317	4 788	(0,66)
11) Eau, lignes, hydrocarbures	2 699	19	287	1 280	4 285	1 703	5 988	(0,51)
12) Ingénieries	528	-	53	25 356	25 937	3 996	29 933	(0,65)
13) Terrassement et génie-civil	-	-	-	30 879	30 879	7 720	38 599	(0,357)
14) Montage charpentes et mécaniques	-	-	-	19 511	19 511	8 361	27 872	(0,67)
15) Montage électrique	-	-	-	9 288	9 288	3 980	13 268	(1,125)
16) Travaux faits en régie	-	-	-	-	-	26 700	26 700	(1,84)
17) Travaux préliminaires divers	-	-	-	-	-	1 000	1 000	(0,47)
18) Formation professionnelle	-	-	-	-	-	8 700	8 700	(1,00)
	265 836	16 127	18 947	153 573	454 483	82 546	537 031	(1,18)

/ TOTAL ARRONDI A 550 000 K US \$ /

Projet Guelbs		Investissement	
1ère Ø	6 Mt/an	400 M \$ (66,66 \$ par tonne	} en \$ à 5,80 FF
2ème Ø	9 Mt/an	590 M \$ (61,11 \$ par tonne	
Total	15 Mt/an	950 M \$ (63,33 \$ par tonne	

2.2.2 Prix de revient

Le projet de mise en valeur des quartzites à magné-
~~tite du Tiris à hauteur de 15 MT/an de concentré~~
comporte au moins les deux phases successives sui-
vantes :

- . la phase actuellement en cours de réalisation :
elle consiste à produire 6 MT/an de sinter-feed
à partir des minerais du Rhein de 1984 à 1989 en-
viron. L'enrichissement est effectué suivant le
flow-sheet "TSR" (Tout à Sec au Rhein),
- . la phase suivante comporte le passage de 6 à
15 MT/an de concentrés commercialisés en sinter-
feed. Les minerais proviennent non seulement du
Rhein, mais aussi de l'Oum Arwagén, du Merizet,
ainsi que de certains secteurs d'autres Guelbs
renfermant des minerais à texture grossière (chaï-
non Atomaï, Aouj, etc...).

Sera-t-il possible de trouver dans l'ensemble des
Guelbs de la région de Zouérate assez de réserves
de minerai à texture suffisamment grossière pour
pouvoir être :

- . enrichi suivant le flow-sheet Rhein,
- . et commercialisé en sinter-feed,
- . et pour servir de base à un projet devant durer
jusqu'en 2020 ?

A l'heure actuelle, il n'est pas possible d'appor-
ter une réponse définitive à cette question. Cepen-
dant, la majorité des membres du "groupe 30 MT" es-
time que oui.* Aussi, avons-nous tenté d'estimer de
façon évidemment très approchée un ordre de grandeur
du prix de revient à la tonne de concentré produit
pendant les deux phases indiquées plus haut sans a-
mortissement ni frais généraux. Les bases de ces es-
timations figurent à la page 38. L'unité monétaire
est le UM, base début 1982.

...

* Dans le cas contraire, il faudrait recourir à un complément de réserves de minerai à grain de grosseur moyenne qui devait subir une pré-concentration à sec, suivie d'une finition dans l'eau. Le concentré final pourrait ne pas être commercialisé en sinter-feed, mais en pellet-feed (??)

Pour les besoins de la présente étude, nous avons fait l'hypothèse, aujourd'hui passablement arbitraire, que tous les minerais du Tiris seront traités dans l'usine du RHEIN.

Nous avons par ailleurs sur indications du Directeur des Opérations et du Directeur financier considéré :

- 40 % de charges fixes dans les prix de revient techniques (mine + chemin de fer + port), hypothèse que la Banque Mondiale aurait également retenue pour les projections financières de son rapport de 1979,
- 100 % de charges fixes pour les frais généraux de Zouérate et de Nouadhibou.

En contrepartie, nous avons dans la plupart des cas reconduit sur les Guelbs et pour les opérations similaires, les coûts de production unitaires de la Kédia sans faire jouer en faveur des Guelbs l'effet de masse et l'utilisation d'engins neufs et de plus grande capacité nominale.

De l'extrait ci-dessous du prix de revient cumulé à fin décembre 1981 (édition du 25 janvier 1982) :

	TOTAL (10^3 UM)	PR/T (UM)	TONNAGE (10^3)
Mine.....	1 824 095	216,38	8 430
Chemin de fer.....	1 582 574	184,49	8 579
Port.....	426 028	48,80	8 730
Total PR technique	3 832 697	449,67	8 524
Frais généraux Zte + NDB.....	1 101 953	128,45	8 579
Total prix de revient hors amortissement et FG-DG.....	4 934 650	578,12	8 535

et en prenant une inflation de 6 % pour nous ramener au 1er janvier 1982, la part fixe serait en UM/t :

	Prix de revient technique	Frais généraux ZTE + NDB
13,8 MT/an :	$3\,832\,697 \times 0,4 \times \frac{1,06}{13,8} = 117,8$	$1\,101\,953 \times \frac{1,06}{13,8} = 84,7$
15 MT/an :	$3\,832\,697 \times 0,4 \times \frac{1,06}{15} = 108,3$	$1\,101\,953 \times \frac{1,06}{15} = 77,9$

Phase I des Guelbs (7,8 MT KEDIA + 6 MT RHEIN)

Part fixe :

. frais généraux ZTE et NDB.....	84,7 UM/T
. prix de revient technique.....	117,8 UM/T

Part variable :

. mine :

$\frac{0,6 \times 1,06}{13,8} (7,8 \times 216,38 + 6 \times 60,7 \times 1,9 \times 1/0,45)$	148,6 UM/T
---	------------

. enrichissement :

6 x 270 x 1/13,8.....	117,4 UM/T
-----------------------	------------

. transport ferroviaire :

184,5 x 1,06 x 0,6.....	117,6 UM/T
-------------------------	------------

. embarquement NDB :

$\frac{0,6 \times 1,06}{13,8} (7,8 \times 48,8 + 6 \times 38,8)$	28,3 UM/T
--	-----------

TOTAL..... 614,4 UM/T

Phase II des Guelbs (TV provenant au moins en partie d'un Guelb autre que le Rhein)

Part fixe :

. frais généraux ZTE et NDB.....	77,9 UM/T
. prix de revient technique.....	108,3 UM/T

Part variable :

. mine :

$\frac{0,6 \times 1,06}{15} \times 60,7 (6 \times 1,9 \times 1/0,45 + 9 \times 2 \times 1/0,42)$	175,5 UM/T
--	------------

. transport TV à usine :

$\frac{15}{0,42} \times \frac{9}{15}$	21,4 UM/T
---	-----------

. enrichissement :

$270 (0,2 \times \frac{6}{15} + 0,8)$	237,6 UM/T
---	------------

. embarquement NDB :

0,6 x 1,06 x (48,8 - 10).....	24,7 UM/T
-------------------------------	-----------

TOTAL..... 645,4 UM/T

Ces coûts de production n'incluent ni les amortissements, ni les frais généraux de la Direction Générale.

Les bases de calcul du prix de revient très approché du concentré Tiris, sans amortissement ni frais généraux (UM valeur début 1982) sont les suivantes :

	Phase 1	Phase 2
<u>Mine</u>		
. prix de revient tonne minerais KEDIA (base mi 81) et y compris manutentions	216,38	-
. coût d'extraction de la tonne terrassée (1) UM/T (base mi 81)	60,7	60,7
. taux de découverte (2)	0,9	1,0
. coût du transport du TV à l'usine Rhein (UM/TV) (3)	-	15
<u>Traitement usine Rhein</u>		
. rendement poids (4)	0,45	0,42
. coût à la tonne de concentré (UM/T conc.) (5) (base 82)	270	270
<u>Transport à Nouadhibou</u>		
. coût à la tonne transportée (UM/T conc.) (6) (base mi 81)	184,5	184,5
<u>Embarquement</u>		
. coût à la tonne embarquée (UM/T conc.) (7) (base mi 81)	38,8	38,8

(1) Les coûts moyens de terrassement dans la Kédia pour l'année 1981 ont été :

. TAZADIT - minerais.....	73,7 UM/T
stérile.....	45,7 UM/T
. ROUESSA - minerais.....	77,0 UM/T
stérile.....	58,2 UM/T
. AZOUAZIL - minerais.....	100,3 UM/T (ce prix est grévé par un roulage anormalement long)
stérile.....	44,4 UM/T

...

. F'DERIK - minerais.....	55,7 UM/T
stérile.....	40,1 UM/T

Ces chiffres suggèrent qu'un coût de 60,7 UM/T, base mi 1981, paraît raisonnable.

- (2) On a légèrement majoré le taux de la phase 2 par rapport à celui de la phase I pour tenir compte de la présence, dans la découverte, de minerais intraitables suivant le flow-sheet RHEIN. Les 6 MT de la phase 1 restent à 0,9 au cours de la 2ème phase.
- (3) En 1976, ce coût était estimé à \$ 0,14/T de TV (rapport Bleu).
- (4) Le rendement poids pour la phase 1 est celui du Rapport Bleu. En ce qui concerne la phase II, l'estimation de 0,42 a été indiquée par M. de MAISTRE à la réunion du 15 février 1982 et acceptée par les participants. On a conservé les 6 MT de la phase I à 0,45 au cours de la 2ème phase.
- (5) Le coût de traitement de la phase I a été estimé par M. ABDEL FETTAH (DTX 1267/81 de juin 1981) à 250 UM/T de concentré. Ceci correspond à 270 UM/T de concentré, base début 1982.

En ce qui concerne la phase II, nous avons conservé ce même prix de revient à la tonne bien que :

- . le rapport des rendements poids $\frac{45}{42}$ soit 7% et qu'on puisse être amené à broyer plus fin,
- . l'expérience acquise lors de la phase I et l'économie d'échelle doivent fournir la compensation.

- (6) Le prix moyen transport ferroviaire de ZOUEATE à NOUADHIBOU a été de 184,5 UM/T pour l'année 1981, sur la base d'un tonnage annuel de 8,4 MT.
- (7) Le prix moyen de la tonne embarquée à NOUADHIBOU a été de 48,8 UM/T pour l'année 1981, sur la base d'un tonnage annuel de 8,7 MT/an. Les concentrés quelb's ne devant subir aucun traitement à NOUADHIBOU, le prix d'embarquement de la tonne de concentré sera $48,8 - 10 = 38,8$ tandis que les 7,8 MT de la Kédia pendant la phase I restent à 48,8.

...

2.3 - PLAN DE DEVELOPPEMENT ET DE REALISATION

2.3.1 Objectif

Le plan de développement proposé ci-après a pour but d'estimer études, recherches et travaux à réaliser pour établir un rapport de faisabilité correspondant à la mise en place des installations permettant à SNIM :

- . de porter la capacité de production de la deuxième phase du PG 11 de 6 à 9 MT/an de concentrés sinter-feed,
- . d'assurer, dès 1990, à partir des Guelbs du Tiris, une capacité de production annuelle de 15 MT de concentrés,
- . de maintenir cette production de 15 MT/an jusqu'en 2019 inclus.

2.3.2 Actions de développement

Pour atteindre cet objectif, il faut envisager :

a - Recherches géologiques :

Compte-tenu des impératifs de montée en production, il faut, pour respecter le contrat, prouver, dans le Tiris, 1 065 MT de réserves de minerais aussi proches que possible de ceux sur lequel est basé le PG 11 actuel, c'est-à-dire :

- . oxydes de fer à cristallisation aussi grossière que possible,
- . degré de magnétisme élevé.

