

MICROFICHE ETABLIE A PARTIR DE
L'UNITE DOCUMENTAIRE
N

جديدة منجزة حسب الوثيقة
رقم:

8 3 5 8 6

ROYAUME DU MAROC

المملكة المغربية

المركز الوطني للتوثيق
CENTRE NATIONAL DE DOCUMENTATION

SERVICE DE REPROGRAPHIE
ET IMPRIMERIE

B.P 826 RABAT



مصلحة الطباعة والتصوير
ص.ب 826 الرباط

F

1

RAPPORT No 618 /S.E.G.M.

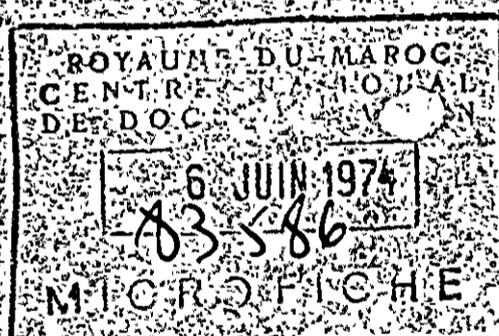
Titre : APERCU SUR LA PRODUCTION DES MINERAIS CHIMIQUES ET SES POSSIBILITES DE
DEVELOPPEMENT A LA MINE DE L'IMINI
(Sud marocain)

Auteur : G.JOURAVSKY & R.VERGERIO

Date : 28 Juillet 1958



83586



MINISTÈRE
DE L'ÉCONOMIE NATIONALE

Direction des mines
et de la Géologie

Aperçu sur la production des Minerais chimiques et ses
possibilités de développement à la mine de l'Imini
(Sud marocain)

par G. JOURAVSKY & R. VERGERIO

SERVICE DES MINES

N° 618/S.E.G.M.



STATISTIQUES DE PRODUCTION

La production de minerai chimique à Imini depuis l'origine (1930) à 1957 inclus a atteint 415.800 tonnes, soit 18,4 % de la production globale (2.256.500 T).

Voici les données statistiques concernant cette production détaillée depuis 1948, année au cours de laquelle la production globale a dépassé 100.000 T.

Année	Minerai Métallurgique	Chimique	Teneur moyenne en MnO ₂ du mine- rai chimique	Pourcentage de produc- tion du minerai chi- mique dans la produc- tion globale
Avant 1948	120.616	29.489	?	19,6 %
1948	83.361	17.652	?	17,3 %
1949	98.644	10.796	90 %	9,9 %
1950	126.710	28.673	"	18,3 %
1951	156.217	37.393	"	19,3 %
1952	190.805	42.931	35 %	18,3 %
1953	172.425	52.808	87 %	23,5 %
1954	197.944	42.496	"	18,0 %
1955	224.766	39.375	"	14,9 %
1956	226.350	38.007	85	14,4 %
1957	241.813	76.260	85	24,0 %

La proportion de minerai chimique est généralement comprise entre 14 et 19 %, avec un minimum de 9,9 (1949) et deux maxima : 1952 - 23,5 % & 1957 - 24 %.

CLASSIFICATION ET REPARTITION DES MINERAIS CHIMIQUES PAR QUALITE

(N.B.) . On classe actuellement les minerais chimiques en cinq qualités suivantes

Dénomination	MnO ₂ %	SiO ₂ %	Fe %
RP 2	75-79,9	8 %	Indifférent
RP 3	80-83,9	5 %	2 %
RP 4	84-87,9	4 %	1,5 %
RP 5	88-91,9	3 %	1,0 %
RP 6	92	2 %	0,5 %

Production de minerai chimique depuis 1950 par qualité

Les productions de minerai chimique réalisées depuis 1950 ont été les suivantes :

Années	Qualité					TOTAL
	RP 6 92	RP 5 88-91,9	RP 4 84-87,9	RP 3 80-83,9	RP 2 78-79,9	
I950	2.839	6.834	8.840	600	11.368	30.481
%	9,3	22,5	29,0	2,0	37,2	
I951	2.801	7.495	11.135	4.990	7.100	33.521
%	8,4	22,5	33,4	14,4	21,3	
I952	4.500	7.694	8.985	3.495	14.500	39.174
%	11,5	19,6	23,0	8,9	37,0	
I953	1.003	5.686	7.401	6.907	32.130	53.127
%	1,9	10,6	14,0	13,0	60,5	
I954	706	7.525	15.383	3.077	11.932	38.623
%	1,8	19,5	39,7	8,0	31,0	
I955	1.600	8.081	11.263	9.720	11.030	41.694
%	3,8	19,2	27,1	23,3	26,6	
I956	1.150	8.736	16.472	13.582	-	39.940
%	2,9	21,7	41,4	34,0	0,0	
I957	1.377	19.716	29.448	25.710	-	76.260
%	1,8	25,8	38,6	33,8	0	

N.B. - La désignation RP vient de Rhône-Poulène qui a été le premier acheteur de bioxyde

PRIX

Dans le tableau ci-dessous sont résumés les données concernant les prix moyens de vente de différentes catégories de minerais produits à Imini en 1957.

Tonnage	Prix de vente de la tonne F.O.B.	Frais d'approche à la tonne entre carreau mine et mise en F.O.B.	Teneur en Mn	Valeur moyenne du point de métal contenu	
Minerai chimique	53.149	34.891	6.503	55	634
Minerai métallurgique	44.846	18.864	6.280	50	377
Sinter	148.117	27.624	8.324	56	493

VENTES

Le détail des ventes en 1957 est donné dans le tableau ci-dessous.

