



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

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



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

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

FAIR USE POLICY

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

CONTACT

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

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

Distr. RESTREINTE

DP/DIR.8/81
28 juin 1978
Français

07503

**FABRICATION
DE PLATRE
ET D'ELEMENTS
PREFABRIQUES
EN PLATRE,**

IS/MAU/75/008

MAURITANIE.

RAPPORT FINAL

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



Organisation des Nations Unies pour le développement industriel

Programme des Nations Unies pour le développement

FABRICATION DE PLATRE
ET D'ELEMENTS PREFABRIQUES EN PLATRE

IS/MAU/75/008

MAURITANIE

Rapport final

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

D'après l'étude de M. Arrigo Vianello, expert de l'ONUDI

Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
Vienne, 1976

Notes explicatives

Sauf indication contraire, le terme "dollar" (\$) s'entend du dollar des Etats-Unis d'Amérique.

L'unité monétaire de la Mauritanie est l'ouguiya (UM). Durant la période sur laquelle porte le présent rapport, la valeur du dollar des Etats-Unis d'Amérique en UM était : 1 \$ = 48 UM.

Sauf indication contraire le terme "tonne" désigne une tonne métrique.

Les sigles suivants ont été utilisés dans la présente publication :

BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
FIDIC	Fédération internationale des ingénieurs-conseils
SNIM	Société nationale industrielle et minière
SOCOCIM	Cimenterie de Rufisque
SOMIMA	Société minière de Mauritanie

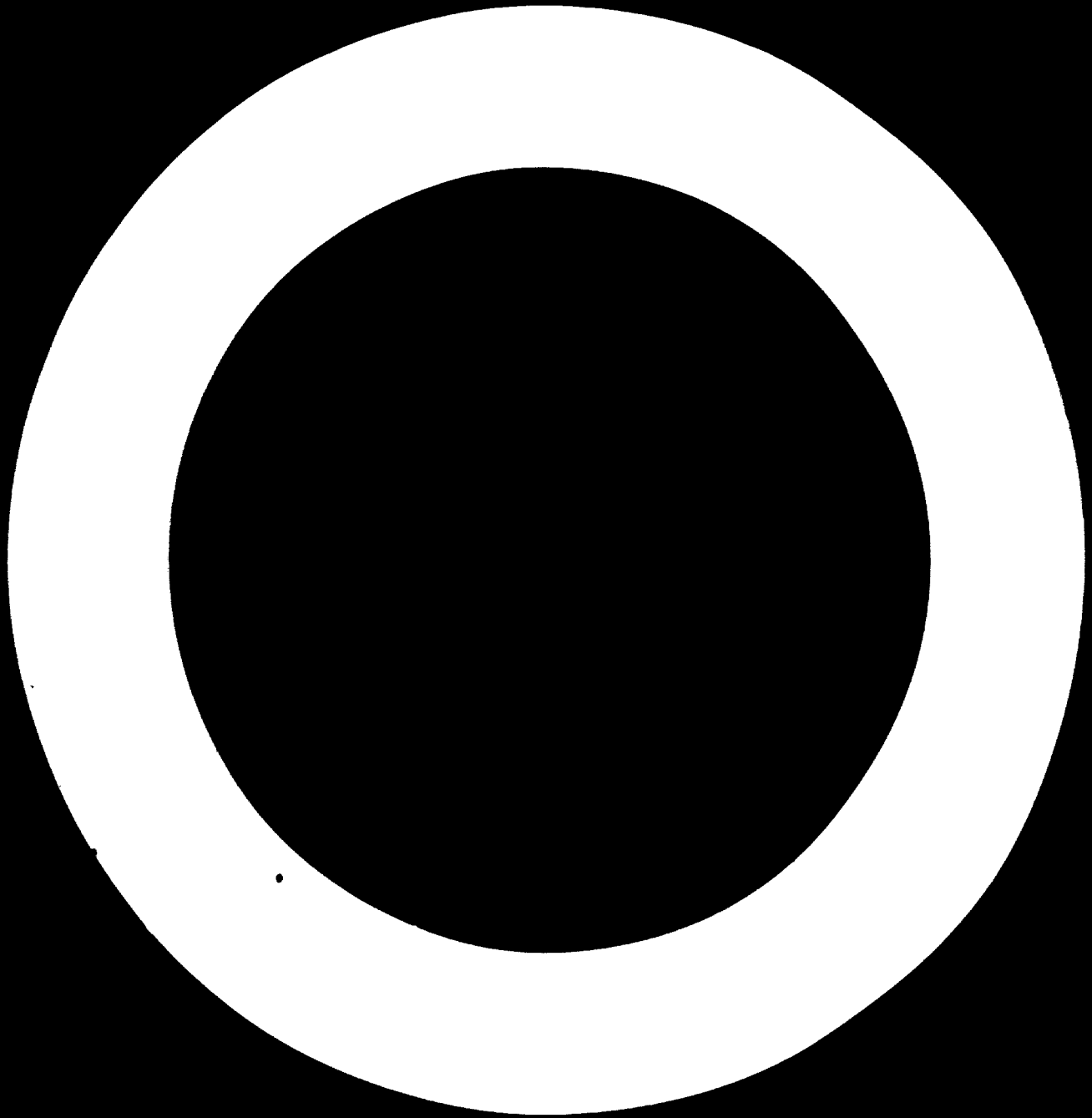
Abréviations de caractère technique

f.o.b.	free on board
kcal	kilocalorie
kV	kilovolt
kWh	kilowattheure

Les appellations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part du Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

TABLE DES MATIERES

<u>Chapitres</u>	<u>Pages</u>
RESUME	5
I. ACTIVITES RELATIVES AU PROJET	6
A. Examen et mise à jour des études préalables	6
B. Données de base relatives au gypse dunaire	11
C. Etude du marché et des possibilités existantes	14
D. Production du plâtre	16
E. Données financières	20
F. Cahier des charges	27
II. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	34
Annexe. Liste des personnalités rencontrées	36
<u>Tableaux</u>	
1. Résultats des analyses des échantillons	12
2. Production de plâtre	17



RESUME

La mission réalisée par l'expert de l'ONUDI, M. Arrigo Vianello a eu lieu du 25 avril au 24 juin 1976. Il s'agissait d'une étude de faisabilité concernant la fabrication du plâtre et d'éléments préfabriqués en plâtre en Mauritanie.

Le projet, IS/MAU/75/008, a été entrepris à la suite d'une demande présentée par le Gouvernement mauritanien au titre des Services industriels spéciaux, par l'intermédiaire du Ministère des affaires étrangères, le 20 janvier 1975. Cette demande a été approuvée par le PNUD et l'ONUDI le 24 février 1975.

Pendant la durée de son séjour, l'expert a été détaché auprès de la Société nationale industrielle et minière (SNIM), à Nouakchott, Mauritanie. Des études préalables avaient été faites par d'autres experts de l'ONUDI, MM. A. Laurent et J.O. Grane, dont les rapports ont été mis par les bureaux mauritaniens à la disposition de l'expert, qui a pu bénéficier également des études entreprises de 1964 à 1965 par MM. R. Gouzes, J. Laleye, L. Sangaré et présentées par le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM); en 1967 par M. A. Laurent; en décembre 1970 par M. J.O. Grane; en janvier 1971 par M. Thévenon; en mars 1971 par MM. Lambert et Maréchal; en décembre 1971 par la Société minière de Mauritanie (SOMIMA); en septembre 1974 par la Compagnie mauritanienne d'études techniques et économiques. M. Vianello a procédé tout d'abord à l'examen et à la mise à jour de ces rapports.