Les recherches effectuées dans le cadre du PG 11 ont conduit, sur EL RHEIN et OUM ARWAGEN zones 5 et 7, aux estimations suivantes :

- . réserves prouvées : 492 MT,
- . réserves probables : 88 MT,

soit 580 MT de minerais à cristallisation grossière.

Il reste donc à prouver les quelques 500 MT supplémentaires.

...

Il ne fait aucun doute que ce tonnage existe dans la région de ZOUERATE (cf.2.1) :

- . complément des Guelbs de l'Est,
- . Guelbs de l'Ouest et du Nord.

A l'heure actuelle, les gisements complémentaires sont mal connus, non seulement au plan des réserves, mais surtout au niveau de l'aptitude à l'enrichissement des minerais contenus.

De ce fait, le programme de recherches géologiques devrait être envisagé comme suit :

- . recherches préliminaires :

Elles doivent apporter les renseignements nécessaires et suffisants pour permettre de sélectionner, en regard des réserves et des qualités de minerais, le ou les gisements susceptibles de fournir, dans les meilleures conditions, les 500 MT de tout-venant permettant de tenir le nouveau programme de production.

Tenant compte des informations existantes, les travaux à réaliser seraient les suivants :

- . cartographie géologique à l'échelle 1/5000e,
- . échantillonnage de surface le long de coupes systématiques implantées en fonction de la géologie des gisements retenus,
- . campagne de sondages carottés de reconnaissance (environ 6 000 mètres) pour estimation des réserves et détermination des caractéristiques minéralurgiques des minerais rencontrés.

- . recherches détaillées :

Elles seront menées, comme pour le PG 11, sur les gisements retenus suite aux recherches préliminaires.

Compte-tenu de l'expérience acquise, on peut estimer que les travaux à exécuter seront les suivants :

- . géologie de surface : cartographie détaillée,
- . sondages de reconnaissance sur maille systématique (environ 35 000 m),
- . ouverture de carrières et/ou tunnels pour prélèvement et étude en usine pilote des principales qualités représentées.

b - recherches hydrogéologiques :

1) Introduction

La région de Zouérate est située dans une zone du Sahara où les précipitations sont extrêmement faibles (moyenne sur plusieurs décennies égale à 50 mm par an). Si celles-ci ont pu assurer les besoins en eau d'une population nomade, de densité variable et extrêmement faible, il ne pouvait être question qu'il puisse en être de même pour une agglomération permanente de plusieurs dizaines de milliers de personnes.

La cité minière de Zouérate et les installations industrielles de la SNIM sont alimentées en eau douce par des nappes souterraines d'eau fossile.

Les formations géologiques, présentes dans un rayon de 100 km autour de Zouérate et qui contiennent ces nappes, appartiennent à deux séries différentes :

- série cristallophyllienne (groupes d'Idjil et du Tiris) partie du complexe de roches métamorphiques de la Dorsale Réguibat (Craton ouest africain). Les roches métamorphiques sont imperméables par elles-mêmes. Ce n'est qu'à la faveur d'une intense fracturation ouverte qu'une nappe peut exister et lorsque les roches fracturées sont en même temps insolubles, l'eau, bien que circulant très lentement, ne se charge pas au cours du temps. Ces circonstances favorables sont réunies dans le massif de roches ferrugineuses de la Kédia d'Idjil,
- série sédimentaire du bassin de Taoudéni et, en particulier, de sa bordure située près de Zouérate à une distance relativement faible. Normalement, les nappes contenues dans cette série devraient se comporter comme des nappes sédimentaires, mais du fait que les roches sont d'âge relativement ancien (600 milliards d'années -Ma- à 1 000 Ma), il y a eu recristallisation, d'où une oblitération des pores. Comme dans la série précédente, les nappes sont contenues en grande partie dans le réseau de fissures ouvertes qui affectent

...

les roches et qui sont d'origine tectonique.

Dans ce cas également, du fait que l'on a affaire à une eau fossile, qui circule plus ou moins facilement, ~~celle-ci sera plus ou moins~~ chargée en sels dissous suivant la solubilité de la roche encaissante.

2) La consommation actuelle

En 1981, la consommation totale de Zouérate a été de 842 600 m³ d'eau douce. Celle-ci se répartit :

- consommation sociale : 70 %,
- consommation industrielle : 30 %.

3) Les besoins futurs

Si on peut appréhender de manière relativement bonne ces futurs besoins industriels, il n'en est pas de même des besoins humains qui dépendent en grande partie du développement de la ville de Zouérate que ne maîtrise pas la Société. D'autre part, la consommation de celle-ci est directement liée à la politique de la distribution. Aussi, faut-il prendre les chiffres donnés ci-après avec beaucoup de prudence.

* Consommation sociale future

Le développement de la production des 9 MT/an actuels à 15 MT/an dès le début des années 1990 va amener, du fait de l'augmentation du personnel nécessaire à cette production, une augmentation de la population de Zouérate. Même si la politique actuelle de distribution extrêmement sévère est maintenue, on peut prévoir que la consommation sociale va augmenter et passera de 600 000 m³/an à environ 800 000 m³/an.

Les besoins totaux en eau douce pour la durée de vie du projet, soit de 30 ans, sera donc :

$$800\ 000 \times 30 = 24\ \text{Mm}^3$$

auxquels il faut ajouter 5 Mm³ pour assurer les besoins de 1982 à 1990, soit un total général de 29 Mm³.

...

* Consommation industrielle future

Jusqu'au démarrage de la deuxième phase "Guelb", la consommation industrielle sera assurée d'abord par de l'eau douce, comme aujourd'hui, puis par de l'eau faiblement saumâtre.

En supposant que la consommation industrielle annuelle reste constante (puisque la production de la Kédia aura tendance à diminuer dans les prochaines années), les besoins peuvent être estimés à :

	Eau douce	Eau saumâtre
. période 1982-1990 (Kédia).....	2 Mm3	-
. période 1985-1990 (Ière phase Guelb)	-	2,5 Mm3

Ensuite, le passage à une production de 15 MT par an de concentrés devrait amener une augmentation sensible de la consommation qui sera assurée entièrement par de l'eau saumâtre, soit

$$120 \text{ m}^3/\text{h} \times 8\,760 \times 30 \text{ ans} = 31,5 \text{ Mm}^3.$$

En résumé, les besoins industriels futurs devraient se situer à :

- . eau douce naturelle : 2 Mm3,
- . eau saumâtre : 34 Mm3

(Rappelons que les besoins en eau douce du projet Guelb seront assurés à partir du dessalement d'une partie de l'eau saumâtre produite).

4) Les réserves

* prouvées :

De par les conditions hydrogéologiques qui régissent les nappes, il est extrêmement difficile, sinon impossible, de quantifier les réserves exploitables d'une nappe puisqu'elles dépendent étroitement de l'étendue et de la densité des fractures ouvertes qui ne peuvent pas être déterminées. Aussi adopterons-nous, dans le tableau ci-dessous, des chiffres qui correspondent à une hypothèse pessimiste et d'autres qui traduisent une hypothèse optimiste :

...

NAPPE	HYPOTHESE BASSE	HYPOTHESE HAUTE
<u>Eau douce</u>		
Bordure nord Kédia	2,5	4,0
El Gâh	9,0	15,0
TOTAL.....	11,5	19,0
<u>Eau saumâtre</u>		
Tarf Srey	3,0	8,0
Azrag	8,0	15,0
TOTAL.....	11,0	23,0

* probables

Nous avons examiné à part le cas de ces réserves additionnelles qui n'ont pas encore été testées par sondages, mais qui existent vraisemblablement de par le contexte hydrogéologique général ou parce qu'elles correspondent à des extensions de nappes déjà reconnues.

NAPPE	HYPOTHESE BASSE	HYPOTHESE HAUTE
<u>Eau douce</u>		
Brèche d'Idjill	4,5	8,0
Oued El Gâh	2,0	4,0
TOTAL.....	6,5	12,0
<u>Eau saumâtre</u>		
Tarf Srey	5,0	10,0
Azrag	15,0	30,0
TOTAL.....	20,0	40,0

En résumé, les réserves vraisemblablement disponibles dans un rayon d'action de quelques dizaines de kilomètres de Zouérate se montent à :

- eau douce : de 19 à 31 Mm³,
- eau saumâtre : de 31 à 63 Mm³.

* Conclusion

Il apparaît que, tant du point de vue de l'estimation des besoins que de l'estimation des réserves, on est obligé de faire des hypothèses passablement arbitraires. Cependant, en ce qui concerne les réserves, on peut accepter les chiffres avancés avec un degré de fiabilité raisonnable, basé sur les connaissances déjà acquises en une vingtaine d'années de recherches et sur le contexte hydrogéologique régional. Les besoins exprimés seront donc vraisemblablement assurés sans avoir recours à une solution extrême, mais en supposant que l'effort de recherches soit continué fermement.

En particulier, en ce qui concerne les besoins en eau douce, si les réserves exploitables se révélaient insuffisantes, cela conduirait à l'obligation de dessaler de l'eau saumâtre, d'où une augmentation sensible du prix de l'eau à Zouérate.

5) Programme de recherches

Ce programme sera basé principalement sur un développement des recherches dans les zones qui ont déjà été reconnues :

* recherches d'eau douce

Elles seront localisées sur deux zones principales : la nappe de l'Oued El Gâh et la nappe de la Brèche d'Idjil.

Les travaux devraient comporter les phases suivantes :

- . cartographie géologique et structurale,
- . géophysique,
- . sondages de recherches,
- . essais de débit.

Pour la nappe de l'Oued El Gâh, il s'agit de finir la reconnaissance et, en particulier, de

de repérer les limites de la nappe d'eau douce de façon à déterminer de manière plus précise les réserves exploitables. Ces travaux devraient pouvoir être terminés en deux ans.

Pour la nappe de la Brèche d'Idjill, bien que certains travaux aient déjà été exécutés, la reconnaissance en est encore à ses débuts. D'autre part, le problème du captage de l'eau et de la détermination des réserves exploitables est beaucoup plus ardu que dans le cas de la nappe de l'Oued El Gâh. Il faut donc prévoir dès maintenant que les travaux seront plus importants et plus longs : on prévoit pour cette campagne de recherches une durée de quatre ans.

* recherches d'eau saumâtre

Le contexte hydrogéologique, du fait que l'on ait affaire à des roches sédimentaires, milite pour une plus grande probabilité de mettre facilement en évidence des quantités d'eau considérables. Cependant, l'expérience accumulée modère grandement ce jugement et amène à prévoir que la superficie de la zone qui devra être reconnue sera très importante. Celle-ci devrait approcher 350 km², dont déjà 100 km² ont été reconnus (Tarf Srey : 40 km², Azrag : 60 km²).

La surface totale s'inscrit dans un périmètre rectangulaire de 44 x 8 km, logeable entre le cordon dunaire de la Hammami, le socle, Tarf Srey au nord et la Sebka Erguiya au sud.

Au vu de la grande surface à reconnaître, les travaux à prévoir sont relativement considérables, mais comme les besoins ont été calculés sur une longue période, on pourra étaler ceux-ci également sur une longue période, que nous fixons, à priori, à dix ans.

c - Recherches minéralurgiques

Elles sont à prévoir à plusieurs niveaux :

- étude des échantillons provenant des campagnes de reconnaissance :

Il s'agit d'appliquer aux échantillons obtenus à partir des prélèvements de surface et des sondages, les tests standards mis au point, dans le cadre du PG 11, pour déterminer la qualité des minerais rencontrés. Le laboratoire d'essais physiques de Zouérate, équipé pour ce faire, est toujours opérationnel. L'étude

des échantillons supplémentaires introduits par la nouvelle optique de production peut être faite, sans problème, moyennant une légère augmentation du personnel actuellement en place au laboratoire.