	Minerai chimique	Minerai métallurgique	Sinter
Maroc	6.291	42	
France	22.340	35.042	130.806
Angleterre	1.354		
Belgique	376		17.311
U. S. A.	17.566		
Allemagne	2.727	9.762	
Hollande	1.994		
Norvège	501		
TOTAL	53.149	44.846	148.117

COMPOSITION DES MINERAIS CHIMIQUES MARCHANDS DE L'IMINI

Nous possédons 3 analyses complètes des minerais chimiques de l'Imini et une quatrième effectuée sur un lot ayant une teneur en MnO₂ quelque peu inférieure (77,86 %) à celle de la plus basse catégorie (80 %) produite actuellement.

Voici ces analyses exécutées par Pattinson and Stead Queen 'S Terrace Middlesbrough. Sur des prises d'essai séchées à 110°.

1-Analyse moyenne de 5 chargements de bateau			2-Analyse moyenne de 5 chargements de bateau		3-Analyse moyenne de 28 chargement de bateau		4-Analyse moyenne de 3 charg. bateau	
	%	MM	%	MM	%	MM	%	MM
MnO ₂	92.010	1058	90.681	1043	86.170	992	77.862	894
MnO	2.079	30	1.420	20	2.118	30	2.686	38
Fe ₂ O ₃	0.572	4	0.615	4	1.144	7	1.902	12
Al ₂ O ₃	0.620	6	0.845	8	1.170	11	1.922	19
CaO	0.150	3	0.300	5	0.700	12	0.950	17
MgO	0.890	23	0.072	2	0.108	3	0.108	3
SiO ₂	2.000	33	2.900	48	3.600	60	1.700	128
BaO	0.657	4	0.766	5	1.100	7	1.980	13
SO ₃	0.047	0,5	0.042	0,5	0.070	1	0.055	1
P ₂ O ₅	0.066		0.069		0.087		0.117	
TiO ₂	0.040		0.040		0.100		0.110	
K ₂ O	0.116	I	0.106	I	0.233	2	0.339	4
Na ₂ O	0.080	I	0.133	2	0.185	3	0.291	5
ZnO	Traces		Traces		Traces		Traces	
CuO	0.277		0.372		0.412		0.260	
NiO+CaO	Traces		Traces		Traces		Traces	
PbO	0.420	2	0.528	2	0.851		1.118	5
As	0.014		0.012		0.012		0.009	
Matière organique	Traces		Traces		Traces		Traces	
CO ₂	0.100	2	0.250	6	0.600	14	0.800	19
Eau combinée	0.650		0.800		1.300		1.750	
TOTAL	99.987 %		99.951 %		99.960 %		99.959 %	
Manganèse	59.60 %		58.40 %		59.09 %		57.28 %	
Fer	0.40		0.43		0.80		1.33	
Soufre	0.019		0.017		0.028		0.022	
Phosphore	0.029		0.030		0.038		0.051	
Cuivre	0.222		0.298		0.330		0.203	
Plomb	0.390		0.490		0.790		1.038	

Comme on le voit, les minerais chimiques d'Imini ~~contient~~ dans les qualités supérieures (MnO₂ 86%) contiennent des quantités notables de cuivre (de 0,22 à 0,33 %) et de plomb (de 0,39 à 0,79) ce qui doit gêner leur utilisation dans certains usages, en particulier dans la fabrication des batteries.

D'autre part, il faut noter la teneur assez élevée de ces minerais en silice qui est un peu supérieure à celle des minerais indiens et égyptiens de même qualité. Par contre, les teneurs en fer et en phosphore sont faibles.

Comme tous les minerais chimiques, les minerais de l'Imini ne contiennent que peu de gangue. On peut évaluer approximativement la proportion de celle-ci dans un minerai constitué de polianite et psilomélane (c'est le cas de minerai de l'Imini) en ajoutant au pourcentage de $MnO_2 + MnO$ une quantité de bases une fois et demi supérieure à la teneur en MnO (N.B.) et en déduisant la somme totale ainsi obtenue de 100 %.

$$\text{Soit : gangue \%} = 100 - (MnO_2 \% + 2,5 MnO \%).$$

En ce qui concerne la composition minéralogique de la gangue, on peut évaluer très approximativement la proportion de certains de ces constituants à partir des données analytiques en admettant que les observations faites par J.Orcel sur les minerais tout-venant sont valables pour les minerais enrichis.

Voici le tableau donnant la proportion de gangue dans les différentes qualités de minerai chimique de l'Imini.

Qualité	Gangue	Quartz	Argile	Carbonates	Goethite
92,01 % de MnO_2	5 % :	1.0	1.8	0.25	0.6
90,68 % de MnO_2	6% :	1.5	2.5	0.5	0.6
86,17 % de MnO_2	8,6 % :	2.5	3.6	1.3	1.2
77,86 % de MnO_2	115,5 % :	5.4	4.9	1.9	2.1

Ce tableau met en relief la grande richesse des minerais chimiques en minéraux de manganèse et les difficultés que doit rencontrer leur purification au cours de la préparation mécanique.