La liste des personnalités rencontrées au cours de la mission et dont l'assistance a été précieuse figure en annexe à ce rapport.

L'expert a aussi examiné le gisement, la carrière d'exploitation de gypse dunaire - ainsi que le chantier correspondant - qui assure actuellement en moyenne une livraison d'un millier de tonnes par mois à la cimenterie de Rufisque (SOCOCIM) au Sénégal et rendu visite à l'atelier d'entretien et de réparation de la SNIM, actuellement en cours de construction et destiné à assurer l'entretien et les réparations du parc automobile et de l'équipement mécanique de la SNIM.

I. ACTIVITES RELATIVES AU PROJET

A. Examen et mise à jour des études préalables

Un bref aperçu des rapports sur les études préalables réalisées, accompagné des commentaires de l'expert, est donné à la suite par ordre chronologique :

1. Etude du gisement de gypse de la bordure sud de la Sebkra de Ndaghamcha par R. Gouzes, J. Laleye, L. Sangaré - 1964-1967

L'étude fait état de différentes reconnaissances de terrain exécutées :

- en 1957 par un détachement militaire
- en 1957 par le laboratoire des Bâtiments et travaux publics de Dakar, le long de la piste Teeila - Monument de Moutounzi
- une autre par Setophon
- une autre encore, sous les auspices du BRGM, plus détaillée autour du km 72 sur le parcours Nouakchott-Akjoujt, où l'on a établi l'existence de gypse contenant 84 % de $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, mais avec un contenu moyen de 1,09 de NaCl, ainsi que la présence d'un minéral de gypse incohérent, nommé "gypse dunaire", à 55 km de Nouakchott, et présentant au cours des premiers essais un contenu de 92 à 96 % de $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, contenu estimé très intéressant.

2. Etude réalisée en 1967 par M. A. Laurent, expert de l'ONUDI

Bien que le rapport remis ne soit pas complet, on en déduit que l'expert se proposait d'utiliser le gypse dunaire et, en particulier, le gypse provenant des dunes vives, à la suite d'analyses et d'essais de cuisson réalisés dans un laboratoire de recherches, en France, signalé par la Fédération Française des exploitants du gypse et du plâtre.

Les analyses donnent une composition moyenne de 96,48 % de $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ et 1,23 % de Si O_2 . Le contenu de NaCl n'est pas encore déterminé.

Les essais de cuisson, en petit four rotatif de laboratoire, à la température de 185°C, donnent un produit qui atteint 45,3 kg/cm² et convient au moulage en série. Il s'agit évidemment d'anhydrite instable (anhydrite alpha),

c'est-à-dire hydratable avec une certaine lenteur parce que non additionnée de semi-hydrate ($\text{Ca SO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$) que l'on obtient en chauffant le gypse à partir de 128°C.

Le semi-hydrate a toujours une prise très rapide - généralement trop rapide.

M. Laurent a donc commencé à examiner d'une façon systématique la possibilité d'établir une usine de production de plâtre en Mauritanie, près de Nouakchott et d'écrire un rapport qui constitue en même temps une vulgarisation des possibilités d'utilisation du plâtre dans les travaux de génie civil et dans d'autres domaines.

3. Rapport établi par M. J.O. Grane, expert de l'ONU, en décembre 1970

Ce rapport représente un travail très détaillé et analytique.

Les conclusions auxquelles M. Grane aboutit sont valables à la lumière des travaux de recherche scientifique, très limités, existants à cette date.

M. Grane a pris en considération soit le gypse "compact", remarquablement impur (85 % de $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), soit le gypse dunaire remarquablement pur (95 % en moyenne de $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$).

Le gypse compact est utilisable dans la technologie du ciment comme retardateur de prise mais n'est pas à conseiller dans la technologie des plâtres.

Le gypse dunaire peut être utilisé dans la production des plâtres et naturellement aussi dans celle du ciment, ce que confirment les livraisons continues et régulières à la cimenterie de Rufisque.

Les études de marché faites à cette époque (1970) autorisent à conseiller d'établir pour le moment une petite installation pilote de production de plâtre dans le but d'introduire graduellement l'utilisation des plâtres dans les travaux de bâtiment.

Selon M. Grane, l'usine pourrait être située à Nouakchott ou à Rosso. Il souligne la difficulté d'obtenir des coûts peu élevés en l'absence d'un réseau routier efficace qui permettrait des transports à des prix rentables et la distribution du produit dans le pays.

Il note aussi l'inefficacité des moyens d'embarquement et de débarquement au "wharf" et les coûts par conséquent trop élevés qui ne favorisent ni l'importation ni l'exportation, surtout dans le cas de marchandises très pauvres comme le ciment, le plâtre, la chaux.

M. Grane souhaite en outre que des études soient faites pour établir la possibilité de produire le ciment en partant du calcaire de coquilles et en recherchant les argiles nécessaires.

Au cours de son rapport, M. Grane mentionne également la découverte d'un gisement de gypse rocheux dans le sous-sol de la ville de Nouakchott, dont l'existence s'est révélée pendant un forage hydrique. Ce gisement atteint jusqu'à 25 mètres d'épaisseur.

On ne possède pour le moment (1976) aucune analyse ou étude s'y rapportant

4. Rapport établi par M. Thevénon en janvier 1971

Le Service géologique a commencé de procéder à un échantillonnage détaillé de la région qui se trouve au sud de la route Toueil - embranchement Coppolani-Akjoujt, selon les prescriptions et les recommandations de M. Grane.

5. Rapport établi par MM. Lambert et Maréchal en mars 1971

Ce rapport confirme, en fait, les prévisions de M. Grane et commence à énumérer quelques possibilités d'utilisation du gypse dunaire :

- Gypse cru pour la cimenterie de Rufisque
- Gypse cru pour les autres pays que l'on pourrait approvisionner par mer (Côte d'Ivoire, Togo), pourvu que l'on équipe Nouakchott d'un nouveau wharf ou bien d'un port maritime.

6. Analyses du gypse dunaire, selon les indications de M. Grane, exécutées par la Société minière de Mauritanie (SOMIMA)

Il s'agit de 90 analyses réunies dans un dossier de grande utilité dans lesquelles on a déterminé perte au feu, CaO, SO₃, Na₂O, Cl, mais ni argile ni silice.

7. Etude préliminaire pour la commercialisation du plâtre en Mauritanie par la Compagnie mauritanienne d'études techniques et économiques, en septembre 1974

Plus que d'une étude, il s'agit d'un travail de vulgarisation de l'emploi du plâtre en Mauritanie accompagné d'analyses économiques sur les prix possibles du plâtre et des produits de plâtre que l'on pourra lancer sur le marché et, en même temps, de quelques essais de comparaison de l'incidence du coût du ciment et de celui du plâtre dans la réalisation de produits manufacturés et d'oeuvres pour le bâtiment. En effet, puisqu'il n'existe pas encore un marché du plâtre en Mauritanie, on peut seulement faire des hypothèses en se basant avec beaucoup de précaution sur le remplacement d'un pourcentage de la consommation annuelle de ciment Portland ordinaire en Mauritanie.