- études en usine pilote :

En principe, les gisements qui seront retenus pour le complément de production devraient appartenir aux mêmes formations que celles prévues pour le PG 11. Théoriquement, donc, les caractéristiques qui leur seront attribuées par les tests standards de laboratoire devraient être suffisantes pour en estimer la valeur économique.

En fait, il est prudent de s'assurer, par le biais d'essais pilotes, que les nouveaux gisements conduisent, pour des minerais de qualité analogue, à des bilans comparables à ceux obtenus pour le PG 11. De plus, il y a de grandes chances pour que le complément de réserves à prendre en compte soit constitué par des minerais plus fins que ceux retenus pour le projet actuel. Les minerais KX et KM considérés jusqu'ici comme difficiles à traiter et laissés de côté provisoirement risquent d'entrer pour une part dans le nouveau programme d'exploitation.

Actuellement, rien ne permet de dire que ces minerais fins peuvent être valablement enrichis avec un schéma du type PG 11. Des essais en pilote sont nécessaires pour lever cette indétermination.

L'installation d'essais de Zouérate peut apporter les précisions souhaitées. Elle est équipée pour ce faire et peut être remise en route dans des délais relativement courts, même si quelques aménagements apparaissent souhaitables pour améliorer son exploitation.

- études extérieures :

Au cas où les minerais fins laissés de côté jusqu'ici ne puissent se satisfaire d'un schéma type PG 11, il faut envisager d'étudier un complément de traitement sur au moins une partie d'entre eux.

A priori, ce complément d'études devrait intervenir au niveau des concentrés 2ème étage de SM qui, même après broyage à 400 microns, ne pourraient assurer un concentré à teneur valable. Les installations de Zouérate ne sont pas équipées pour mener une telle recherche. On doit alors prévoir un certain nombre d'études à effectuer dans des laboratoires extérieurs à partir d'échantillons produits par l'usine pilote de Zouérate.

d - Etudes complémentaires et rapport de faisabilité

Coût approximatif : 150 000 000 UM.

Ces études nécessitent une année, après la collecte de toutes les informations nécessaires.

e - Financement, Ingenieries et construction

Les coûts de ces opérations sont pris en compte dans l'investissement présenté au paragraphe 2.2.1 ci-dessus.

En raison de leurs similitudes avec celles du PG 11 actuel, nous avons considéré qu'une période de 4 ans est largement suffisante pour les mener à terme.

2.3.3 Devis estimatif des opérations de développement

1) Section "géologie" (les coûts sont estimés en milliers d'UM au 1er janvier 1982)

Bases

- géologie et topographie ont été calculées sur la base des coûts prévus en 1982 en faisant l'hypothèse que 30 % des effectifs de ces deux services seraient affectés aux recherches géologiques dans le Tiris,
- sondages : prix du mètre moyen, toutes machines confondues : 5.350,
- laboratoire : coût ramené au mètre de sondage : 165 UM.

Total développement

a - Recherches préliminaires

- sondages : 6 000 m x 5.350 UM.....	32.100
- géologie : 15 231 x 0,3 x 2 ans.....	9.139
- topographie : 2 734 x 0,3 x 2 ans...	1.640
- chimie : 6 000 m x 165 UM.....	990
- divers (forfait).....	1.000

TOTAL a..... 44.869

b - Recherches détaillées

- sondages : 35 000 m x 5.350 UM.....	187.250
- géologie : 15 231 x 0,3 x 13 ans.....	59.400
- topographie : 2 734 x 0,3 x 13 ans..	10.663
- laboratoire : 35 000 m x 165 UM.....	5.775
- galeries et carrières.....	54.000
- transport d'échantillons à l'UP.....	6.000
- divers (forfait).....	6.500

TOTAL b..... 329 588

TOTAL a + b..... 374 457

2) Section hydrogéologie

Bases

- sondages : 5.350 UM/m
- géologie : 5.000.000 UM/an
- topographie : 1.260.000 UM/an
- géophysique : 1.351.000 UM/an
- essais de pompage : 500.000 UM/an

Total développement

- sondages : 22 900 m x 5.350 UM.....	122 500
- géologie : 5 MUM x 10 ans.....	50.000
- topographie : 1.26 MUM x 10 ans.....	12.600
- géophysique : 1.35 MUM x 10 ans.....	13.500
- essais de pompage : 0,5 MUM x 10 ans	5.000
	<hr/>
	203 600

3) Section "Minéralurgie"

Bases

- Laboratoire d'essais physiques :

. complément en personnel.....	1 650
. fournitures et analyses chimiques supplémentaires.....	550
	<hr/>
	2 200

- Usine Pilote :

. remise en état et aménagements...	5 500
. personnel d'exploitation + four- nitures + analyses chimiques.....	27 500
- Etudes extérieures.....	11 000

Total développement

- 7,5 ans de laboratoire EP :	
7,5 x 2 200.....	16 500
- 4 ans d'usine pilote :	
4 x 27 500.....	110 000
- aménagements UP.....	5 500
- études extérieures.....	11 000
	<hr/>
TOTAL.....	143 000

Soit en 10^3 UM de 1982 un total de :

- géologie.....	374 457
- hydrogéologie.....	203 600
- minéralurgie.....	143 000
- rapport de faisabilité et études diverses.....	150 000
	<hr/>
TOTAL.....	871 057
	<hr/>

2.3.4 Planning

(c f planning ci-joint).

TIRIS

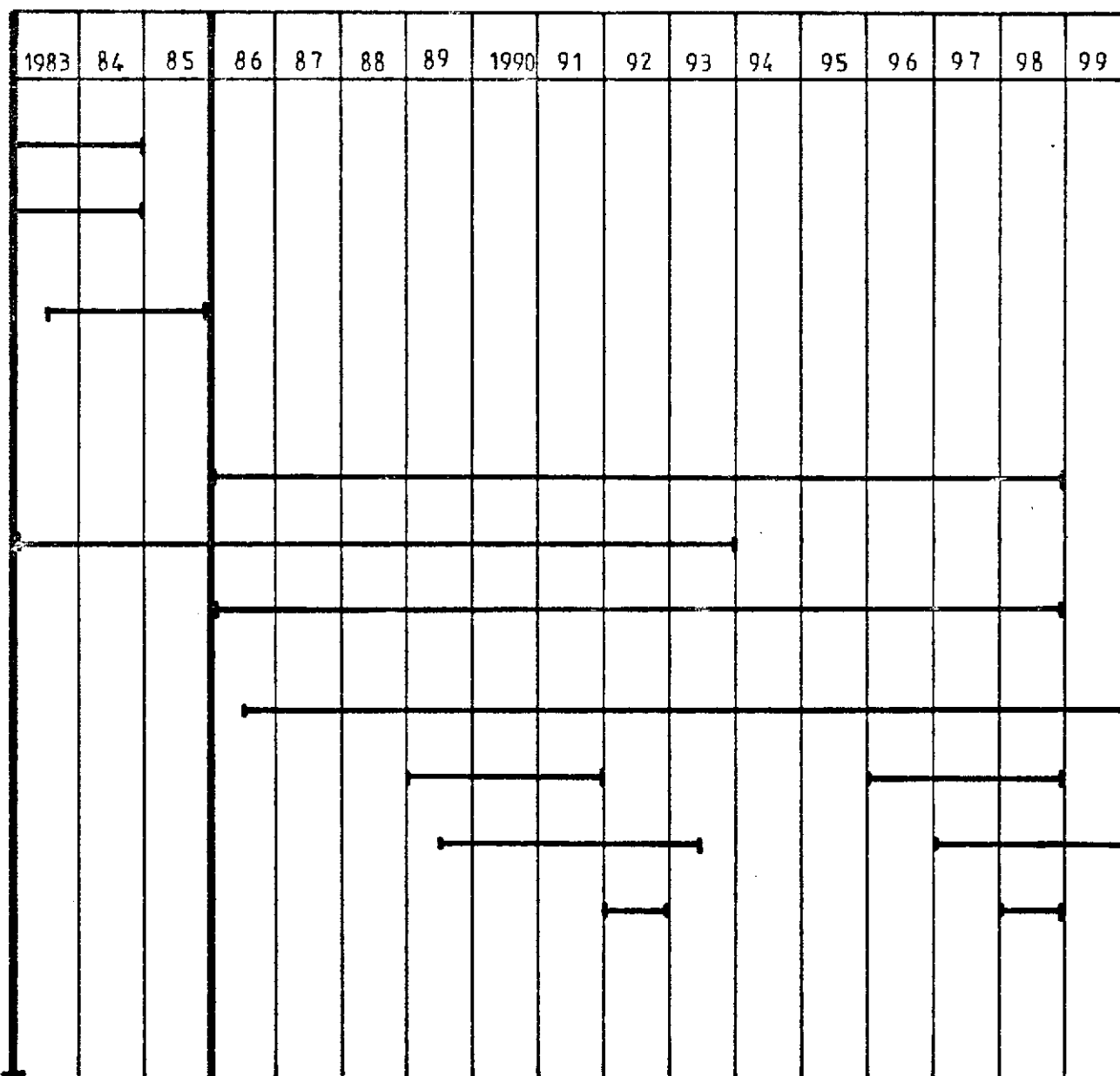
FIG:7 PLANNING ESTIMATIF DES RECHERCHES, GEOLOGIQUES ET MINERALURGIQUES

RECHERCHES PRELIMINAIRES :

- . géologie de surface
- . sondages de reconnaissance
(estimé 3000 m/an)
- . étude des échantillons

RECHERCHES DETAILLEES :

- . géologie de surface
- . hydrogéologie
- . sondages systématiques
(13 ans pour 35000 soit 2 700 m/an)
- . études des échantillons
- . carrières et/ou tunnels
- . essais en usine pilote
- . études extérieures



Echelle : — = 1 an

Point de référence
Accord pour
entreprendre les
recherches

Choix du
ou des gisements

3.1 - APERCU GEOLOGIQUE ET MINERALOGIQUE - QUALITE DE CONCENTRE

Formations ferrifères du Tasiast

Celles-ci ont été tout d'abord reconnues lors des reconnaissances géologiques régionales effectuées par les géologues BUMIFON (1) après la deuxième guerre mondiale. Ensuite, en 1961 lors d'une prospection, principalement axée sur les pegmatites du Tasiast, et en particulier celles du LEBZENIA.

Mais il a fallu attendre l'année 1971 pour que l'intérêt économique de ces gisements soit mis en évidence et ceci est l'oeuvre de la Société MIFERMA, dont le chemin de fer, tracé au nord du Tasiast, valorisait toutes les minéralisations existant dans la région.

Les premières reconnaissances géologiques détaillées ont démarré à partir de cette date pour aboutir aux premiers sondages, qui ont été exécutés au début de 1975.

Les formations ferrifères du Tasiast sont principalement constituées par deux grands massifs, allongés suivant une direction N-S, sur plusieurs dizaines de kilomètres. Leur puissance, bien que variable, est de plusieurs centaines de mètres.

Les réserves potentielles de ces gisements sont donc énormes, et se chiffrent en milliards de tonnes.

L'objectif principal des recherches a donc été de reconnaître s'il existait un secteur (ou plusieurs) meilleur que la moyenne des gisements tant du point de vue minier que du point de vue minéralogique.

Ces recherches ont pu finalement démontrer que le gisement du LEBZENIA présentait le plus grand nombre de caractéristiques favorables et qu'à l'intérieur de ce dernier, la zone centrale (comprise entre les coupes L et V) était plus favorable que le reste du gisement.

C'est donc sur cette zone centrale que devraient porter maintenant les travaux de recherche.