METHODES DE PRODUCTION DE MINERAIS CHIMIQUES

Le minerai chimique naturel est produit par abatage sélectif à la mine complété d'un criblage au carreau (-qualité 80-84 et 88 % de MnO_2). La qualité 92 % est uniquement produite par super scheidage du minerai chimique naturel à l'entrée du carreau.

Le minerai chimique artificiel est produit par la laverie qui donne les qualités 84 et 88 % (1).

En 1957, la production de ces différents genres de minerai a été la suivante :

	80 %	84 %	88 %	92 %	Total	%
Carreau Bou Tazoult	-	12.309	11.623	1.377	25.309	58,2
Carreau Boulgite et autres	12.196	6.628	280	-	19.074	
Laverie	13.523	10.511	7.843	-	31.877	41,8
	<u>25.719</u>	<u>29.448</u>	<u>19.716</u>	<u>1.377</u>	<u>76.260</u>	

N.B. - Dans la formule de psilomélane $Ro ; MnO, 7 MnO_2$ on peut admettre en première approximation que le poids moléculaire de $Ro = 175 MnO$.

(1) - La qualité 80 % de MnO_2 n'est produite que sur commande.

Actuellement on ne produit plus de qualité 80 %, dont la vente est devenue difficile. La Production mensuelle actuelle est, en chiffre ronds, la suivante :

	Tonnage	MnO ₂	%
(Super-scheidage	120 T	92 %	
) Abatage sélectif	(1.000 T	88 %	
	(1.000 T	84 %	
Chimique artificiel	500 T	88 %	
(laverie)	750 T	84 %	

RESERVES DES MINERAIS CHIMIQUES NATURELS

L'évaluation de celle-ci, même approximative, présente de très grande, difficultés. En absence de dosage systématique de MnO₂ lors des cubages, la teneur de Mn pourrait éventuellement permettre de délimiter des zones suffisamment riches pour être considérées comme renfermant des minerais chimiques naturels. En effet, pour des considération d'ordre minéralogique que nous exposons plus loin, ainsi que d'après les dosages de Mn dans les lots marchands de minerai chimique, on peut penser que les panneaux dont la teneur moyenne dépasse 50 % sont généralement susceptibles de fournir un minerai chimique de teneur supérieure à 84 % c MnO₂ (pour la qualité 80 % de MnO₂ la teneur en Mn devrait dépasser 53 % de Mn).

Cependant, les panneaux contenant des minerais d'une si grande richesse étant réduits, leur cubage demanderait une maille serrée de recherches.

L'hétérogénéité des couches, qui peuvent renfermer les lentilles des minerais chimiques enrobés dans un minerai plus pauvre, rend encore plus compliqué l'évaluation de réserves.

Nous manquons pour l'instant des données pour aborder ce problème et nous avons demandé à la Direction de la Mine de nous les fournir.

A titre indicatif, on peut signaler qu'on considère à Imini (communication verbale de M. Moulinou) que la gîte de Bou-Azzer renferme environ 10 % de minerai chimique titrant plus de 84 % de MnO₂ soit 200.000 tonnes environ. De même, le minerai de Boulgir (55,8% de Mn) doit renfermer une forte proportion de minerai chimique mais les réserves ici sont très réduites (28.000 tonnes).

Le gîte de Tifernine (67.700 tonnes à 52,7 % de Mn) et celui de Bou-Tazoult (55.800 T à 52,7) doivent en contenir une proportion notable.

Par contre, le gîte de Timkit - Ste Barbe renferme surtout du minerai pauvre et son exploitation ne fournirait que peu de minerais chimiques naturels.

Composition minéralogique des minerais de manganèse à Imini et le problème de la production de minerais chimiques artificiels

Il est pratiquement impossible d'envisager dans une installation de préparation mécanique que la séparation des minéraux de manganèse entré eux.

La nature des minéraux de manganèse constituant le minerai qui conditionne sa teneur relative en MnO₂ est donc l'un des facteurs essentiels déterminant la possibilité de production de minerais chimiques.

L'autre facteur non moins important et dont dépend en grande partie la possibilité d'enrichissement du minerai est la nature de la gangue. Nous allons donc résumer tout d'abord

les données qu'on possède actuellement sur la composition minéralogique des minerais de l'Imini.

A.- Composition minéralogique des formations manganésifères de l'Imini d'après les observations microscopiques.

Notre documentation sur cette question est très réduite. Elle comprend deux rapports et deux publications qui en font suite de J.Orcel et une note, très sommaire de R.Zvereff.

Ces observations fragmentaires sont très incomplètes, et l'étude systématique de différents types de minéralisation et de leurs gangues reste à faire.

J.Orcel a constaté la présence de la polianite comme minéral dominant, associée à deux variétés de psilomélane, à la romanéchite et à la coronadite.

Il signale dans le minerai un peu de quartz et de feldspath. Dans un échantillon friable très riche en fer, il a pu établir la présence de la limonite, de la goethite et de la kaolinite.

Les interlits argileux dans les couches sont constitués d'un mélange de kaolinite et de montmorillonite enrobant des grains de quartz et de feldspath et renfermant des nids de pytolusite en fines aiguilles.

La dolomie séparant les couches 1 et 2 est finement granuleuse et renferme des grains clastiques de quartz disposés en zones parallèles. La dolomie au toit de la couche 2 peut parfois être très pure et ne renferme que quelques paillettes de muscovite. Dans d'autres cas, elle est mélangée à la calcite et se charge de quartz.