A partir de l'étude des ouvrages existants et des efforts de recherche et vérification géologiques, minéralogiques et chimiques menés à terme jusqu'à présent, on peut établir ce qui suit :

- a) Il existe un minerai de gypse capable de fournir un plâtre de qualité; c'est le gypse incohérent, sableux dit "dunaire";
- b) Il existe en quantité suffisante pour permettre de mettre en route une activité industrielle capable de fonctionner pendant de nombreuses années;
- c) Les réserves vérifiées avec une certitude suffisante s'élèvent à 14 millions de tonnes;
- d) La teneur moyenne en sulfate de calcium bihydraté est régulièrement entre 95 et 96,5 %;
- e) La salinité se maintient dans les limites;
- f) L'exploitation de la carrière ne pose pas de problèmes, même si la couche utile est plutôt d'épaisseur réduite (entre 0,8 et 2,00 m);
- g) On rencontre assez peu de variations de composition latérale, susceptibles de créer des difficultés;
- h) La petite couche superficielle présente généralement un titre de salinité élevé mais l'excavation provoque une homogénéisation avec le restant du gisement, de sorte que le titre de salinité de toute l'épaisseur exploitable reste dans les limites;

- i) Par contre, on n'a pas encore, jusqu'à présent, procédé à la détermination chimique d'autres composants : Si O_2 ; $\text{Al}_2 \text{O}_3$; $\text{Fe}_2 \text{O}_3$; $\text{K}_2 \text{O}$, qui doivent composer le résidu inconnu. En tout cas, le montant du résidu inconnu atteint en moyenne 2 à 3 %, de sorte qu'on peut prévoir qu'il n'entraînerait d'ennuis ni pendant le chauffage ni, souhaitons-le, dans l'utilisation du produit (efflorescences, couleurs, etc.).

L'expert a également recueilli des informations sur la possibilité d'exécuter directement en Mauritanie des travaux de construction de charpentes et de chaudronnerie. Mais cette possibilité n'existe pas. L'atelier mécanique de la SNIM n'est pourvu ni de calandres ni de machines à couper et chanfreiner les tôles et plaques d'acier.

Les éventuels fournisseurs d'équipements industriels seront donc obligés de fabriquer silos, trémies, conteneurs, charpentes et échafaudages chez eux, et d'en prévoir l'assemblage et le montage sur place, en Mauritanie.

La rencontre de l'expert avec le Directeur général de la SNIM a abouti à la décision d'entreprendre en quantité prudemment limitée au départ la production des plâtres, de façon à permettre l'ouverture technique et commerciale de l'emploi des plâtres sans courir le risque d'installer une usine trop grande, étant donné que très peu d'expériences ont été faites en Mauritanie en matière d'utilisation des plâtres.

L'expert, accompagné de M. Vanderbenden a rendu visite à l'organisation Carretanche qui réalise, à côté d'autres activités de production de matériaux de construction, le premier essai de production de plâtre en Mauritanie (Carreaux en marbre; agglomérés en béton de ciment et coquille calcaires, de 20 x 15 x 40 cm, avec 55 % de vide; carreaux et hourdis en plâtre). Le plâtre est produit à partir de gypse dunaire dans un four très rudimentaire, chauffé au bois. Il n'y a aucun contrôle de température et, par conséquent, la qualité du produit n'est pas homogène parce que le produit n'est pas uniformément cuit. Le plâtre produit chez Carretanche doit donc être un mélange de gypse insuffisamment cuit, moyennement cuit et trop cuit (gypse bihydrate, gypse semi-hydrate et anhydrite).

L'expert a constaté qu'un certain nombre de hourdis moulés à la main présentent des fissurations, dues évidemment aux poussées mécaniques causées par les particules qui s'hydratent avec beaucoup de retard par rapport au durcissement plus rapide du semi-hydrate.

En outre le plâtre produit par Carretanche n'est pas broyé, de sorte qu'on ne peut pas améliorer la qualité et augmenter en même temps les résistances. Le broyage pourrait sans doute le permettre.

B. Données de base relatives au gypse dunaire

Après examen des travaux et ouvrages techniques réalisés jusqu'à présent, on peut, pour justifier et entreprendre la production du plâtre en Mauritanie, faire état comme suit des connaissances dont on dispose sur le gypse dunaire.

La matière première existe en quantité suffisante.

La première analyse chimique assez détaillée et qui constitue la seule bonne analyse faite jusqu'à aujourd'hui, correspondant à un contenu de 94,9 % de $\text{Ca SO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, est la suivante :

	<u>En pourcentages</u>
Perte au feu	21,30
CaO	32,40
SO ₃	44,12
Si O ₂	0,93
Al ₂ O ₃	0,60
Fe ₂ O ₃	Traces
MgO	0,30
CO ₂	0,62
Na Cl	0,41
	<hr/>
	100,68

Note de l'expert : CO₂ = 0,62 % doit nécessairement faire part de la quantité perdue au feu (21,30 %), donc le total analysé descend à 100,06 %. Cette analyse est contenue dans le rapport du BRGM (1967)

En décembre 1971, des analyses ont été réalisées par la SOMIMA à Akjoujt, sur 90 échantillons de gypse dunaire (dune vive) correspondant à la zone de la carrière exploitée en ce moment.

Tableau 1. Résultats des analyses des échantillons^{a/}

	Perte au feu à 900°	CaO	SO ₃	Na ₂ O	Cl	Total
			(en pourcentages)			
Puits No 1 (Divisé par 6)	131,33	191,08	262,67	0,454	0,556	
	21,89	31,85	43,78	0,075	0,093	97,688
	22,80	30,00	40,78	0,266	0,253	NaCl toujours élevé à la surface
Puits No 2a (Divisé par 7)	150,71	221,62	306,75	0,295	0,348	
	21,53	31,66	43,82	0,042	0,050	97,10 NaCl toujours élevé à la surface
Puits No 2b (Divisé par 6)	128,30	188,04	258,77	0,232	0,313	
	21,38	31,34	43,13	0,039	0,052	95,94
Puits No 2c (Divisé par 6)	129,16	189,32	261,70	0,233	0,334	
	21,52	31,55	43,62	0,039	0,057	96,785
Puits No 3 (Divisé par 5)	108,55	157,10	216,20	0,184	0,385	
	21,71	31,42	43,24	0,037	0,077	96,484
Puits No 4 (Divisé par 5)	106,40	158,09	221,58	0,177	0,215	
	21,28	31,62	44,31	0,036	0,043	97,09

^{a/} Les analyses ont été faites sur divers échantillons, les valeurs obtenues en prenant la moyenne arithmétique.

	Perte au feu	CaO	SO ₃	Na ₂ O	Cl	Total
	(en pourcentages)					
Puits No 5a (Divisé par 4)	79,50	126,62	180,30	0,172	0,215	
	19,90	31,65	45,08	0,043	0,059	96
Puits No 5b (Divisé par 6)	128,21	187,41	265,51	0,510	0,755	
	21,37	31,23	44,25	0,085	0,126	97,06
Moyenne générale : 45 échantillons						
	21,325	31,54	43,53	0,049	0,069	96,51

- Remarque : - L'homogénéité est très grande sauf :
- La concentration saline est plus élevée à la surface du gisement (quelques centimètres)
 - Le contenu moyen constant est de 95,96 % de Ca SO₄ . 2H₂O

C. Etude du marché et des possibilités existantes

1. Analyse de la situation

Le minerai de gypse cru est accepté sans difficulté par la cimenterie de Rufisque.