L'aperçu géologique et minéralogique est présenté en annexe 4 tandis que l'annexe 5 donne un aperçu des travaux déjà effectués sur le site. Pour ce qui est de la qualité des concentrés, les études minéralogiques ont montré que la magnétite était cristallisée très finement.

L'analyse modale montre que plusieurs "familles" de cristaux coexistent dans la roche. La grosseur de cristallisation de la magnétite est extrêmement variable depuis des valeurs de 20 microns jusqu'à plus de 300 microns.

...

(1) Bureau Minier de la France d'Outre-Mer

Les essais au Tube Davis ont, d'autre part, confirmé la finesse de la cristallisation de la magnétite, puisque de nombreux échantillons, broyés à 80 microns n'ont pas donné de concentrés à forte teneur.

Cependant, il semble apparaître une régionalisation à ce regard dans le gisement : la partie sud, entre les coupes L et V, est plus grossière que la moyenne du gisement et les concentrés atteignent en moyenne 69 % de Fe.

L'enrichissement des quartzo-schistes ferrugineux du LEBZENIA devra donc passer obligatoirement par un broyage poussé de la roche et donner des concentrés très fins (le d80 devrait se situer vers 40-50 microns)?

Cet enrichissement, par suite de la finesse du broyage, devra obligatoirement s'effectuer en phase humide.

Les concentrés devraient donner de bons produits pour la pelletisation ce qui reste à prouver par les études à entreprendre dans le cadre des actions de développement.

En conséquence, la commercialisation devrait s'orienter vers la vente de concentrés :

- super-enrichis pour la réduction directe
- magnétiques, pour abaisser le coût de la pelletisation.

Leur composition chimique sera voisine de :

Fe_t = 69 à 70 %

Fe^{++} = 20 à 22 %

Si O_2 + Al O_3 de 2 à 2,5

3.2 - ESQUISSE ECONOMIQUE

3.2.1 Coût d'investissement

Le coût très approximatif de ce projet de 15 MT/an de super-concentré à partir du TASTAST (LEBZENIA), estimé en dollars constants base janvier 1982 est donné dans le tableau suivant.

Ne disposant pas encore d'éléments pouvant servir de support à une étude sérieuse, cette estimation est à prendre sous toutes réserves et pourrait varier très sensiblement autour de la valeur de 1 725 000 000 \$US

Le schéma de traitement simplifié est celui du paragraphe 3.3.2 C Minéralurgie (par an : 98,75 millions de tonnes terrassées ; 52,5 millions de tonnes de minerais et 15 millions de tonnes de concentrés).

...

P R O J E T T A S I A S T

(15 Mt/an)

En K US \$ constant (base Janvier 82)

DESIGNATIONS	TOTAL (en K US \$)
! Equipement usine	! 365 000 !
! Equipement mine	! 120 000 !
! Equipement port (Dragages complémentaires et deuxième poste)	! 85 000 !
! Chemin de fer	! 200 000 !
! Electricité (F et M) (5) (6) et (25) (Centrale et usine)	! 210 000 !
! Charpentes	! 90 000 !
! Logements	! 50 000 !
! Eau, lignes, hydrocarbures et divers	! 100 000 !
! Ingénieries (Si toutes lignes identiques)	! 50 000 !
! Terrassement et génie-civil	! 140 000 !
! Montage (charpentes et mécanique)	! 100 000 !
! Régie et formation professionnelle	! 50 000 !
! Imprévu	! 165 000 !
! TOTAL	! 1 725 000 !
! <u>Projet Tasiast</u> !	
! Pour 15 Mt/an : 1 725 M US \$ soit 115 \$/tonne !	

Ce projet comprend l'adjonction d'un deuxième poste au quai de chargement et les dragages complémentaires pour pouvoir recevoir effectivement les 180 000 TDW. Il comprend également une nouvelle voie de chemin de fer de Point Central au Tasiast. Cette dernière pouvant être différée et remplacée par la construction d'un embranchement ferroviaire de 50 km ce qui pourrait réduire l'investissement initial à 1 595 000 US \$.

Enfin, nous n'avons pas jugé utile à ce niveau de l'étude de séparer les phases I et II du Tasiast, aussi l'investissement proposé correspond à la mise en place des installations nécessaires à la production de 15 MT/an de super-concentrés (soit approximativement 106 \$ par tonne).

3.2.2 Prix de revient

Alors que la teneur du concentré en provenance du TIRIS peut être limitée à 65 % Fe, dans la mesure où ce concentré est vendable en sinter-feed, le concentré en provenance du TASIAST devra nécessairement titrer 69 % Fe (voir plus haut).

Au stade actuel, on ne peut qu'avancer des ordres de grandeur de prix de revient qui paraissent possibles. Nous nous sommes inspirés grandement des estimations actualisées du mémorandum SM 632 du 2 juillet 1981. Il faut rappeler ici que les concentrés TASIAST sont à 69 % Fe et non à 65 % comme ceux du TIRIS. Les hypothèses de base sont explicitées à la page 59.

La totalité d'enrichissement est effectuée à la mine : pré-concentration à sec (SMBIS) et enrichissement à 69 % Fe par SMBIH avec de l'eau de mer pompée depuis l'océan.

UM/t de conc. FOB NDB
(base début 1982)

. mine : $45 \times 1,5 \times \frac{1}{0,57} \times \frac{1}{0,50}$	237
. préconcentration : $70 \times \frac{1}{0,57} \times \frac{1}{0,50}$	246
. pompage d'eau de mer : $30 \times \frac{1}{0,50}$	60
. enrichissement au LEBZENIA : $80 \times \frac{1}{0,50}$	160
. chemin de fer à Nouadhibou.....	45
. embarquement à Nouadhibou.....	30
. frais généraux Lebzenia-Nouadhibou (1).....	40

818 UM/T

(1) Nous avons considéré :

- . frais généraux Lebzenia = FG ZTE pour 81
- . accroissement de 20 % de FG de NDB suite à mise en route du TASIAST

Les bases de cette estimation grossière sont données ci-dessous en UM (valeur début 82)

MINE

. Coût d'extraction à la tonne terrassée (UM/T).....	45
. Taux de découverte.....	0,5

CHEMIN DE FER

. Coût à la tonne transportée (UM/T).....	45
---	----

POMPAGE D'EAU DE MER A L'USINE LEBZENIA

. Consommation d'eau (M3/T de TV).....	1,0
. Coût du pompage (UM/m3).....	30

PRECONCENTRATION PAR SMBIS AU LEBZENIA

. Teneur alimentation (% Fe).....	32
. Teneur préconcentré (% Fe).....	45
. Rendement métal préconcentration.....	0,80
. Rendement poids préconcentration.....	0,57
. Coût de la préconcentration (UM/T de TV)	70

CONCENTRATION PAR SMBIH (LEBZENIA OU NOUADHIBOU)

. Teneur alimentation (% Fe).....	45
. Rendement métal concentration.....	0,77
. Rendement poids concentration.....	0,50
. Teneur concentré final (% Fe).....	69
. Coût de la concentration (UM/T de pré-concentré).....	30

3.3 - PLAN DE DEVELOPPEMENT

3.3.1 Objectif

L'objectif de ce plan de développement est de recenser, planifier et chiffrer les actions de développement à entreprendre pour produire à partir des gisements du TASIAST et exporter à partir du port de NOUADHIBOU :

- . 6 MT/an de pelletfeed à 69 % Fe à partir de 1994,
- . 15 MT/an de pelletfeed à 69 % Fe à partir de 2000.

...

Bien entendu, ces actions s'additionnent à celles déjà vues pour le TIRIS et ne se substituent pas à elles.

3.3.2 Actions de développement

a) Géologie

a-1 Définition des objectifs de la recherche

Le gisement du LEBZENIA renferme des réserves de minerais considérables, largement supérieures aux besoins d'un projet de production de 15 MT/an de concentrés pendant 20 ans. Aussi, il apparaît évident qu'il faut tenter de déterminer si le degré d'hétérogénéité à l'intérieur du gisement est tel qu'il soit possible par minage sélectif d'extraire un minerai de valeur supérieure à la moyenne générale au regard de la teneur en fer, de la hauteur d'oxydation et de l'aptitude à l'enrichissement (maille de libération la plus grossière possible).

Les critères de sélection seront donc de plusieurs ordres :

- hauteur d'oxydation la plus faible possible. Les minerais oxydés seront considérés, dans un premier temps tout au moins, comme des "stériles".
- teneur du concentré magnétique du Tube Davis 80 microns, de 69 - 70 % Fe.
- Quantité de fer magnétique récupérable maximum.

Une première campagne de reconnaissance sur les gisements du TASIAST a été effectuée en 1974-1975 et a déjà permis de faire une première sélection :

- entre les gisements de HAOUEWA et du LEBZENIA : c'est ce dernier gisement qui a été choisi,
- à l'intérieur du gisement du LEBZENIA, la partie sud (coupes entre L et V) semble plus favorable.

a-2 Phase de recherches préliminaires

La partie sud du gisement du LEBZENIA a des potentialités encore considérables et supérieures aux besoins exprimés : il faudra donc procéder à une nouvelle sélection à l'intérieur de celle-ci : elle sera effectuée après avoir entrepris un certain nombre de travaux, rassemblés dans une campagne de recherches préliminaires. Les travaux à réaliser pendant cette phase préliminaire peuvent se résumer ainsi :

- compléments de cartographie géologique et magnétométriques au sol,
- sondages (percutants et carottés) semi-systématiques. Le métrage prévu est de 8 000 m. Il devrait être suffisant pour repérer, si elle existe, à l'intérieur de la partie sud du gisement, une zone encore plus favorable.
- études des échantillons par le laboratoire d'essais physiques, telles que décrites plus loin dans le chapitre minéralurgie.

a-3 Phase de recherches détaillées

La phase préliminaire ayant déterminé la zone à développer, la nouvelle phase de recherches devra accumuler les données de façon à pouvoir bâtir un projet de faisabilité.

Les travaux à réaliser sont résumés ci-après :

- cartographie détaillée, à l'échelle 1/5 000ème de la zone retenue,
- campagne de sondages systématiques suivant une maille dont le module élémentaire est un rectangle de 200 x 100 m. Le métrage total à prévoir, compte-tenu des tonnages de minerais à reconnaître, de la hauteur de la zone oxydée et des stériles inter-calcaires, est de 30 700 m,
- études des échantillons par le laboratoire d'essais physiques, telles que décrites plus loin dans le chapitre minéralurgie,
- définition des qualités de minerais pour orienter les essais minéralurgiques,
- études géotechniques sur carottes pour la définition des angles de bords de fosse,
- creusement d'une galerie descendante pour fournir les matériaux magnétiques nécessaires à la marche de l'usine pilote. On prévoit que cette galerie aura trois cents mètres de long, compte tenu de la topographie défavorable et de la hauteur prévisible de la zone oxydée (40 m environ).

b) Hydrogéologie

b-1 Introduction

Le TASIAST fait partie du socle de roches métamorphiques anciennes de la dorsale Reiguiibat. En conséquence, celles-ci sont par elles-mêmes imperméables. Mais, comme dans le TIRIS, on retrouve les mêmes conditions hydrogéologiques, c'est-à-dire que l'on peut avoir une nappe dans les zones intensément fracturées et dans les franges d'altération superficielle. Cependant, en règle générale, ces nappes sont peu importantes et le plus souvent saumâtres :

Elles ne peuvent donc pas assurer l'alimentation en eau potable d'une agglomération importante de manière permanente. A l'Ouest du TASIAST, les roches métaporphiques disparaissent sous les formations sédimentaires du bassin côtier atlantique d'âge tertiaire. Ces formations détritiques sont favorables : ~~en général on y rencontre des nappes importantes et pe-~~ chargées d'eau fossile. Actuellement, la nappe de Boulanouar est exploitée mais les recherches déjà effectuées ont prouvé qu'il existe d'autres nappes dans les mêmes formations, et en particulier près du puits de Morzouba. Cependant, ces nappes sont limitées, en particulier, à l'Ouest où l'eau de mer envahit les formations géologiques sur de grandes distances. Il semble que le passage de la nappe salée à la nappe à eau douce se fasse progressivement sur plusieurs kms par augmentation de la salure des eaux : On aurait un gradient eau douce - eau saumâtre - eau salée. Le passage de l'eau douce à l'eau saumâtre, bien que graduel également, se ferait plus rapidement (quelques centaines de mètres à quelques kilomètres) ce qui représente un danger certain de pollution de la nappe avec le temps (voir plan de situation).

b-2 Définition des besoins

La mise en exploitation d'un nouveau gisement implique la création d'un nouveau centre urbain : pour fixer les idées, on peut raisonnablement dire qu'un nouveau Zouérate se formera et donc que plusieurs dizaines de milliers de personnes devraient y habiter à plus ou moins long terme. D'autre part, l'enrichissement en phase humide obligatoire devrait amener des consommations d'eau très importantes. Toutes ces estimations sont très difficiles à circonscrire parce que nous avons dû prendre un certain nombre d'hypothèses : cependant, elles fixent l'ordre de grandeur des cubages qui sont en jeu, et donc, des dépenses qu'il faudra consentir pour les investissements, tant de la recherche que de l'exploitation.