Lorsque celui-ci devient dominant, elle passe à des grès à ciment dolomitique. On observe parfois dans le ciment une substance ferrugineuse riche en manganèse.

En ce qui concerne les éléments mineurs - Pb & Cu - l'étude de J.Orcel a permis d'établir que le plomb est surtout concentré dans la psilomélane, tandis que le cuivre se trouve principalement en état de dispersion atomique dans le réseau cristallin de la polianite. Ce dernier fait est important puisqu'il rend impossible la séparation de cette impureté gênante au cours de préparation mécanique des minerais chimiques.

Données quantitatives concernant la composition minéralogique et chimique des minerais de manganèse de l'Imini.

Autant qu'on le connaît actuellement le minerai de l'Imini est constitué de polianite, largement dominante, et de psilomélane.

Dans plusieurs rapports de la mine, on a même des chiffres de 80 % de polianite et de 20 % de psilomélane pour un minerai moyen.

En absence d'études minéralogiques systématiques on peut se servir d'analyses chimiques incomplètes, qui sont très nombreuses et dont l'interprétation permet de calculer la proportion relative de minéraux de manganèse dans les échantillons.

On peut admettre, en première approximation, pour la psilomélane la formule suivante : $R \text{ Mng } O_{16}$ où R est le plomb, le baryum et les alcalis (N.B.). En adoptant pour R une valeur moyenne entre les poids atomiques extrêmes (Na et Pb) on peut calculer le pourcentage de psilomélane dans un minerai à partir de sa teneur en MnO , et, avec l'excès de MnO_2 , la proportion de la polianite.

N.B. - La romanéchite et la coronadite qui, d'après J.Orcel; peuvent exister dans les minerais sont des minéraux cristallisés ayant la même formule que la psilomélane.

Cependant, la présentation d'analyses en notre possession rend les calculs très longs.

C'est pourquoi, nous allons utiliser pour caractériser les minerais le rapport $\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$ (en %) qui détermine leur richesses relative en MnO_2 .

Dans la polianite ce rapport est 1,59 ; dans la psilomélane il est 1,38.

On va d'abord établir les valeurs de ces rapports dans les minerais chimiques produits à Imini, puis les calculer dans les échantillons prélevés dans le gisement.

Rapport $\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$ dans les minerais chimiques marchands

En ce qui concerne les expéditions, nous ne possédons que 4 analyses des minerais chimiques, mais elles ont été effectuées sur de grands lots (moyenne de plusieurs chargements de bateaux). Voici la liste de ces analyses ;

Année	Tonnage	MnO_2 %	Mn	$\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$
1955	5 bateaux	92,01	59.60	1.54
1956	5 bateaux	90.68	58.40	1.55
1955	28 bateaux	86.17	55.09	1.56
1955	3 bateaux	77.86	51.28	1.52

On possède également, dans le rapport général 1957, des renseignements sur les teneurs en Mn métal des différentes catégories de minerai chimique produit à Imini en 1957 ; on peut calculer, d'après ces données, le rapport $\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$ en adoptant pour chaque catégorie, une teneur, moyenne en MnO_2 (les statistiques en notre possession ne précisent pas celle-ci).

Qualités	Tonnage	Mn %	Teneur moyenne en MnO_2 admise	$\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$
80-83,9	25.719	54.70	32	1.50
84-87,9	29.448	57.99	86	1.49
88-91,9	19.716	60.16	90	1.50
92	1.377	62.02	93 (?)	1.50

L'imprécision résultant de l'emploi d'une teneur moyenne en MnO_2 au lieu de la teneur exacte est inférieur à 2,5 % relatifs. On peut donc considérer, d'après l'ensemble de ces données que les différentes qualités de minerai chimique produit à Imini, possèdent un rapport $\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$ voisin et plutôt un peu supérieur à 1.50.

Rapport $\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$ dans les échantillons prélevés dans la mine

Le nombre d'échantillons analysés en notre possession est très grand. On va les diviser en deux groupes ; les minerais dont la teneur en MnO_2 dépasse 80 % et qui peuvent être considérés comme des minerais chimiques naturels de qualité courante et les minerais moins riches en MnO_2 . Dans le tableau qui suit sont donnés les résultats des analyses de 20 échantillons pris au hasard dans le premier groupe et de 40 échantillons dans le 2ème.

1 - Minerais dont la teneur en MnO₂ dépasse 80 %

<u>N</u>	<u>Origine</u>	<u>MnO₂ %</u>	<u>Mn %</u>	<u>MnO₂ Mn</u>
1	B. Tazoult gal. 6	90.3	58.95	I.53
2	B. Tazoult gal. I2 A	85.10	56.45	I.52
3	B. TAZOULT gal. I2 D	91.0	59.75	I.52
4	B. Tazoult puits 2 gal. S. 9	85.10	56.30	I.52
5	B. Tazoult puits 2 gal. 54	89.10	58.25	I.53
6	B. Tazoult puits 55 gal. N 27	85.30	56.30	I.51
7	B. Tazoult puits 55 gal. N 45	86.65	56.45	I.54
8	B. Tazoult gal. I8 N 36	93.35	61.60	I.52
9	B. TAZOULT gal. I7 N 36	81.10	53.50	I.52
I0	B. Tazoult gal. I7 N 63	85.90	56.70	I.52
II	B. Tazoult gal. 6 70	80.40	55.25	I.45
I2	Ste Barbe gal. A 75 0.444	90.80	60.20	I.31
I3	Ste Barbe gal. A 75 0.433	89.60	59.50	I.51
I4	Ste Barbe gal. A 75 0.462	89.10	58.60	I.52
I5	Ste Barbe gal. A 75 0.471	89.25	58.95	I.52
I6	Ste Barbe gal. A 75 0.480	92.20	60.35	I.53
I7	Ste Barbe gal. A 75 0.489	93.40	60.90	I.53
I8	Ste Barbe gal. A 75 0.598	90.80	59.75	I.52
I9	Ste Barbe gal. A 75 0.507	91.50	60.45	I.52
20	Ste Barbe gal. A 75 0.516	88.90	59.10	I.51