Le chantier de l'entreprise Carretanche produit déjà, quoique de façon rudimentaire et incontrôlée, du plâtre grossier permettant de produire du béton de plâtre et coquilles, des carreaux et des hourdis. Des essais d'enduit ont été exécutés.

Le gisement est assez proche de la ville de Nouakchott, qui est à présent le marché et le centre de distribution le plus important de Mauritanie.

Les industries de construction et du bâtiment sont en train de s'accroître en Mauritanie et la consommation de ciment entièrement importé et vendu à des prix très élevés a presque atteint le chiffre de 100 000 tonnes en 1975.

On peut envisager de remplacer un bon pourcentage de la consommation de ciment en utilisant du plâtre de bonne qualité contrôlée dans plusieurs travaux de bâtiment : cloisons à l'intérieur; murs portants dans de petits bâtiments à un seul étage et à rez-de-chaussée et un étage; enduits; plafonds; planchers; carreaux et hourdis moulés préfabriqués.

Un intérêt manifeste existe pour cette production et le Gouvernement mauritanien est bien décidé à promouvoir la production du plâtre

On envisage aussi l'exportation du gypse et du plâtre (à la condition toutefois que l'infrastructure nécessaire aux transports routiers et maritimes soit mise en oeuvre).

On est en train de construire une grande route qui reliera l'ouest et l'est jusqu'aux frontières du Mali, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives de marché.

Le Centre d'études de SOCOCIM a pour but de construire des maisons populaires à des prix très bas et s'intéresse aux différentes utilisations du plâtre.

On voudrait aussi aboutir à la production de petites maisons préfabriquées (ce qui est assez facilement réalisable avec le plâtre).

Les idées et les programmes existent, même si on ne dispose pas encore de détails ni de chiffres; on peut donc envisager avec confiance un commencement de production à l'échelle industrielle, mais dans de prudentes limites, étant donné qu'il s'agit d'ouvrir un marché inexistant et d'entreprendre une activité technique que l'on ne connaît pas encore - surtout du point de vue de la disponibilité de techniciens préalablement bien formés dans les domaines de la production et de l'utilisation des matériaux.

Au cours de son entrevue avec le Directeur général de la SNIM, M. Ismaël Ould Amar, l'expert a convenu de se baser sur une production annuelle initiale de l'ordre de 7 500 à 10 000 tonnes de plâtre par an.

L'expert propose donc d'établir à Nouakchott une usine à plâtre fondée sur l'utilisation de la technique de cuisson au moyen de fours-marmites, permettant la production de semi-hydrate et d'anhydrite alpha, qui convenablement mélangés pourront donner un produit de toute confiance.

2. Choix du site de l'usine

L'usine devra être située à Nouakchott, de façon à tirer avantage des services de la SNIM qui y sont établis :

- Administration et direction commerciale
- Atelier de réparation
- Centre d'assistance pour les équipements mobiles
- Approvisionnement
- Magasin

On évite en même temps de devoir prévoir des logis à mettre à la disposition du personnel et des familles, d'avoir à pourvoir aux frais de transport du personnel, à bâtir un nouveau magasin et de transporter combustibles, carburants, eau, énergie électrique, etc.

Il est absolument à déconseiller d'établir l'usine à plâtre et ses services près de la carrière.

D. Production du plâtre

1. Organisation de la production

Il faut prévoir une usine à plâtre ayant une capacité nominale de 1,5 t/h de plâtre correspondant à :

$1,5 \times 16 \times 300 = 7\ 200$ t/an, en travaillant sur deux postes par jour (16 h)

$1,5 \times 24 \times 300 = 10\ 800$ t/an, en travaillant sur trois postes par jour (24 h)

Les équipements envisagés permettent de travailler aussi par intermittence, c'est-à-dire de ne pas travailler en continu (24 heures sur 24), bien que sachant que l'on aura des pertes sèches de chaleur (et donc de combustible) lorsqu'on éteindra les fours et lorsqu'on devra les rallumer - ce qu'il faudra vérifier pendant un certain temps au début.

Le but doit être, naturellement, de parvenir à une production continue pendant de longues périodes de l'année. Il vaudrait mieux encore réussir à produire pendant toute l'année sans interruption.

Si on prévoit un arrêt d'un mois par an pour l'entretien général de l'usine (en envoyant en même temps le personnel en congés payés pendant cette période), on pourra atteindre une production maximale de $1,5 \times 24 \times 330 = 11\ 880$ t/an.

Il faut examiner deux cas fondamentaux de fonctionnement à :

- 1) Deux postes par jour
- 2) Trois postes par jour

2. Besoins de matières premières et accessoires

Le minerai de gypse de la Sebkra de Ndaghamcha contient en moyenne 95 % de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. La perte au feu en produisant le semi-hydrate $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$ est de $1\ 000 \times (15,8 \% \text{ de } 0,95) = 150$ kg H_2O /t en donnant 850 kg de semi-hydrate.

En produisant l'anhydrite CaSO_4 ; la perte au feu sera $0,21 \times 0,95 \times 1\ 000 = 200$ kg H_2O environ en donnant 800 kg d'anhydrite.

Donc pour obtenir une tonne de $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2}\text{H}_2\text{O}$, on devra utiliser $1 : 0,85 = 1,176$ t de gypse et pour obtenir une tonne de CaSO_4 on devra utiliser $1 : 0,80 = 1,25$ t de gypse.

On envisage de mélanger les deux produits à raison de 1/3 de semi-hydrate et 2/3 d'anhydrite pour obtenir le plâtre le plus utilisé.

En tenant compte des inévitables pertes de freinte (3 % environ) on aura, en moyenne, besoin de 1,25 tonne de gypse pour obtenir 1 tonne de plâtre.

Tableau 2. Production de plâtre

		2 postes	3 postes
	t/an	7 200	10 800
Gypse	t/an	9 000	13 500
	t/jour	30	45
Dans le cas d'une production en six jours couvrant les besoins de 7 jours	t/jour	35	52,5
Transports en camions (30 à 35 t)	t/jour	1	2
Fuel-oil lourd (40 kg/t)	t/an	288	432
	t/jour	0,93	1,44
Carburant (camion)	l/an	9 250	13 885
Gas-oil (consommation spécifique)	l/10 km	3	3
Parcours	km	120	120
Nombre de voyages par an		257	386
Gas-oil (consommation pelle chargeuse)	l/an	7 000	10 500
Energie électrique 16 kWh	kWh	115 000	172 800
Nombre de sacs 4 plis, de 40 kg chacun 25 par tonne de plâtre par an		180 000	270 000
Lubrifiants (50 g/t de plâtre)	kg/an	360	540

3. Schéma de la production (flow sheet)

L'excavation du gypse est faite au moyen d'une pelle lourde (Michigan) déjà existante.

Le chargement des camions (33 à 35 tonnes de charge utile) est fait par la même pelle.

Le transport de la carrière à l'usine est fait par camion.

Le camion dépose le gypse en faisant basculer la charge sur un plan en béton à côté de la trémie de réception.

Une petite pelle chargeuse enlève le gypse du plan en béton et va le décharger dans la trémie en quantités plus réduites (une tonne à la fois).

La trémie est en partie surelevée par rapport au sol.