1 - BESOINS EN EAU DOUCE

1-1 Consommation sociale

L'expérience de l'augmentation de la consommation d'eau à Zouérate incite à adopter un schéma semblable dans le Tasiast avec comme objectif d'assurer, au contraire de Zouérate, une alimentation normale de la future agglomération. Nous avons ainsi distingué trois périodes principales, avec pour chacune d'elle une consommation moyenne annuelle, qui est, par définition, tout à fait approximative.

- Période d'installation

1990 à 1994, soit 5 ans, consommation : 0,2 M3/an Total 1,0 Mm3

- Première période de production

1995 à 1999, soit 5 ans, consommation : 0,5 Mm3/an Total 2,5 Mm3

- Deuxième période de production

2000 à 2019, soit 20 ans, consommation : 0,5 Mm3/an " 24,0 Mm3

Total social

27,5 Mm3

1-2 Consommation industrielle

Certains besoins industriels doivent être impérativement assurés par de l'eau douce :

1-2.1 Centrale électrique, ateliers, services généraux etc...

- Première période de production

1995 à 1999, soit 5 ans - consommation 0,2 Mm3/an Total 1,0Mm3

- Deuxième période de production

2000 à 2019, soit 20 ans - consommation 0,4 Mm3/an " 8,0Mm3

Total 9,0Mm3

1-2 Lavage des concentrés

Si l'enrichissement se fait avec de l'eau de mer, il faudra obligatoirement laver les concentrés, qui risquent de contenir une trop grande proportion d'alcalins. On a pris comme base que l'enrichissement se ferait entièrement à l'eau de mer et que le lavage consommerait 100 l par tonne de concentré ce qui est une hypothèse très optimiste et qui reste à vérifier.

- Première période de production

1995 à 1999, soit 5 ans : consommation 0,6 Mm3/an total 3,0Mm3

- Deuxième période de production

2000 à 2019, soit 20 ans: consommation 1,5 Mm3/an total 30,0Mm3

Total 33,0Mm3

EN CONCLUSION

On peut estimer les besoins en eau douce pour toute la durée du projet à :

- Consommation sociale	27,5 Mm3
- Consommation industrielle	42,0 Mm3
- Total des besoins	<u>69,5 Mm3 /</u>

Ces chiffres montrent bien l'ampleur du problème de l'eau lorsqu'on veut monter un grand projet industriel en zone désertique. En ce qui concerne le projet du LEBZENIA, ce problème, ainsi qu'on le verra plus loin, pourra être résolu.

2 - BESOINS EN EAU DE MER

L'enrichissement devant se faire, soit partiellement soit totalement, en humide sur le site de la mine, nous avons défini les besoins dans ces deux hypothèses. Cependant, ainsi qu'on le verra plus loin, les quantités d'eau nécessaires sont tellement importantes qu'il est non seulement exclu d'avoir recours à de l'eau douce (ce qui représenterait pour ce pays un énorme gaspillage) mais oblige pratiquement à adopter la solution de pomper l'eau de mer et de l'amener

.../...

sur le gisement. Nous avons défini les besoins en prenant comme base la consommation de 1,0M3 d'eau fraîche par tonne de tout venant.

2-1 Préenrichissement à sec, puis enrichissement final en humide

- Première période de production

1995 à 1999 soit 5 ans Consommation 12 Mm3/an Total 60,0 Mm3

- Deuxième période de production

2000 à 2019 soit 20 ans, Consommation 30 Mm3/an Total 600,0 Mm3

Total	660,0 Mm3
-------	-----------

Ce dernier chiffre correspondant à la pleine activité peut également être traduit autrement : en supposant une alimentation continue, les installations de pompage devront débiter: 3 400 m3/h.

2-2 Enrichissement total en humide (pour mémoire)

- Première période de production

1995 - 1999 soit 5 ans - Consommation 21 Mm3/an Total 105 Mm3

- Deuxième période de production

2000-2019 soit 20 ans consommation 52,0 Mm3/an total 1040 Mm3

Total	1145 Mm3
-------	----------

On passe alors à un débit moyen des installations de pompage de 6000 M3/h ou 142 000 m3/jour.

b-3 Possibilités aquifères de la région comprise dans un cercle de rayon de 100 km autour du gisement du LEBZENIA

1 - Eau douce

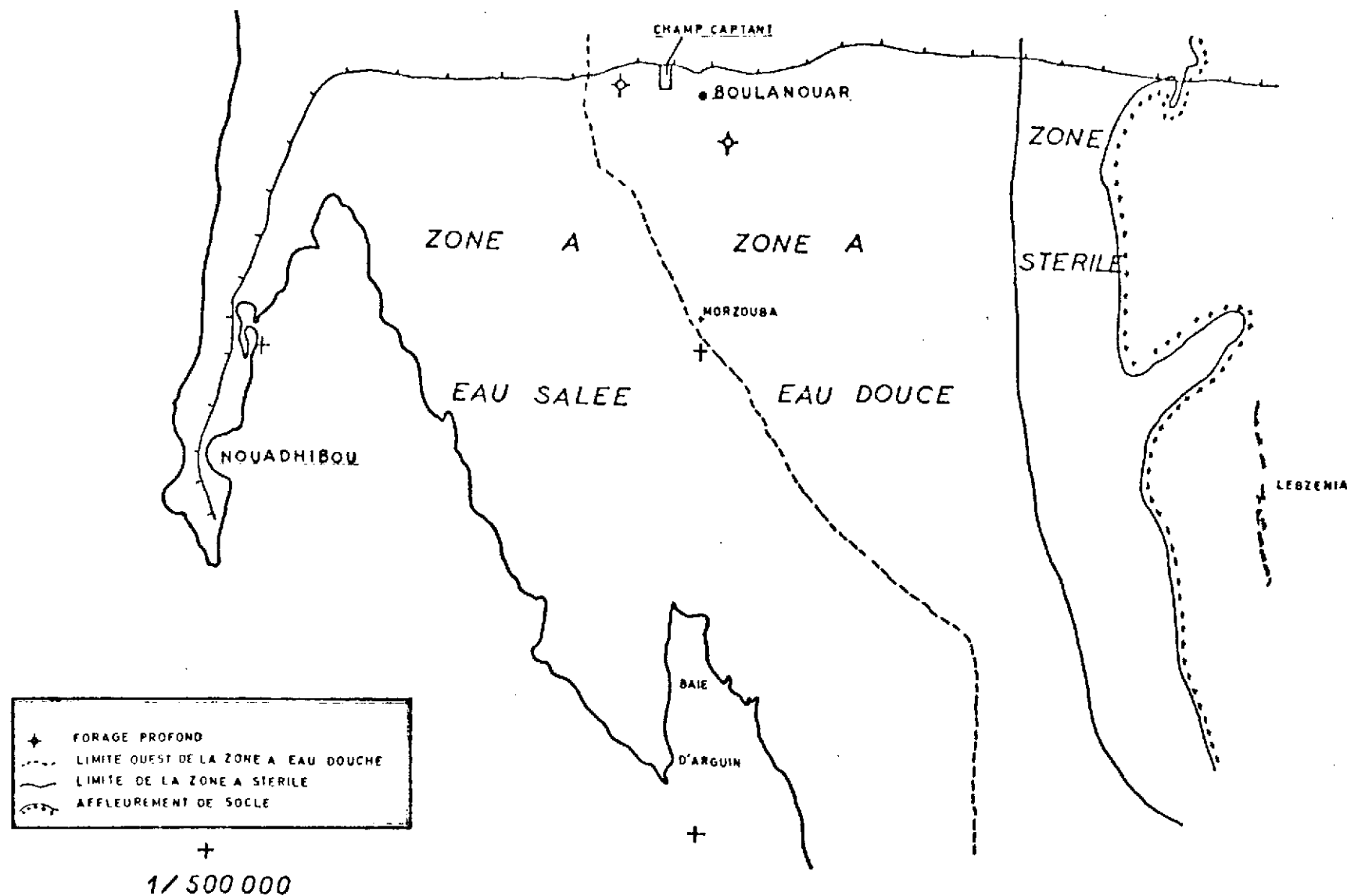
Le plan de situation joint montre que la zone à eau douce forme une bande, plus ou moins large, parallèle à la cote atlantique. Les possibilités aquifères de cette zone ont été testées en plusieurs points et on peut donc admettre que la nappe à eau douce est pratiquement continue.

1.1 Nappe de Boulanouar

La première possibilité, qui serait la plus simple et peut être la moins chère, serait d'assurer les besoins en eau douce à partir de la nappe de Boulanouar, qui est située à 90 km environ au N.W du gisement.

Rappelons que la nappe de Boulanouar est en exploitation pour alimentation des agglomérations de Nouadhibou et de Cansado ainsi que le port minéralier. Un pipe relie le champ captant aux utilisateurs et permet l'écoulement de 3 500 M3 par jour, ce qui est actuellement déjà insuffisant, surtout pendant la période chaude où on assiste à des coupures. D'après les responsables de la SONELEC, si le pipe pouvait l'assurer, la consommation approcherait les 5.000m3/jour.

PLAN DE SITUATION



La nappe peut facilement assurer ce cubage. En effet, d'après une étude récente (rapport BRGM - 76 AGE Oll 1976) le niveau moyen d'exploitation de la nappe peut être porté à 9.500 M3 par jour pendant 50 ans, sans que le risque de contamination par l'avancée de la nappe salée intervienne.

Cependant, dès maintenant on peut dire que la nappe de Boulanouar, au vu des chiffres cités ci-dessus, pourra juste assurer les besoins futurs de Nouadhibou. Ceux-ci, en effet, devraient augmenter fortement par suite non seulement du développement de la ville et de l'industrie de la pêche, mais également de celui du port minéralier, lié à l'augmentation de la production de la SNIM.

Plusieurs autres solutions sont néanmoins envisageables pour assurer l'alimentation du futur centre minier du Lebzenia.

1-2 Nappes profondes Boulanouar

La nappe exploitée à Boulanouar correspond en réalité à deux nappes, séparées par un intercalaire imperméable : la nappe phréatique et la nappe subphréatique, situées dans les niveaux supérieurs des formations quaternaires et tertiaires.

Des sondages profonds (plus de 500 m) ont traversé une épaisse série marine des sables, qui contiennent une nappe à la salure très faible : entre 1 et 2 g/l. "Les dimensions du réservoir laissent supposer des réserves importantes".