2 - Minerais dont la teneur en MnO₂ est inférieure à 80 %

<u>N</u>	<u>Origine</u>	<u>MnO₂</u>	<u>Mn</u>	<u>MnO₂</u> <u>Mn</u>
21	B. Tazoult gal. I7 Nord 9	72.10	48.70	I.48
22	B. Tazoult gal. I7 Nord 27	74.30	49.50	I.52
23	B. Tazoult gal. I7 Nord 8I	78.85	53.65	I.47
24	B. Tazoult gal. 4 Nord IO	78.45	55.6I	I.4I
25	B. Tazoult gal. 38 Sud 9	68.75	46.10	I.48
26	B. Tazoult gal. 38 Sud I8	77.10	52.85	I.46
27	B. Tazoult gal. 38 Sud 27	74.50	51.75	I.43
28	B. Tazoult gal. 38 Sud 36	68.45	48.05	I.42
29	B. Tazoult gal. 38 Sud 4I	66.00	46.10	I.43
30	B. Tazoult gal. 39 9	72.40	50.50	I.44
31	B. Tazoult gal. 39 I8	71.70	50.35	I.45
32	B. Tazoult gal. 39 27	70.0	49.10	I.42
33	B. Tazoult gal. 39 36	68.25	45.95	I.49
34	B. Tazoult gal. 39 45	73.80	50.20	I.42
35	B. Tazoult gal. 39 54	74.15	50.75	I.46
36	B. Tazoult gal. I2 297	46.65	43.65	I.08
37	B. Tazoult gal. I2 306	59.95	40.80	I.45
38	B. Tazoult gal. I2 375	62.00	32.25	I.50
39	B. Tazoult gal. I2 396	62.35	41.90	I.49
40	B. Tazoult gal. I2 40	55.75	38.95	I.44

<u>N</u>	<u>Origine</u>	<u>MnO₂ %</u>	<u>Mn %</u>	<u>MnO₂ Mn</u>
41	Ste Barbe C ¹ Sud N 2 I08	64.60	42.6	I.52
42	Ste Barbe C ¹ Sud N 2 II7	61.15	40.1	I.52
43	Ste Barbe C ¹ Sud N 2 I26	59.75	39.3	I.52
44	Ste Barbe C ¹ Sud N 2 I35	70.35	46.35	I.52
45	Ste Barbe C ¹ Sud N 2 I44	67.55	44.95	I.53
46	Ste Barbe C ¹ Sud N 2 I53	65.65	42.90	I.53
47	Ste Barbe galerie E I71	64.8	44.55	I.45
48	Ste Barbe galerie E 207	66.8	45.60	I.46
49	Ste Barbe galerie E 243	56.6	39.00	I.45
50	Ste Barbe galerie E 279	63.4	43.80	I.44
51	Ste Barbe galerie E 315	67.60	47.10	I.43
52	Ste Barbe galerie Bl E 30	71.5	49.46	I.47
53	Ste Barbe galerie Bl E 80	75.9	51.20	I.48
54	Ste Barbe galerie Bl E 561	59.05	39.40	I.50
55	Ste Barbe galerie Bl E 660	69.45	46.30	I.50
56	Ste Barbe galerie Bl E 728	78.00	51.20	I.52
57	Ste Barbe galerie Bl E 777	67.55	45.10	I.50
58	Ste Barbe galerie Bl E 813	62.35	41.90	I.49
59	Ste Barbe galerie Bl E 840	63.75	42.45	I.50
60	Ste Barbe galerie Bl E 867	60.25	40.40	I.49

Les données statistiques rassemblées ici sont très fragmentaires mais permettent néanmoins de formuler certaines hypothèses.

Il semble tout d'abord que dans les minerais chimiques expédiés le rapport MnO₂ est quelque peu plus fort que dans le gisement. Autrement dit, les méthodes d'enrichissement Mn appliquées à l'Mn permettent d'augmenter légèrement la proportion de polianite par rapport à celle de psilomélane dans le produit marchand.

Cette constatation pourrait être vérifiée en comparant des analyses effectuées sur l'alimentation et les produits finis de la marche chimique de la laverie. Les données analytiques en notre possession ne permettent pas de le faire actuellement (ces analyses donnent des teneurs en MnO₂ sans préciser la teneur en Mn métal).

Il paraît d'autre part, que la répartition des minerais de différente nature a un caractère régional. Par exemple, les échantillons provenant des galeries 38 S et 30 à Bou Tazoult et de la galerie E de Ste Barbe sont relativement riches en psilomélane et pauvres en polianite, tandis que par contre, les minerais provenant de la C¹ Sud de Ste Barbe sont riches en polianite et pauvres en psilomélane.