Le gypse est extrait de la trémie mécaniquement et déchargé sur une bande transporteuse.

La bande transporteuse va alimenter un broyeur à cylindre.

Le broyeur à cylindre a pour but d'émettre le gypse aggloméré obtenu par piochage, qui constitue une partie du tout-venant de carrière.

Le broyeur se décharge directement dans un crible vibrant (ou roulant) qui retient d'éventuels corps solides étrangers, tels que morceaux de roche, résidus organiques végétaux, etc.

Le crible se décharge à la fois sur un dispositif chargé d'éloigner les résidus solides étrangers et dans un élévateur à godets chargé de transporter le gypse.

L'élévateur à godets se décharge dans une vis transporteuse pourvue de deux chutes, par lesquelles, à tour de rôle, le gypse est introduit dans les silos-trémies.

Chacun des deux silos-trémies représente une réserve suffisante pour une durée de plus de 24 heures pour chaque four et est pourvu d'un extracteur-doseur pour alimenter les fours-marmites.

Chaque four déverse sa production dans la même vis transporteuse qui transporte le plâtre dans un élévateur à godets.

L'élévateur à godets amène le plâtre à une vis transporteuse pourvue de 2 chûtes. Les deux chûtes introduisent le plâtre, selon la qualité, dans deux silos de refroidissement et stockage.

Chaque silo est équipé d'un système d'extraction et de dosage qui réalise le mélange proportionnel des différents plâtres.

Le plâtre mélangé est introduit dans un moulin de raffinage.

Le plâtre raffiné sortant du moulin est déchargé dans un élévateur à godets.

L'élévateur à godets déverse son contenu dans un tamis rotatif chargé de retenir toute particule grossière.

Le plâtre tamisé est introduit dans un silo-trémie préposé à l'alimentation de l'ensacheuse.

L'ensacheuse dépose les sacs remplis sur un système de bandes transporteuses qui conduisent les sacs au point de chargement des camions.

E. Données financières

1. <u>Coût d'investissement envisagé</u> (prix f.o.b.)	<u>En dollars des</u> <u>Etats-Unis</u>
Pelle chargeuse 80-90 CV	28 000
Equipement mécanique et électrique	150 000
Silos et charpenteries métalliques	70 000
Pièces de rechange	15 000
Total	<u>263 000</u>
Frêts maritimes et transports (15 % du f.o.b.)	39 500
Assemblage et montage (20 % du f.o.b.)	56 000
Total des équipements montés	<u>355 000</u>
Oeuvres de génie civil	80 000
Equipements auxiliaires (meubles, outils, appareils et matériaux de laboratoires, éclairage, etc.)	45 000
	<u>480 000</u>
Imprévus et frais financiers (15%)	72 000
Frais de démarrage (assistance technique pendant un mois)	25 000
Frais de démarrage (matériaux, 15 jours)	8 000
Montant de l'investissement	<u>585 000</u>
585 000 x 45 = UM 26 325 000	
2. <u>Coût du gypse rendu usine</u>	<u>En UM/an</u>
a) Pour 9 000 t de gypse par an	
Personnel (chauffeur et chargeur)	417 640
Carburant (camion)	92 520
Entretien du camion (5 % de 2 500 000 UM)	125 000
Divers (5 UM/t de plâtre x 7 200)	36 000
Chargement à la carrière (25 UM/t de gypse)	225 000
Total	<u>896 160</u>
soit pour 1 tonne de gypse	99,57

	<u>En UM/an</u>
b) Pour 13 500 t de gypse par an	
Personnel	417 640
Carburant	138 847
Entretien du camion	125 000
Divers (5 UM/t de plâtre x 10 800)	54 000
Chargement à la carrière	337 500
	<hr/>
Total	1 072 997
soit pour 1 tonne de gypse	79,48

3. Frais annuels de personnel de l'usine à plâtre

<u>Nombre de postes</u>	<u>Fonction</u>	<u>Catégorie</u>	<u>En UM/an</u>
1	Directeur technique (expatrié)	C2	1 961 000
1	Chef comptable	M5	431 420
1	Secrétaire	M2	249 100
1	Chargeur (pelle)	S6	199 280
1	Planton	S2	111 500
1	Aide-mécanicien	M1	195 040
1	Aide-électricien	M1	195 040
1	Laborantin	M1	195 040
1	Gardien de nuit	S2	111 500
1	Ouvriers(ensachage)	S3	410 220
	Total : 12 personnes en service (jour)		<hr/> 4 059 040
3	Fourniers(1 pour chaque poste) S6 (x3)		597 840
1	Aide (seul poste de nuit)		111 500
			<hr/> 719 340
	Total général :		<hr/> 4 778 480
			<u>En UM/t de plâtre</u>
	Pour un travail sur trois postes :	$\frac{4\ 778\ 480}{10\ 800} =$	442,45
	Pour un travail sur deux postes (1 fournier et 1 aide en moins)	$\frac{4\ 457\ 700}{7\ 200} =$	619,10

4. Prix de revient du plâtre par tonne

	<u>En UM/t</u>
a) Pour 10 800 t/an de plâtre	
- Gypse cru : 79,48 UM x 1,25 t	99,35
Frais de personnel :	442,45
Fuel-oil : 4,5 UM x 40 kg	180,00
Energie électrique : 7,6 UM x 16 kWh	121,60
Sacs : 5 UM x 25	125,00
	<hr/>
	968,40
Entretien de l'équipement	25,00
Entretien de la pelle chargeuse	10,00
	<hr/>
Coût de production	1 003,40
Amortissement à 10 %	244,00
	<hr/>
Prix de revient	1 247,40
b) Pour 7 200 t/an	
- Gypse cru : 99,57 UM x 1,25 t	124,46
Frais de personnel	619,10
Fuel oil	180,00
Energie électrique	121,60
Sacs	125,00
Entretien	35,00
	<hr/>
	1 205,16
Amortissement à 10 %	380,00
	<hr/>
	1 585,16

5. Analyses et calculs économiques
Cash Flow (par M. J.P. Vanderbomden)

Données de base pour les calculs

	<u>En UM</u>
Investissement total	26 325 000
Investissement moins frais financiers	24 705 000
Amortissement 10 %	2 632 500
Frais d'exploitation totaux (10 800 t/an)	10 836 720
Frais d'exploitation (7 200 t/an)	8 677 152
Recette 1 500 UM x 10 800 t	16 200 000
Recette 1 900 UM x 7 200 t	13 680 000

a) Données et calculs pour 10 800 t de plâtre

	<u>UM/an</u>	
1. Investissement	24 705 000	
2. Frais d'exploitation	10 836 000	
3. Recette	16 200 000	
4. Economie brute (3-2)	5 363 280	
5. Amortissement	2 470 000	
6. Economie nette (4-5)	2 892 780	
7. Taux annuel de rentabilité (6/1)	11,7 %	
8. Economie brute cumulée	5 363 280	en 1978
	10 726 560	en 1979
	16 089 840	en 1980
	21 453 120	en 1981
	26 816 400	en 1982
	32 179 680	en 1983
	37 542 960	en 1984
	42 906 240	en 1985
	48 269 520	en 1986
	53 632 800	en 1987
9. Cash flow (8-1)		
	- 19 341 720	en 1978
	- 13 978 440	en 1979
	- 8 615 160	en 1980
	- 3 251 880	en 1981
	+ 2 111 400	en 1982
	+ 7 474 680	en 1983
	+ 12 837 960	en 1984
	+ 18 201 240	en 1985
	+ 23 564 520	en 1986
	+ 28 927 800	en 1987