D'autre part, ces sondages profonds ont également rencontré une nappe, peu salée (1,7 g/l) au sein de niveaux marneux et calcaires probablement fissurés entre 155 et 220 m de profondeur. Mais on ne connaît pas les paramètres hydrauliques de cette nappe. Malgré l'existence de ces nappes profondes, il semble difficile de s'orienter immédiatement vers leur mise en exploitation pour assurer les besoins du futur centre minier.

En effet, deux éléments défavorables apparaissent :

- équipement d'un nouveau champ de captage profond, ce qui devrait coûter cher.
- éloignement de 90 km d'avec le Lebzenia.

1-3 Nappe de Morzouba

Des recherches hydrogéologiques ont déjà été effectuées dans la région de Morzouba (rapport DAK-63-AB de E. BERKALOFF). Les essais de pompage ont donné des résultats favorables et les paramètres hydrauliques semblent comparables à ceux mesurés dans les forages de la nappe de Boulanouar.

"L'épaisseur de la couche aquifère, qui est de 40 m, étant grande par rapport à la dépression prévue (6m), on peut espérer obtenir des débits plus élevés que 34 m3/h par forage". La salure de cette nappe est faible (de 0,5 à 1 g/l) et devrait rester dans des limites admissibles même après avoir exploité de forts cubages.

Cette nappe est située relativement près du gisement du Lebzenia : la distance est d'environ 50 km.

Cette solution semble la meilleure tant du point de vue investissements que du point de vue prix de revient. D'autre part, elle est plus sûre puisqu'on n'exploitera pas à un rythme trop important les nappes de Boulanouar, avec les risques de contamination inhérents à cette solution.

.../...

1-4 Eau douce : capacités à installer

Dans le chapitre consacré à l'évaluation des besoins, le chiffre total de ceux-ci ressort à 69,5 Mm3 au maximum en supposant que l'enrichissement des minerais se ferait entièrement sur le gisement à l'eau de mer.

~~Ramené à une année, ce chiffre devient égal à 3,1 Mm3, soit 8.500 M3/jour. Ce dernier chiffre se décompose en :~~

- consommation sociale : 3300 m3/ jour

- consommation industrielle : 5.200 m3/jour.

Rappelons, pour fixer les ordres de grandeur des travaux à entreprendre, que le champ captant de Boulanouar peut fournir jusqu'à 9.500 M3/jour.

Il faudra donc reconnaître un nouveau Boulanouar.

Vu le contexte géologique et hydrogéologique, relativement connu et favorable, on peut raisonnablement affirmer que les recherches devraient être terminées en quatre ans.

2 - EAU DE MER

Au stade actuel et vu les besoins considérables (débits instantanés compris entre 2000 et 3000 M3/h), la solution la plus raisonnable est de pomper directement dans la mer, même si cette solution comporte de graves inconvénients pendant l'exploitation au point de vue entretien.

Cependant, il faudra effectuer, avant de prendre une décision définitive, quelques travaux pour confirmer ou infirmer le fait que l'on ne peut pas obtenir des débits instantanés intéressants à partir d'un forage, implanté sur la terre ferme.

L'estimation du coût de l'installation de pompage est exclue dans le coût de l'investissement au Ø 3.2.1.

...

c - Actions de développement - Minéralurgie :

Les études faites par SNIM à Zouérate sur les échantillons provenant des quelques sondages de reconnaissance, montrent, à l'évidence, que la maille de libération des oxydes de fer est de l'ordre de 80 microns et parfois inférieure.

Pour obtenir un concentré final à 69-70 % de fer total, il faut donc envisager d'amener le tout-venant à une granulométrie 100 % passant à 74 microns, soit à un d 80 de l'ordre de 40 à 50 microns.

Des essais préliminaires effectués par la ROYAL SCHOOL OF MINES de Londres et le laboratoire d'essais physiques de Zouérate semblent indiquer qu'il est possible d'intercaler, dans le processus de broyage fin, une préconcentration du minerai tout-venant. Cette préconcentration permettait d'éliminer carbonates et ferrosilicates et de n'envoyer au broyage final que la partie du tout venant contenant les oxydes de fer, seuls capables de conduire à un concentré définitif à très haute teneur.

On peut alors envisager un schéma de traitement du type de celui donné à la page suivante. Dans ce schéma, rendements et teneur des produits ont été calculés à partir des divers essais réalisés et ramenés, par calcul, à un tout-venant mine à 32 % Fe, qui correspond à la teneur estimée des minerais magnétiques devant alimenter les installations.

On notera que ce flow-sheet, très intéressant dans son principe, ne repose que sur un regroupement d'essais partiels effectués sur des "échantillons" ne pouvant, en aucun cas, être considérés comme représentatifs des réserves. Il demande à être précisé et confirmé au niveau de chacune des qualités retenues.

Sur la base des connaissances acquises à ce jour, on peut envisager d'entreprendre études et recherches minéralurgiques, de la manière suivante :

1 - ETUDE SYSTEMATIQUE DES ECHANTILLONS PROVENANT DES CAMPAGNES DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE (sondages, échantillonnage de surface...)

Le programme prévu pour les recherches géologiques entraîne une décomposition en deux temps des études minéralurgiques systématiques :

a) - Etude des échantillons provenant des recherches préliminaires

Les résultats obtenus doivent permettre de sélectionner la ou les zones du gisement pouvant faire l'objet d'un programme d'exploitation et devant, de ce fait, être systématiquement reconnues.

Il s'agit ici de déterminer les caractéristiques de base des minerais rencontrés, en particulier teneur en Fer total et en Fer magnétique. Ceci peut être fait par le Laboratoire de Zouérate moyennant un léger renfort en personnel et un complément d'équipement.

.../...

b) - Etudes des échantillons provenant des recherches détaillées

La zone à exploiter ayant été choisie suite aux résultats des études précédentes, il convient de mesurer systématiquement les caractéristiques des minerais en regard de leur aptitude à l'enrichissement suivant le flow-sheet estimé.

Compte-tenu de l'objectif du projet, il convient d'évaluer, en valeurs relatives au moins, deux caractéristiques essentielles :

- . la broyabilité qui conditionne les débits admissibles à l'alimentation d'une installation donnée,
- . les rendements poids et métal, en fin de séparation, correspondants à la production du super-concentré attendu à 69-70 de Fer; ces rendements conditionnent les tonnages de tout-venant à mettre en oeuvre pour assurer la production de concentré au niveau souhaité.
- . Il faut donc mettre au point un processus de tests standards permettant d'évaluer ces caractéristiques et de classer, par la suite, les minerais en fonction de leur valeur métallurgique.

La mise au point de ces tests demande de faire quelques études dans des laboratoires extérieurs. Leur application systématique peut, sans problème, être envisagée au laboratoire de Zouérate moyennant un renfort en personnel et un complément d'équipement.

2 - ETUDE PRELIMINAIRE DE LA MAILLE DE PRECONCENTRATION

Elle a pour objet de déterminer une enveloppe de la dimension à laquelle devrait être broyé le tout-venant pour que l'on puisse éliminer, par séparation magnétique basse intensité (SMBI), avant broyage fin, les éléments ferrifères autres que les oxydes. Les résultats de cette étude doivent permettre :

- . d'évaluer l'intérêt présenté par la préconcentration par rapport à un broyage de la totalité du minerai à la maille finale de 74 microns,
- . de déterminer, si préconcentration il y a, le mode de broyage à adopter pour la réaliser et les conditions (sec ou humide) dans lesquelles elle doit être faite.

En résumé, cette étude préliminaire doit permettre de déterminer le flow sheet général de la future usine et de concevoir une unité pilote.

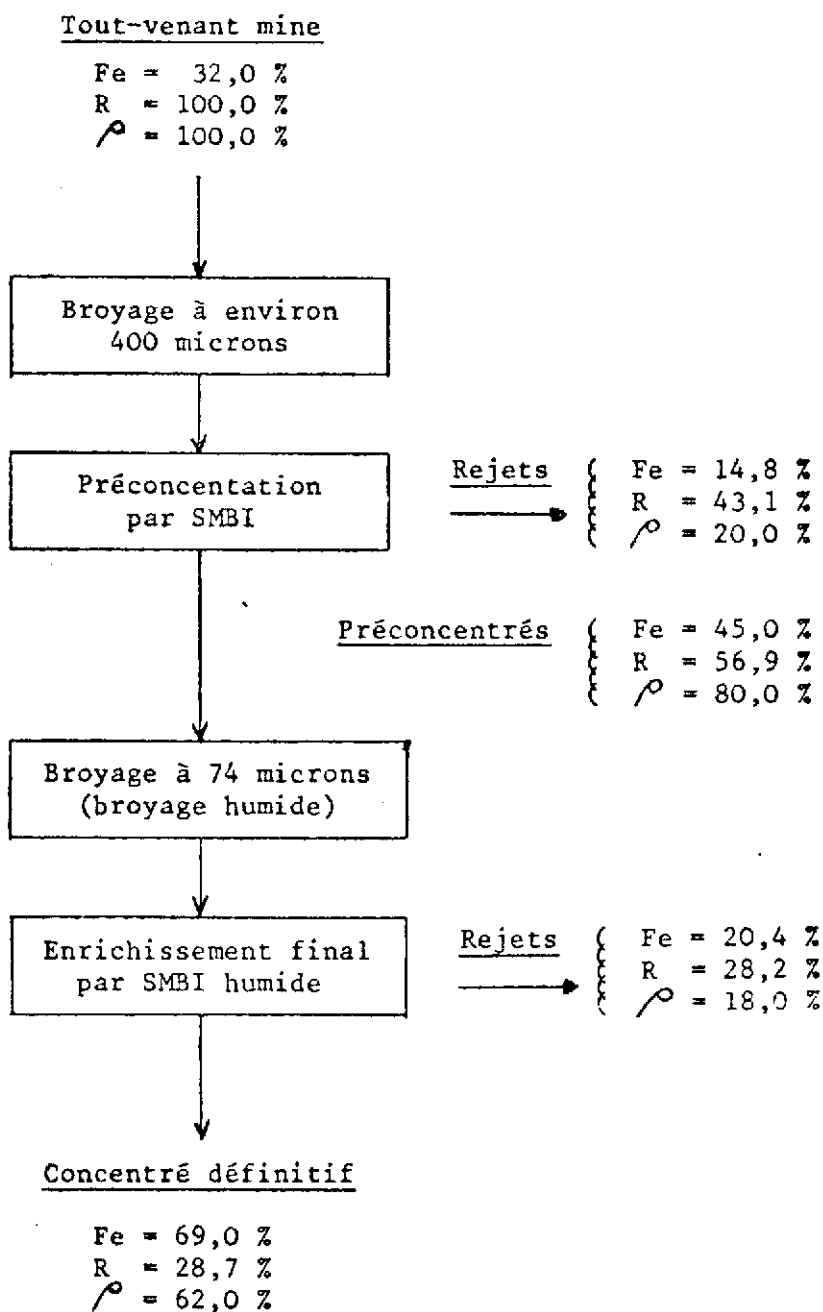
Ce travail peut être fait par le laboratoire de Zouérate.