Enfin, il semble bien que les minerais dont la teneur en MnO₂ dépasse 80 % de MnO₂, c'est à dire les couches les plus riches, sont en même temps relativement pauvres en psilomélane.

Ces minerais présentent donc une alimentation de choix pour la laverie en marche chimique, mais il est probable que d'autres minerais, plus pauvres, pourraient être utilisés dans le

même but à condition d'être suffisamment débarassés de leur gangue. Nous ne pouvons pas pour l'instant préciser ni leur répartition régionale, ni leurs réserves; cependant celles-ci pourraient être importantes.

Préparation mécanique

L'installation de préparation mécanique de l'Imini a été déjà décrite antérieurement dans plusieurs rapports (Arch. Scie Mines). On ne donnera donc ici qu'une caractéristique sommaire de son fonctionnement actuel.

Pneumatique, équipée de tables Birtley, la laverie traite des produits compris entre une maille de 15 mm et une maille "scalping" qui étant jusqu'à juin 1957 de 1,5 x 4 mm. A cette époque elle a été remplacée par une maille de 2,5 x 5 mm.

Débit

Initialement, on prévoyait un débit de 37,5 T/heure en tout-venant. Cependant, le débit réel, d'après les données statistiques, est beaucoup plus faible et varie selon les dimensions de la maille scalping. C'est ainsi qu'en 1957, il était de l'ordre de 16/T heure avec la maille 1,5 x 4 mm et 21,5 T/k avec la maille 2,5 x 5 mm.

Les mêmes débits sont signalés lors des essais effectués sur le minerai de Timkit (16 et 22 T/h respectivement).

Fonctionnement de la laverie

La laverie peut fonctionner soit en marche métallurgique, soit en marche chimique. Il semble bien que ces deux méthodes, en particulier la marche chimique, ont évoluées notablement depuis 1953, année de la mise en marche de l'installation. On va les décrire ici telles qu'elles sont appliquées depuis fin 1955 et le sont actuellement. La marche chimique produit des minerais chimiques à partir des minerais riches. Elle produit en même temps du minerai métallurgique et, sauf épierrage à la main, ne laisse pas de stérile. Le minerai métallurgique provient des queues de tables ainsi que de la fraction fine qui lui est incorporée en partie ou totalement, selon sa teneur en MnO_2 .

La marche métallurgique utilise les minerais pauvres et produit un minerai métallurgique et un stérile.

Quelques particularités de l'enrichissement du minerai de l'Imini

Le but essentiel du traitement du minerai à l'usine pneumatique en marche métallurgique est la séparation de l'argile gréseuse qui constitue des interlits dans les couches minéralisées. Le tout venant est humide (de 8 à 14 % de H_2O) ; au cours du broyage et du criblage l'argile forme des grumeaux souillés par la poussière de polianite et plus légers que le minerai riche, ou qui permet sa séparation sur les tables Birtley. Il semble bien, que la dispersion de l'argile humide par les opérations du traitement mécanique n'est pas forte, ce qui explique la richesse relative de la fraction inférieure à la maille scalping en polianite. Celle-ci, en effet est très friable.

Par contre, la présence de dolomie pulvérulente dans le tout venant doit être gênante, puisqu'elle doit passer presque intégralement dans la fraction fine et l'appauvrir.

La préparation mécanique actuelle n'est donc pas adoptée au traitement des minerais dolomitiques. Le problème d'enrichissement de ces minerais devra donc faire l'objet d'études spéciales.

Marche chimique

Dans les tableaux qui suivent sont résumés des données statistiques concernant cette.

marche : tonnages traités et leur teneur en MnO_2 (depuis 1953 jusqu'en 1957 [Tab. I] et les détails des traitements en 1956, 1957 [Tab. 2].

- TABLEAU I -

	1953	1954	1955	1956	1957 (Minerai de Bou Azzer)
Tonnage traité	7.201	26.556	32.498	30.477	86.464
Teneur moyenne en MnO_2 ()	80,5	85,88	86,93	79,31	72,69

- TABLEAU 2 -

Qualité	1956		1957 (Minerai de Bou Azzer)	
	Tonnage	Teneur en MnO_2	Tonnage	Teneur en MnO_2
RP 5	4151	89,44	7825	90,33
RP 4 bis	300	88,99)	9749	85,78
RP 4	634	84,78)		
RP 3 bis	9132	80,39 (
RP 3	300	79,47 ((4651	80,12
Concentré 0-15	8097	83,89	-	-
Métallurgique	5974	62,76	57319	72,89
Stérile scheff- dage	1874	24,34	6920	25,64

En 1956, avec une alimentation à 79,31 % de MnO_2 , la laverie a produit 73,8 % de minerai chimique, 19,6 % de métallurgique et 6,6 % de stérile.

En 1957, avec le minerai de Bou-Azzer à 72,69 % de MnO_2 , la production était de 25,7 % de minerai chimique, 66,5 % de métallurgique et 8,0 % de stérile.

Actuellement, avec une alimentation à 72 % de MnO_2 , on obtient 8 % environ de la qualité 88 et 12 % de la qualité 84, le restant étant le minerai métallurgique.

On voit bien que le rendement en minerai chimique est très variable selon la teneur de l'alimentation. Ceci est dû essentiellement à un fort pourcentage des fines obtenues au cours de traitement et ne subissent pas d'enrichissement.