Période de remboursement entre la 4^e et la 5^e année

10. Marge bénéficiaire annuelle (4 : 3) 33,1 %

11. Coefficient d'actualisation (8 %)

0,926	pour 1978
0,859	pour 1979
0,794	pour 1980
0,735	pour 1981
0,681	pour 1982
0,630	pour 1983
0,580	pour 1984
0,540	pour 1985
0,500	pour 1986
0,463	pour 1987

12. Capital valeur (= somme quasi-rente = économie brute actualisée)

$V = qa$

$V =$ quasi-rente facteur d'actualisation

$$\frac{U_1^n - 1}{i u^n} = 6,710 = \text{facteur d'actualisation}$$

$$V = 5\,763\,289 \times 6,710 = 35\,987\,608$$

13. Goodwill = (12-1) = 11 282 608 UM

14. En assumant (coefficient d'actualisation i) = 30 %, on a :

1978	0,769	quasi-rente	4 124 362
1979	0,592	quasi-rente	3 175 062
1980	0,455	quasi-rente	2 440 292
1981	0,350	quasi-rente	1 877 148
1982	0,269	quasi-rente	1 442 722
1983	0,207	quasi-rente	1 110 199
1984	0,159	quasi-rente	852 762
1985	0,123	quasi-rente	659 683
1986	0,094	quasi-rente	504 148
1987	0,073	quasi-rente	391 519

15. Capital valeur avec i) = 30 %

16 577 897

16. Taux interne de rentabilité

$$\begin{aligned} & 35\,987\,608 \\ & 35\,987\,608 - 16\,577\,897 = 19\,409\,711 \\ \text{d'où} \quad & 35\,987\,608 - 24\,705\,000 = 11\,282\,608 \\ & 11\,282\,608 : 19\,409\,711 = 58,1\% \end{aligned}$$

$$30\% - 8\% = 22\%; \quad 22\% \times 58,1\% = 12,8$$

Le taux interne de rentabilité est $8 + 12,8 = 20,8$

17. Annuité à $i = 8\%$

$$\begin{aligned} a &= \text{investissement} \times i = 24\,705\,000 \times 0,14\,903 = 3\,681\,786 \text{ UM/an} \\ &\text{dont } 1\,976\,400 \text{ UM/an comme intérêt et } 1\,705\,386 \text{ comme amortissement} \end{aligned}$$

b) Données et calcul pour 7 200 tonnes de plâtre par an

	<u>En UM/an</u>	
1. Investissement	24 705 000	
2. Frais d'exploitation	8 677 152	
3. Recette	13 680 000	
4. Economie brute	5 002 848	
5. Amortissement	2 470 500	
6. Economie nette	2 532 348	
7. Taux annuel de rentabilité	10 %	
8. Economie brute cumulée	5 002 848	en 1978
	15 008 544	en 1980
	25 014 240	en 1982
	50 028 480	en 1987
9. Cash flow	-19 702 152	en 1978
	- 9 696 456	en 1980
	+ 3 090 240	en 1982
	+25 323 480	en 1987

Période de remboursement entre la 4^e et la 5^e année

10. Marge bénéficiaire annuelle : 36,6 %

11. Coefficient d'actualisation 8 %. Les mêmes valeurs que dans le cas précédent

12. Capital valeur $5\,002\,848 \times 6,710 = 33\,569\,110$

13. Goodwill 33 569 110 - 24 705 000 = 8 864 110 UM

14. Quasi-rente à $i = 30\%$

3 847 190 en 1978
2 981 686 en 1979
2 276 296 en 1980
1 750 997 en 1981
1 345 766 en 1982
1 035 590 en 1983
795 453 en 1984
615 350 en 1985
420 268 en 1986
365 208 en 1987

15 463 804 UM

15. Capital valeur à $i = 30\%$: 15 463 804 UM

16. Taux interne de rentabilité

$33\ 569\ 110 > 24\ 705\ 000 > 15\ 463\ 804$

$33\ 509\ 110 - 15\ 463\ 804 = 18\ 105\ 306$

$33\ 569\ 210 - 24\ 705\ 000 = 8\ 864\ 110$

$8\ 864\ 110 : 18\ 105\ 306 = 48,9\%$

$30\% - 8\% = 22\%$

$22\% \times 48,9\% = 10,8\%$

Taux interne de rentabilité $8 + 10,8 = 18,8\%$

Conclusions

- a) Les deux solutions envisagées (10 800 et 7 200 t/an de plâtre) sont rentables, à condition, naturellement, que toutes les hypothèses soient respectées et réalisées.
- b) Un contrôle a démontré qu'au-dessous de 4 000 t/an de plâtre produit l'entreprise devient déficitaire.
- c) Les frais de personnel, qui constituent le facteur de coûts le plus élevé et le plus dangereux, doivent pouvoir être maintenus dans les limites prévues.

E. Cahier des charges

Lorsque le Gouvernement mauritanien aura pris sa décision, il y aura lieu à préparer un cahier des charges à envoyer aux firmes soumissionnaires choisies.

Le cahier des charges devra être rédigé en suivant la structure exposée ci-après par l'expert et en y incluant un rappel de certains paragraphes cités plus loin susceptibles de renseigner utilement les soumissionnaires.

Il va de soi que les chiffres relatifs aux coûts, prix, investissements contenus dans le rapport ne doivent pas être fournis aux soumissionnaires.

Renseignements et informations utiles aux soumissionnaires

1. Renseignements techniques :

- Analyse chimique du gypse dunaire (p. 11)
- Analyses du gypse dunaire faite par la SOMIMA (p. 11)
- Plâtre à produire :
 - Plâtre pour la construction
 - Plâtre pour enduits
 - Plâtre pour moulage
- Carrière : distance : 55 km environ de l'usine
- Exploitation : à ciel ouvert sans abattage à l'aide d'explosifs
- Réserves de minerai (certaines) : 14 000 000 tonnes
- Réserves futures :
- Transport du minerai : par camions basculants
- Caractéristiques du minerai de gypse :
 - Aspect : sable 0 à 1 m/m, parfois faiblement aggloméré
 - Structure cristalline
 - Humidité accidentelle : presque inexistante
 - Teneur moyenne en sulfate de calcium bihydraté : entre 95 et 96,5 %
 - Le gypse sera rendu usine. Le soumissionnaire ne doit rien prévoir quant à l'exploitation et au transport du minerai
 - Le minerai ne semble pas contenir d'anhydrite

2. Site de l'usine

A la périphérie de Nouakchott

- Terrain désertique, plat
- Il n'y a pas besoin de levée topographique
- Portance du sol : toujours supérieure à 1 kg/cm²
- Il n'y a pas de nappe d'eau dans le sous-sol jusqu'à plus de dix mètres de profondeur

3. Conditions climatiques

- Altitude : niveau de la mer
- Température moyenne minimale : 15°C
- Température moyenne maximale : 40°C
- Humidité atmosphérique : 20 à 90 %
- Humidité atmosphérique moyenne : 50 %
- Pluie : très faible
- Vents : soufflant en prédominance du nord-est, pendant de brèves périodes de l'ouest et du nord-ouest
- Vitesses des orages : jusqu'à 120 km/h (très rarement)
- Vents de sable : faible; pendant plus de 200 jours par an
- Salinité marine : existante