3 - ETUDES EN USINE PILOTE

Conçue sur la base des résultats des recherches précédentes, l'unité pilote aura essentiellement pour but :

- . de mettre au point, d'une manière définitive, le schéma de traitement valable pour tous les minerais, ou mélanges de minerais, susceptibles d'être fournis par le mineur,
- . de déterminer, pour chaque qualité de tout-venant, les rendements, les consommations d'eau et d'énergie, les caractéristiques des produits finis... à attendre de l'installation industrielle,

SCHEMA DE TRAITEMENT ET BILANS ENVISAGES



Légence : R = rendement poids
ρ = récupération métal

- . de déterminer les paramètres de marche des principaux appareillages : broyeurs, séparateurs magnétiques, classificateurs, épaisseurs, filtres,
- . d'examiner les problèmes annexes au traitement proprement dit : lavage à l'eau douce, transport et manutention des concentrés, échantillonnage, pesées...,
- . d'amorcer une campagne de formation du personnel à une technologie qui pourrait être nouvelle,
- . de fournir à la Direction commerciale des échantillons pour essais de pelletisation chez les divers clients potentiels.

Compte-tenu du fait que le broyage final et l'enrichissement correspondant ne peuvent être faits qu'en humide (eau de mer), cette unité pilote serait construite à Nouadhibou.

Sa mise en place demande un certain nombre d'études d'engineering et sa réalisation engage des investissements non négligeables. Son exploitation pourra sans problème être assurée par du personnel SNIM formé et encadré par les responsables du PG 11 actuel.

d) Etudes économiques

Il conviendra :

- . d'estimer les coûts d'investissement (1),
- . d'élaborer un échéancier des dépenses d'investissement (1),
- . d'estimer le prix de revient. Ceci est basé, en particulier, sur un organigramme prévisionnel et des estimations de consommation de combustible, rechanges etc...
- . d'évaluer les recettes, basées sur le programme de production et le prix de vente FOB auquel aboutira l'étude de marché et les négociations avec les acheteurs,
- . d'établir une projection financière faisant ressortir le cash-flow annuel,
- . d'estimer la rentabilité intrinsèque du projet et la période de retour,
- . d'apprécier sa sensibilité aux variations du prix de vente, du prix de revient, du coût d'investissement, etc....

L'époque à laquelle ces études seront menées se situe tardivement dans le planning de développement, juste avant la parution du rapport de faisabilité. Bien entendu, bien avant cette époque, des études de dégrossissage successives seront entreprises.

...

(1) Investissement initial, investissements complémentaires, dépenses de renouvellement

e) Etude de marché

L'étude de marché devra comporter les volets suivants :

- . estimation de la demande de pellet-feed super riche, seule forme sous laquelle on envisage de vendre la production,
- . estimation de l'offre de ce produit dans l'avenir,
- . estimation du tonnage et du prix de ce produit que l'on mettra sur le marché,
- . le prix FOB tiendra compte d'une étude prévisionnelle des taux de fret.

Cette étude de marché pourra être menée en deux temps : une première étude sera entreprise dès le début des actions de développement. Elle sera l'occasion de nouer des contacts avec les acheteurs potentiels. Une deuxième étude ré-actualisera les résultats de la première juste avant la parution du rapport de faisabilité.

Bien entendu, entre ces deux étapes, les contacts avec les acheteurs potentiels seront multipliés, les négociations en vue d'obtenir des engagements d'achat seront entreprises, des échantillons de concentré seront préparés et seront expédiés aux usines réceptrices pour tests, etc....

f) Mine

Les études minières seront à réaliser dans quatre domaines :

1 - dessin des fosses

- . détermination du taux limite de découverture,
- . détermination de la pente des bords de fosse,
- . détermination de la densité des produits extraits,
- . réalisation des dessins de fosses ultimes.

2 - établissement des projets miniers

- . choix de la méthode d'exploitation,
- . détermination de la hauteur des gradins,
- . détermination de la maille de foration,
- . étude du chargement,
- . étude du roulage,
- . choix de l'emplacement du ou des concasseurs;

3 - détermination du parc d'engins

- . établissement des normes de production : coefficients de disponibilité, d'utilisation et performances horaires,

- . détermination du nombre d'engins suivant les différentes phases de développement,
- . détermination de la main-d'oeuvre,
- . établissement des normes pour le personnel de conduite et l'entretien et pour les équipes de tir,
- . détermination de l'encadrement et des services non directement productifs.

La durée totale de ces opérations, une fois les données disponibles, est estimée à 18 mois et leur coût à 50 000 000 (base janvier 1982).

g) Rapport de faisabilité

On a estimé la rédaction et la préparation du rapport de faisabilité à une année après la collecte de toutes les informations nécessaires.

Le coût de cette opération est estimé à 250 000 000 UM du début 82.

h) Recherches de financement, ingénierie et construction

Le coût de ces opérations est déjà inclus dans l'investissement paragraphe 3.2.1 et leur délai global est estimé à 5 années.

3.3.3 Devis estimatif des opérations de développement

1 - Section géologie (base janvier 82)

Les coûts sont estimés de la même manière que pour les recherches du TIRIS. Cependant, pour tenir compte de la nouveauté des études géologiques à effectuer et de l'éloignement par rapport à Zouérate, on a estimé que le potentiel géologie et topographie serait employé à 70 % sur le LEBZENIA.

D'autre part, une dépense supplémentaire pour la marche d'un camp de base sur le gisement a été estimé à 2 MUM par mois.

a) recherches préliminaires

- sondages : 8 000 m x 5.350 UM.....	42 800 000
- géologie : 15,231 MUM x 0,7 x 2 ans..	21 323 000
- topographie : 2 734 MUM x 0,7 x 2 ans	3 828 000
- laboratoire : 8 000 m x 165 UM.....	1 320 000
- camp et divers : 2 MUM x 18 mois.....	36 000 000

TOTAL a..... 105 271 000

b) recherches détaillées

- sondages : 30 700 m x 5.350 UM....	164 245 000
- géologie : 15,231MUM x 0,7 x 3 ans	31 985 000
- topographie : 2,734MUMx0,7x3 ans..	5 741 000
- laboratoire : 30 700 m x 165 UM...	5 065 000
- galerie d'échantillonnage : 300 m x 50 000 UM/m.....	15 000 000
- transport échantillons (LEBZENIA-NOUADHIBOU).....	6 000 000
- camp et divers : 2 MUM x 45 mois..	90 000 000

Total b 318 036 000

TOTAL GEOLOGIE : 423 307 000 UM

2 - Section hydrogéologie

Les coûts annuels sont donnés ci-dessous :

- topographie	1 000 000 UM/an
- géologie.....	4 000 000 UM/an
- géophysique.....	6 000 000 UM/an
- sondages de reconnaissance....	15 000 000 UM/an
- essais de pompage.....	1 000 000 UM/an

Le total des dépenses de recherches est résumé ci-après en MUM :

- topographie.....	4.0
- géologie.....	16.0
- géophysique.....	24.0
- sondages.....	60.0
- essais pompage.....	4.0

108.0

...

3 - Section minéralurgie

a) Etude en laboratoire des échantillons de recherches prélimi-
naires

	TOTAL
. complément en matériel.....	2 500 000
. complément en personnel (à partir de juin 1982).....	6 000 000
. fournitures + analyses (à partir de juin 1982).....	2 000 000
	<hr/> 10 500 000

b) Mise au point des tests standards

. études extérieures.....	400 000
. complément en matériel.....	200 000
. complément en personnel.....	0
. fournitures + analyses.....	100 000
	<hr/> 700 000

c) Etude en laboratoire sur échantillons de recherches détaillées

. complément en matériel.....	0
. complément en personnel (à partir de mai 1984).....	15 200 000
. fournitures + analyses (à partir de mai 1984).....	4 000 000
	<hr/> 19 200 000

d) Etudes de la maille de préconcentration

. complément en matériel.....	0
. complément en personnel.....	0
. fournitures + analyses.....	200 000
	<hr/> 200 000

e) Usine Pilote

. travaux d'ingenierie.....	30 000 000
. réalisation (fourniture + montage)...	270 000 000
. exploitation (personnel + fournitu- res + analyses) (à partir de sep- tembre 1986).....	75 000 000
	<hr/> 375 000 000

Total Minéralurgie..... 405 600 000 UM

Soit un total de :

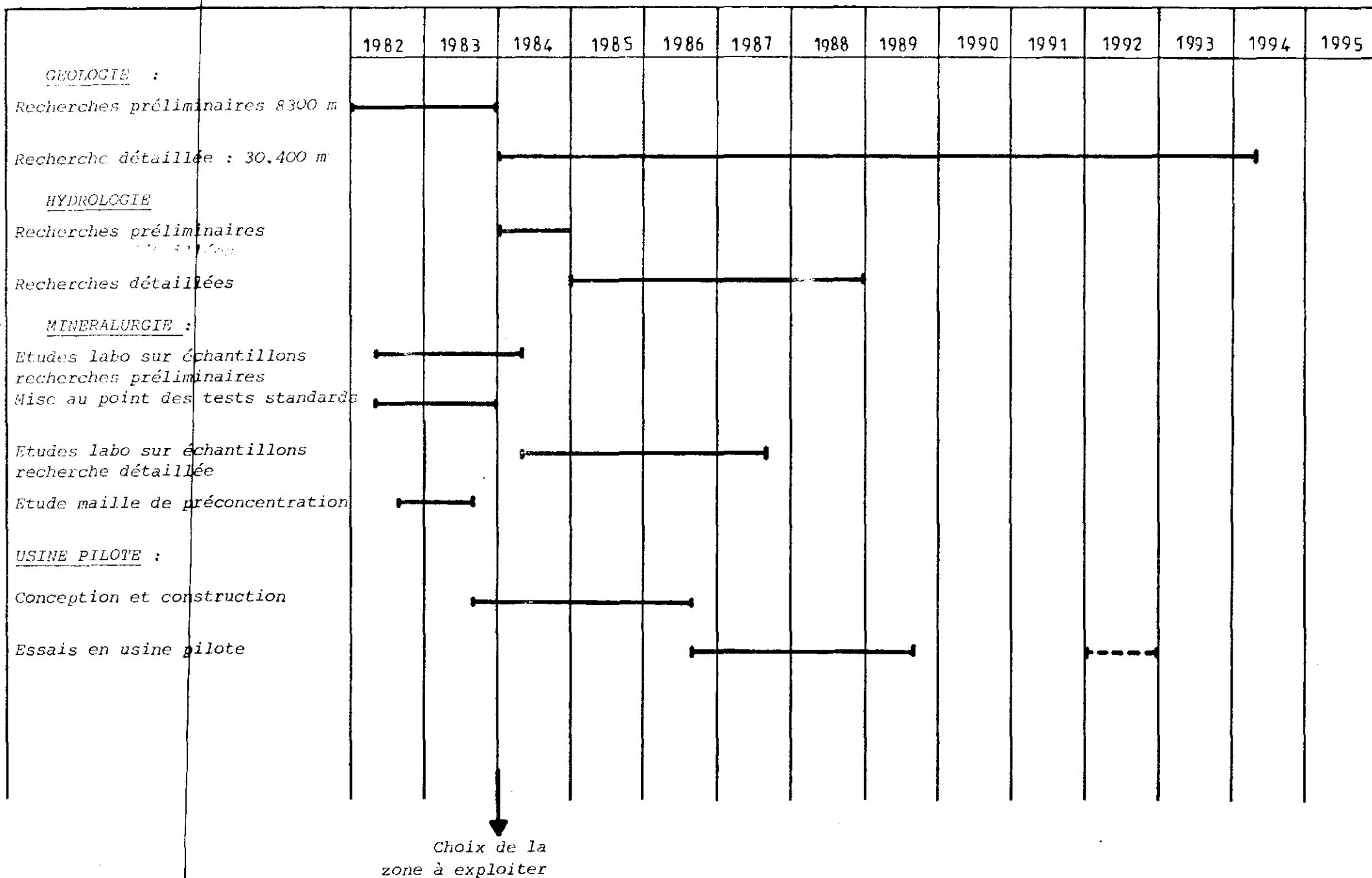
- géologie.....	423 307 000
- hydrogéologie.....	108 000 000
- minéralurgie.....	405 600 000
- rapport de faisabilité + divers.	300 000 000

1 236 907 000 UM

3.3.4 Planning
cf fig. 9 ci-jointe.

...