Ces fines, dont la teneur en MnO_2 est analogue à celle de l'alimentation, peuvent être soit incorporées totalement ou en partie au minerai chimique, soit former du minerai métallurgique.

Leur pourcentage dépend évidemment de la maille scalping employée. Dans le cas d'un essai effectué sur le minerai de Timkit (Arch. Soc. Mines), le pourcentage des fines était le suivant :

N d'essai	maille scalping	Fines %
I	2,5 x 5 mm	50,26
2	1,5 x 4 mm	48,26
3	2,5 x 5 mm	54,77

On voit donc que dans les conditions de marche actuelle, environ la moitié de l'alimentation échappe à l'enrichissement mécanique.

Usages des minerais chimiques

La fabrication de sulfate de manganèse pour les engrais et celle de hydroquinons pour la photographie sont les principaux débouchés de minerais chimiques qui est constitué essentiellement de polianite.

Pour la fabrication des piles sèches, on demande un minerai riche en oxygène libérable et relativement pur, en particulier exempt d'arsenic, de nickel, de cuivre et de cobalt qui sont électronégatifs par rapports au zinc.

Le minerai doit être de préférence poreux et il est constitué surtout de cryptomélane (?).

MARCHE MONDIAL DE MINERAI CHIMIQUE

Marché américain

Les statistiques U.S.A. distinguant trois catégories de minerai (MinYearbook, 50 p.768) : pour batteries, chimiques et métallurgiques. En ce qui concerne les minerais de deux premières catégories, leur consommation aux U.S.A. en 1949 et 1950 était la suivante (en short tonnes).

	<u>Batteries</u>			<u>Chimique</u>		
	Domestique	Importé	Total	Domestique	Importé	Total
1949	3.747	30.722	34.469	5.373	11.068	16.441
1950	3.369	37.950	41.319	8.603	16.673	25.276

Les importations pour les mêmes années ont largement dépassé la consommation (cons titution des stocks). La part du Maroc de 6.535 sh. short-tonne en 1950 au prix moyen de 42,8 la

L'importation principale provient du Ghana avec 44.016 T et Cuba (8.705 T), puis de l'Afrique du Sud avec 5928 T des Indes avec 1989 T, du Chili avec 554, et du Mexique avec 125T.

En 1954, on a importé en U.S.A. 51.888 Sh.T de manganèse chimique et pour batterie avec une teneur moyenne de 54,5 % de Mn et 86,2 % de MnO₂.

La valeur moyenne d'une short tonne était de 53,44 dollars FOB port étranger.

	Valeur en dollars
Cold Coast (Ghana) a fournit 39.401 sh.T	2.134.405
Cuba " " 7.274 "	328.200
Maroc " " 3.265 "	202.535

Grèce	I.092 T	59.000
Chili	6.725	3.126
Indes	I60	10.254
France	24	15.594

Le prix moyen de minerai chimique livré par le Maroc était de 62 dollars par Sh. tonne.

Cependant F et M métal and mineral Market payait en 1954 un minerai minimum 89 % de Mn Or , 96 dollars la tonne FOB ~~Phyladelphia~~.

Marché anglais

En 1957, les prix de minerais chimiques acheté par l'Angleterre étaient les suivants

(N.B.).

Origine	Qualité	Prix par tonne FOB	Prix par tonne C.I.F.	
Egypte	MnO ₂	75,0 %	L. 22.5.0	L. 26.10.0
	Fe	2,0		
	SiO ₂	2,0		
	P	0,05		
"	MnO ₂	80 %	L. 27.5.0	L. 31.0.0
	Fe	2,0		
	SiO ₂	2,0		
	P	0,05		
"	MnO ₂	87,5	L. 36.5.0	L. 40.0.0
	Fe	0,75		
	SiO ₂	0,75		
	P	0,05		
Indes	MnO ₂	88,0	L. 40.0.0	L. 47.0.0
	Fe	I.75		
	SiO ₂	I.00		
gypte	MnO ₂	90,0	L. 40.5.0	L. 44.000
	Fe	0,5		
	SiO ₂	0,5		
	P	0,05		

B. - Les renseignements concernant le marché anglais ont été communiqués par Fergusson Wild à Londres par intermédiaire de C.N.M.C. à Casablanca.

Voici le tableau de prix de vente en Angleterre en 1958

Origine	Qualité	Prix par tonne FOB Calcutta	Prix par tonne C.I.F.
Indes	MnO ₂ 83 %	L. 28.10.0	L. 32.7.6
" "	Fe 3 %		
	SiO ₂ 1.5 %		
	P 0.16 %		
	MnO ₂ 85 %	L. 33.17.6	L. 37.15.0
" "	Fe 3 %		
	SiO ₂ 1.5		
	P 0.18 %		
	MnO ₂ 86 %	L. 37.17.6	L. 41.15.0
" "	Fe 1.5 %		
	SiO ₂ 4.0 %		
	P 0.2 %		
	MnO ₂ 87 %	L. 39.17.6	L. 43.15.0
" "	Fe 2.25 %		
	SiO ₂ 1.50 %		
	P 0.18 %		
	MnO ₂ 92 %	L. 52.10.0	L. 56.7.6
" "	Fe 0.3 %		
	SiO ₂ 0.3 %		
	P 0.2 %		

Comme on le voit, il existe une forte différence de prix entre les minerais à faible et forte teneur en MnO₂ : c'est ainsi que l'unité de MnO₂ valait en 1957 0,296 L. dans un minerai à 75 % de MnO₂ et 0,485 L. dans un minerai à 90 % de MnO₂ (Prix FOB).