4. Combustibles industriels

- Fuel-oil lourd, prix : 4 500 UM/t

- En pourcentages

- | | | | |
|-------------|----------------|---|------|
| - Analyse : | H ₂ | = | 11,8 |
| | C | = | 86 |
| | S | = | 1,8 |

- Pouvoir calorifique inférieur : 9 800 Kcal/kg
- Viscosité : pas connue - mais pratiquement toujours assez fluide à température ordinaire

	<u>UM/l</u>
Gas-oil : existant;	10
Essence super (hors taxes) :	8,97
Essence normale (hors taxes) :	8,15

5. Coûts et prix divers

Les devises (UM = ouguiya; 1 dollar = 48 ouguiya) ne sont pas librement transférables

- Hôtels et repas : 2 200 à 2 500 UM/j
- Energie électrique industrielle :
 - Débit haute tension 15 kV - 3 pH - 50 Hz
 - Prix : 7,6 UM/kWh
- Eau : 40 UM/m³
- Ciment : 3 500 UM/t et toujours en augmentation
- Béton ordinaire : 12 000 UM/m³
- Béton renforcé : 15 000 UM/m³
- Bois de construction : 10 000 UM/m³
- Acier rond pour béton : 24 000 UM/t
- Agglomérés (béton de ciment et coquilles calcaires),
dimensions : 15 x 20 x 40 cm : 19 UM/pièce

Transports routiers par camions

- Prix (en conditions normales) 5,4 UM/t/km
- Frais d'embarquement et débarquement au petit wharf de Nouakchott
 - Petit colis : 2 000 UM/t
 - Gros colis : 3 000 UM/t

Généralement, les marchandises et les équipements sont débarqués au port de Dakar (Sénégal) et transportés ensuite par route goudronnée (570 km) à Nouakchott, ou à Nouadhibou (Mauritanie) et ensuite par route non goudronnée et piste (450 km) à Nouakchott.

Dans le parcours Dakar - Nouakchott, il faut traverser le fleuve Sénégal en bac.

6. Choix des techniques (know-how)

Il est à conseiller de commencer par les méthodes de chauffage en ambiance de vapeur saturée, c'est-à-dire, par chauffage indirect en fours fermés pouvant être rentables avec des productions assez réduites et permettant en même temps de produire toute la gamme des produits hydratés : semi-hydrate Alpha et Beta et anhydrites à différents temps de prise. Après l'ouverture et le

développement prévus du marché mauritanien des plâtres et une fois une expérience valable acquise, il faudra utiliser des fours continus, rotatifs, etc., permettant une production plus élevée.

7. Schéma de l'usine (voir page 18)

Ce schéma est largement suffisant pour que le soumissionnaire fasse une offre technique détaillée.

Rappelons que les données fondamentales pour établir les dimensions des équipements sont :

Production horaire nominale : 1,5 t/h

Production journalière nominale : 36 t/24 h

- Production annuelle garantie :

- 10 800 t/an sur trois postes

- 7 200 t/an sur deux postes

8. Réserves à prévoir

<u>Matériaux</u>	<u>Quantité</u>	<u>Durée</u>
Gypse cru, en usine, déposé par les camions sur une surface bétonnée, à côté de la première trémie	750 t	15 jours
Gypse cru, prêt à être introduit dans les fours, pour chacun des deux silos		48 heures
Plâtre non encore raffiné contenu dans les deux silos de refroidissement et stockage : pour chaque silo		48 heures
Plâtre tamisé dans le silo-trémie avant l'ensachage		30 heures
Dépôt de sacs remplis, entassés sur une surface bien choisie, protégée de l'humidité, ouverte	~ 250 t soit 6 250 sacs de 40 kg	7 jours
Sacs en papier 3 plis (40 kg de plâtre), bien abrités, en magasin, protégés de l'humidité		6 mois

9. Garanties contractuelles

Ces garanties devront être acceptées dans le contrat de fourniture par le soumissionnaire et entraînent des pénalisations. Elles stipulent :

- Productions horaire, journalière, annuelle
- Qualités fondamentales
- Possibilité d'établir avec sûreté les temps de prise des plâtres
- Consommation de chaleur par tonne de plâtre.
- Consommation d'énergie par tonne de plâtre
- Garantie (équipement mécanique) de six mois après la réception définitive de l'usine par les clients (SNIM)
- Garantie d'achèvement de l'usine dans le temps prévu pour la construction, les essais et le démarrage de l'usine en pleine production
- Efficacité des dépoussiérages

10. Contrat

Il est recommandable d'établir le contrat de fourniture en suivant les indications et clauses contenues dans les deux fascicules publiés par la Fédération internationale des ingénieurs-conseils (FIDIC).

L'un porte sur les contrats industriels et l'autre sur les contrats de génie civil.

11. Spécifications techniques fondamentales pour les offres que les fournisseurs soumettront à la SNIM

Le plan (lay-out) de l'usine devra être établi en prévision d'un agrandissement facile de l'usine même.

Il y a lieu de prévoir aussi un espace pour établir un département de la production de pièces préfabriquées en plâtre pur ou en béton de plâtre mélangé avec du gravier inerte (coquilles). Ce département sera créé tout de suite après avoir établi et suffisamment expérimenté la qualité et les caractéristiques du plâtre qui sera produit.

Le soumissionnaire sera prié de présenter, dans ce cas, deux propositions séparées, en fournissant les chiffres, pour la production manuelle et pour la production automatisée de pièces préfabriquées.

12. Spécifications mécaniques

- Poids des équipements détaillés
- Poids total des équipements
- Poids total des équipements f.o.b., emballés pour transport outre-mer
- Epaisseur et dimensions des silos, trémies, convoyeurs, etc.
- Caractéristiques des puissances installées et absorbées
- Vitesses de transport (bandes, convoyeurs, élévateurs)
- Vitesses des centres moteurs
- Puissances transmises par les engrenages réducteurs, rapports des vitesses d'entrée et sortie
- Degré de variation et d'exactitude dans tout équipement chargé de transmettre automatiquement, avec variation de puissance ou de quantité transportée
- Description des dispositifs de dosage et pesage
- Description des dispositifs d'extraction dosée ou non
- Préférence à donner aux élévateurs à godets montés sur bandes en caoutchouc
- Soins particuliers à accorder à l'étanchéité des paliers, roulements, équipements fermés, transports, de tout équipement mécanique qui puisse être endommagé par la présence quasi continue du sable dans l'atmosphère
- Livraison à prévoir de passerelles, escaliers, paliers pour inspection et entretien des équipements

13. Fours

Les soumissionnaires devront présenter une offre alternative où sera prévue une automatisation totale de l'alimentation, la conduite, le déchargement des fours et la mise à parc des produits dans les silos de refroidissement et stockage, de sorte que l'on puisse comparer en toute clarté les deux différents prix de l'ensemble des équipements cités.

Il faudra aussi un réservoir de 400 tonnes de capacité pour le fuel-oil, comprenant les équipements de réception et pompage du fuel-oil entre les camions-citernes et le réservoir et les équipements de pompage et transport jusqu'à l'utilisation dans les fours.