FIG:9



I - ACTIONS DE DEVELOPPEMENT

Le programme de développement présenté dans ce rapport est compatible avec les moyens de recherches disponibles à la SNIM à l'exception toutefois de l'usine pilote du TASIAST qu'il va falloir concevoir et commander chez un constructeur.

Les dates fixées par la Direction Générale pour le démarrage des différentes phases de ce projet étant très raisonnables, nous n'avons pas eu besoin de passer par des pointes de travail demandant à la SNIM un accroissement de potentiel en homme et en machine.

Nous avons considéré que :

- pour le TIRIS

- . il existe déjà des réserves importantes prouvées qui, moyennant des compléments de recherches peu coûteux, pourraient déjà servir de support à notre projet pour 20 ans,
- . les réserves complémentaires permettant de maintenir le niveau de production à 15 MT/an de sinter-feed jusqu'en 2019 seront à prouver d'ici à 1999,
- . les recherches hydrogéologiques dans le Tiris devront démontrer avant 1993 l'existence des réserves en eau douce et en eau saumâtre, nécessaires à ce projet.

- pour le TASIAST

Le programme proposé permettra avant 1989 :

- . de prouver les réserves nécessaires à l'alimentation de la phase I,
- . de déterminer le ou les schémas de traitement de ces minerais après essais sur usine pilote construite pour le Tasiast et de définir les paramètres économiques à prendre en compte pour le rapport de faisabilité,
- . de prouver l'existence de réserves d'eau nécessaires à la totalité du projet Tasiast.

Comme pour le Tiris, le programme de recherches minières devant prouver les réserves de la phase II est plus étalé dans le temps, mais la date butoire de fin de ces recherches est beaucoup plus proche et se situe en 1994.

Le planning général des actions de développement présenté en fig. 10 maintient pour les services de recherches une charge de travail relativement constante dans le temps et compatible avec leurs moyens.

Il est en outre suffisamment souple pour permettre à un moment donné de mettre le "paquet" sur tel ou tel gisement.

Enfin, ce planning répond bien aux divers rendez-vous fixés par la DG 702, mais peut-être compressé dans le temps si besoin était moyennant des dépenses supplémentaires en hommes, matériel et études à l'extérieur.

II - COUT DES ACTIONS DE DEVELOPPEMENT (10^3 UM de 1982)

Le coût de ces actions de développement est donné dans le tableau ci-dessous :

	TIRIS	TASIAST
Géologie	374 457	423 307
Hydrogéologie	203 600	108 000
Minéralurgie	143 000	405 600
Rapport de faisabilité & études diverses	150 000	300 000
TOTAL	871 057	1 236 907

On remarque que le Tasiast est terriblement handicapé par la minéralurgie où tout reste à faire en particulier la conception et la construction d'une usine pilote, mais en comparaison de la phase I du PG 11, l'ordre de grandeur est très raisonnable.

Il faut être prudent dans la comparaison TASIAST-TIRIS car les réserves à prouver et les traitements à mettre au point ne sont pas les mêmes, le TIRIS bénéficiant déjà de tous les acquits de la phase I des Guelbs.

III - COUT DE L'INVESTISSEMENT (US \$ janvier 1982)

- Tiris : construction d'une unité de 9 MT/an de concentrés

Le coût total s'élève à 550 000 K US \$, soit 61,11 \$/t à comparer aux 400 000 K US \$ de la phase actuelle du PG 11 correspondant à un investissement de 66,66 US \$/t.

Ce coût comprend en particulier la construction au port de Nouadhibou d'un quai minéralier situé à proximité et au sud du quai existant avec ses manutentions (un poste à quai : 8 000 t/h nominal) et des travaux de dragages (16 000 K US \$) qui seront complétés lors de la mise en route du projet Tasiast afin de pouvoir recevoir des bateaux de 180 000 TDW.

- Tasiast : construction de deux unités de 6 MT/an et 9 MT/an de superconcentrés

Le coût très approximatif de ce projet se situe aux alentours de 1 725 000 K US \$ si l'on maintient la proposition de construction d'une nouvelle voie ferrée TASIAST-NOUADHIBOU pour tenir compte du mauvais profil de la voie actuelle et à 1 595 000 K US \$ si l'on ne construit qu'un embranchement de 50 km reliant cette dernière au gisement de Lebzenia.

L'investissement correspondant est respectivement de 115,0 US \$/t et de 106,0 US \$/t.

IV - PRIX DE REVIENT (UM de janvier 1982)

Les coûts ci-dessous sont des coûts de production sans frais généraux ni amortissement. Ils sont eux aussi très approximatifs surtout en ce qui concerne le TASIAST pour lequel nous ne disposons que de peu d'éléments :

- Tiris - phase I.....	614,4 UM/t
- Tiris - phase II.....	645,4 UM/t
- Tasiast - phases I et II.....	818,0 UM/t

Par rapport à la phase I des Guelbs, la phase II est pénalisée par un taux de découverture légèrement plus élevé, un moins bon rendement poids de la concentration et un transport ferroviaire pour ramener à l'usine du Rhein le minerai des autres Guelbs.

Cependant, au démarrage ces deux prix peuvent être proches l'un de l'autre si l'on décide de traiter sur les deux usines le même minerai pendant un certain temps.

*

*

*

S'il est à présent trop tôt pour se prononcer sur la rentabilité des projets du Tasiast, nous pensons être de la plus grande importance pour la SNIM et la Mauritanie d'opter définitivement pour le passage à 9 MT.an de la phase II des Guelbs et, parallèlement, de réaliser le programme de recherches proposé dans ce rapport et qui permettra de lever toute équivoque sur le Tasiast.

Si la SNIM considère ce programme de développement financièrement assez lourd pour elle, elle peut chercher des associés et créer un consortium pour la promotion des recherches dont elle doit assurer la gestion en raison de son expérience en la matière.

...

Les difficultés actuelles que rencontrent les mines de fer dans tous les pays du monde ne peuvent en effet se poursuivre plus longtemps sans tuer la profession. Aussi, il est probable qu'un relèvement substantiel des prix de ce minéral intervienne au cours des prochaines années rendant rentables des projets qui ne l'étaient pas.

Ceci profitera surtout aux projets qui auront déjà pris de l'avance et notre projet de développement devrait faire partie de ceux-là.

PLANNING GENERAL INDICATIF DES OPERATIONS DE DEVELOPPEMENT POUR PORTER LA PRODUCTION
DES CONCENTRES DE L. SNIM DE 12 à 30 M/AN

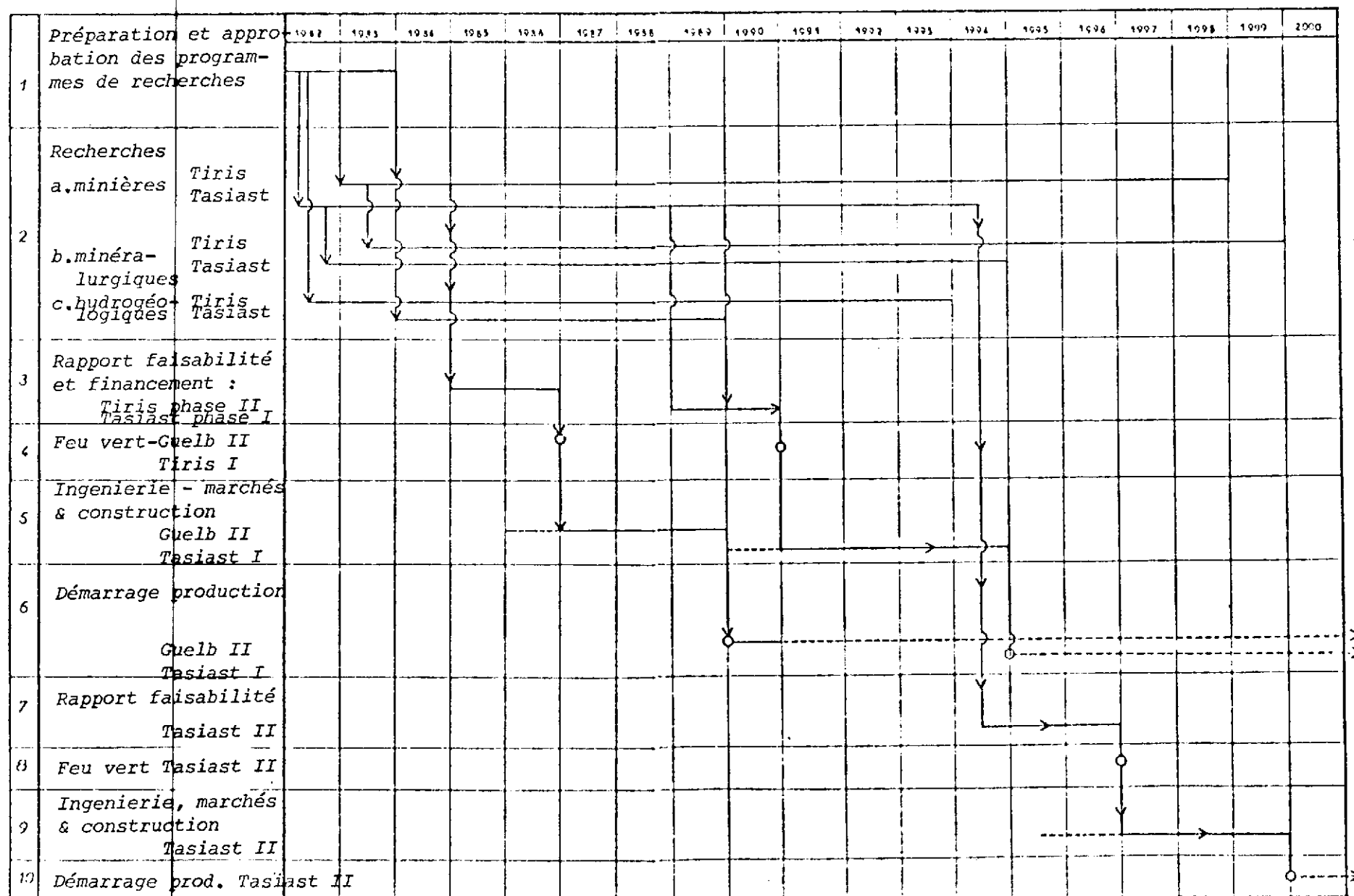


Fig. 11 : Mètrage et Planning général des sondages de recherches (Minerais et eau)

Machines	Localisation	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	Total
Percutants	<u>Mineral</u>																		
	Tasiast	2880	1420	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1430	1430	-	-	-	-	-	19.400
	Tiris	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	160
	<u>Eau</u>																		
	Tasiast	-	-	2000	2000	2000	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8000
	Tiris	4.600	3.600	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	1.225	-	-	-	-	-	-	-	18.000
Parottés	<u>Mineral</u>																		
	Tasiast	2460	1540	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	1530	-	-	-	-	-	19.300
	Tiris	720	3000	3000	-	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2700	2510	2510	2510	2510	2480	40.840
	<u>Eau</u>																		
	Tasiast	-	-	-	1.200	500	500	500	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.200
	Tiris	1000	-	390	1.170	-	-	390	390	390	390	390	390	-	-	-	-	-	4.900
Total Percutants		7640	5020	4755	4755	4755	4755	2755	2755	2755	2755	1430	1430	-	-	-	-	-	45.560
Total Parottés		4180	4540	4920	3900	4730	4730	5120	5120	4620	4620	4620	4620	2510	2510	2510	2510	2480	68240