14. Spécifications pour l'équipement électrique

Poste de transformation

L'alimentation commence avec l'interrupteur externe, placé au point de réception du courant 15 kV

La salle du poste de transformation de 15 kV à 400 V devra être sous pression pour empêcher l'entrée du sable et de la poussière.

La distribution de l'énergie entre le tableau de distribution et les points d'utilisation sera faite par câbles souterrains.

Il faut prévoir un tableau synoptique.

Les silos seront équipés de détecteurs et signaux des niveaux maximal et minimal.

- Signalisations acoustiques et optiques, là où elles seront répétées;
- La mise en marche de différents équipements reliés devra être soit automatique soit manuelle, à volonté.

Les moteurs et les appareillages devront être construits de façon à durer le plus longtemps possible (Classe E)

- Moteurs et appareillages en construction absolument étanches
- Enroulements et bobinages exécutés avec imprégnation tropicale par rapport aux températures, à l'humidité et à la salinité déjà indiquées dans ce rapport.
- Mêmes considérations pour l'exécution des appareillages de contrôle et d'enregistrement des données physiques (pressions et dépressions, contrôle de combustion, températures, temps de cuisson, etc.).

II. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

1. Le gypse dunaire de la Sebkra de Ndaghamcha présente les meilleures caractéristiques pour la production de plâtre industriel.
2. On peut envisager avec confiance d'entreprendre des activités de production de plâtre industriel en Mauritanie.
3. Il n'existe pas un marché du plâtre pour le moment.
4. Il y a cependant beaucoup de chances de parvenir à créer un marché intérieur en essayant de remplacer le ciment importé dans ces nombreuses utilisations qui en sont faites dans les travaux de bâtiment.
5. On peut également prévoir des coûts de production suffisamment réduits pour permettre la compétition sur les marchés étrangers.
6. La réalisation du programme figurant au point 4 ci-dessous dépend de la qualité de la formation préalable du personnel spécialisé :
 - Techniciens fourniers
 - Techniciens plâtriers
7. La SNIM devrait se charger de la formation du personnel en envoyant deux à trois agents bien choisis à l'étranger pour y apprendre les techniques et quatre ou cinq personnes, déjà versées dans les techniques de construction, pour apprendre à l'étranger les emplois du plâtre dans la construction.
8. La main-d'oeuvre destinée à l'utilisation des produits (plâtriers) devrait constituer une équipe dépendant directement de la SNIM, qui la louera aux entreprises qui en auront besoin.
9. Il y aura lieu de faire appel à des experts expatriés dans deux cas :
 - L'un à l'usine, entraînera le personnel national à diriger l'usine;
 - L'autre sera chef de l'équipe de plâtriers à la SNIM.

Etant donné que les coûts que représentent les experts expatriés sont élevés par rapport à la pauvreté commerciale du plâtre, on devra essayer de les garder le moins longtemps possible (pas plus de deux ans), à partir de la mise en marche de la production et de l'utilisation du plâtre.

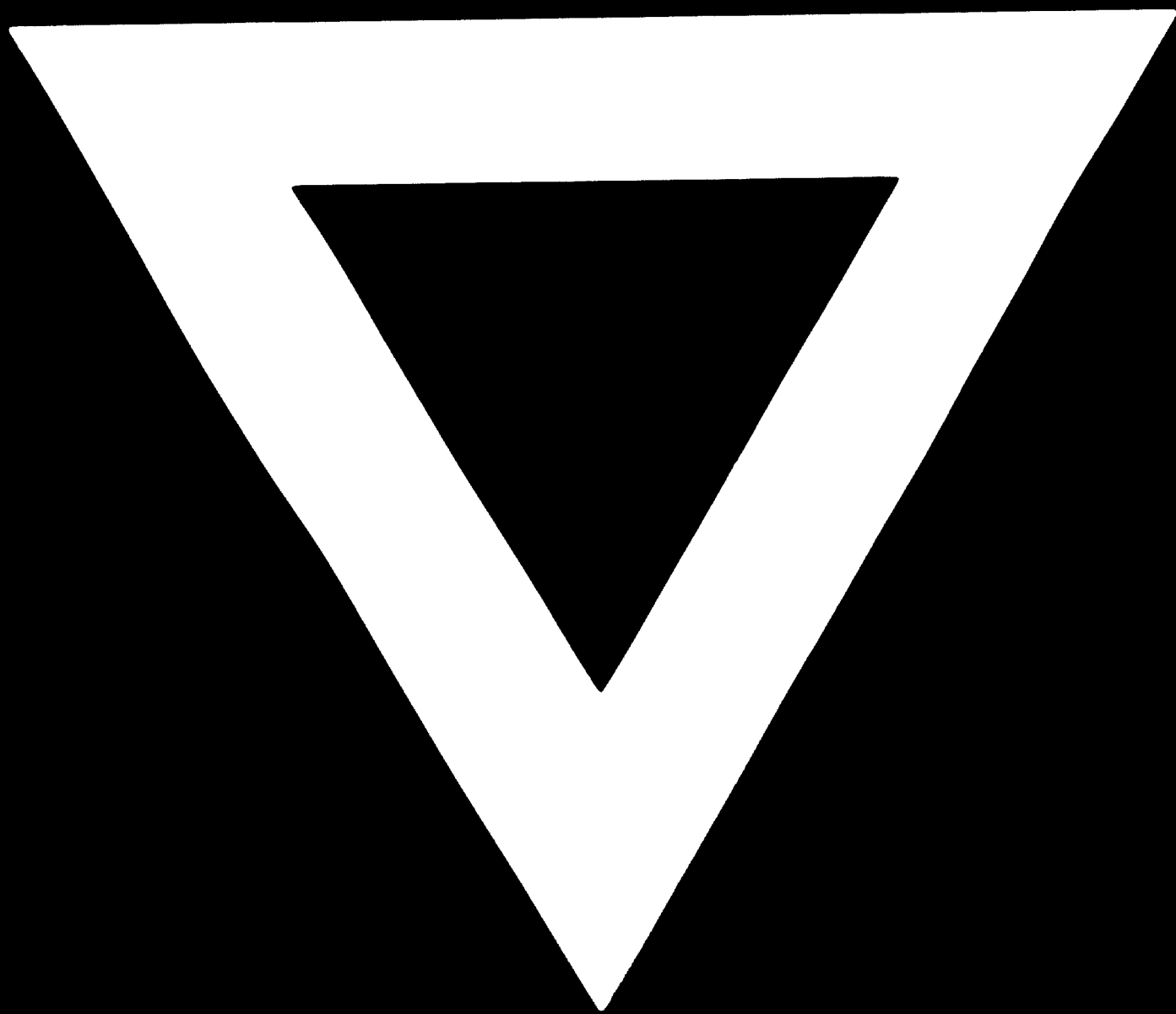
10. La réalisation du programme figurant au point 5 (exportation) dépend du développement de l'infrastructure indispensable :

- Réseau routier permanent;
- Aménagement d'un port maritime doté d'équipements modernes pour les opérations d'embarquement et débarquement à bon marché.

11. Il n'est pas facile de créer rapidement un marché inexistant même s'il y a beaucoup de raisons et de chances pour y arriver. Il est indispensable d'organiser une campagne d'information au moyen de la radio, la télévision, la presse et des conférences.

12. La production du plâtre ne pourra être augmentée que lorsque la production totale de l'usine, telle qu'elle est prévue dans ce rapport, aura été absorbée par le marché.

G - 343



77 . 10 . 05