En 1958, les prix FOB étaient de 0,334L par unité de la qualité 83 % de MnO₂ et de 0,571 par l'unité de la qualité 92 %.

Evolution du marché de minerai chimique

Comme le montrent les données statistiques, le marché des minerais chimiques est assez étroit aux U.S.A. Cependant en 1956 et jusqu'à la fin de l'année 1957, les prix de minerai chimique étaient élevés et les ventes faciles. Le "Métal Bulletin" du 7.1.58 prévoyait même une pénurie mondiale des minerais chimiques dans l'avenir, en particulier des qualités supérieures. Les renseignements obtenus à l'ini étaient par contre pessimistes ; depuis la fin de 1957, la vente est difficile et les stocks s'accroissent, encombrant le carreau de la mine, et dépassant 25.000 tonnes (1). De même, les informations récentes de Londres sont aussi assez pessimistes en signalant un ralentissement des transactions actuelles.

La baisse de la demande serait due à la recession aux Etats-Unis ainsi qu'à l'apparition sur le marché de bioxyde artificiel produit par la voie électrolytique (Electrolytique manganèse métal).

Sur le marché, anglais, le minerai de l'Imini est concurrencé par les minerais indiens, qui renferment moins d'impuretés gênantes (Cu , Pb).

(1) Note inf. page I6

Les stocks au 1er juillet 1958 étaient :

			- <u>TOTAL</u> -
Métallurgique :	Tout-venant	6.214 T	
	Traité	27.431 T	33.645 T
Chimique	80	3.644 T	
	84	20.125 T	
	88	3.454 T	
	92	494 T	
			<u>27.717 T</u>
			61.362 t

- CONCLUSIONS -

La présente étude ne permet pas encore de tirer des conclusions définitives elle devra, pour cela être complétée par de nouvelles investigations et une connaissance plus complète du marché mondial du minerai de manganèse chimique.

Quoiqu'il en soit, il est possible de donner des conclusions qu'il est prudent de considérer comme provisoires.

En particulier, il a été démontré que dans les minerais chimiques marchands de l'Imini le rapport $\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$ (en %) est quelque peu supérieur à 1,50 et qu'il existe dans le gisement des larges zones dont la minéralisation possède les mêmes caractéristiques et par conséquent peut-être considérée comme un minerai chimique brut.

Par ailleurs, on a pu également mettre en évidence que les minerais les plus riches en manganèse sont relativement plus riches en MnO_2 , et par conséquent le rapport $\frac{\text{MnO}_2}{\text{Mn}}$ dans ces minerais est plus fort que dans les minerais pauvres.

Ces minerais présentent donc une matière première de choix pour la production des minerais chimiques.

Enfin, on peut admettre que les quantités de minerai chimique existant dans le gisement et récupérable dans les conditions actuelles sont importantes et supérieures au cinquième du tonnage des réserves de minerai marchand représentant jusqu'ici la production de "chimique" par rapport au total (1).

C'est la teneur minima de 80 % MnO_2 qui a, depuis le début de l'exploitation limité à environ 20 % du total la production de minerai chimique. Rappelons que, jusqu'en 1955, outre les qualités supérieures à 80 % (R P 3, 4, 5, 6), la seule qualité vendable était le RP 2 (78 - 80 % MnO_2). En 1956 et 1957, il semble que, malgré la très grosse demande, les acheteurs aient été plus exigeants ; aucun tonnage de RP 2 (78-80 %) n'a été vendu et on se souvient même que les sociétés de broyage (Loubère, S.O.C.I.A. - Poissonnerie) faisaient le grief à la S.A.C.E.M. de leur donner une très grande proportion de RP 3 (80 - 83,9) difficilement vendable.

(1) de l'origine à fin 1957, la production de minerai chimique a été de 18,4 % de la production totale. De 1950 à 1957 inclus, elle a été de 20 % ; en 1957, elle a été de 24 %.

Si donc, dans le passé, la production de " chimique " a été limitée à des tonnages annuels compris entre 30 et 50.000 tonnes (exceptionnellement 76.000 tonnes en 1957), la raison principale doit être recherchée, non dans l'impossibilité de produire des tonnages plus grands, mais dans la nécessité de fournir un minerai de qualité supérieure.

On peut d'ailleurs ajouter que, même pour des qualités égales ou légèrement supérieures à 80 %, il n'est pas certain que la S.A.C.E.M. aurait trouvé preneur pour des quantités plus importantes. Le marché du manganèse chimique est, en effet, très étroit et le minerai de l'Imini en particulier, quoique riche est désavantagé par des teneurs en cuivre et en plomb.

Si donc, l'hypothèse d'une augmentation de la production de minerai chimique doit être recherchée, il est néanmoins nécessaire de pouvoir compléter l'étude du marché mondial de ce produit et de préciser les conditions de placement de quantités plus grandes à des teneurs plus faibles.

En raison de la diminution actuelle des demandes de manganèse métallurgique, l'extension du marché du minerai chimique correspondrait non seulement à une meilleure valorisation des richesses nationales mais devrait permettre le maintien de l'activité normale de la mine de l'Imini.

La S.A.C.E.M. qui est intéressée comme le Gouvernement à ce problème s'en est déjà préoccupé ; elle prépare actuellement un lot d'essai de " chimique " à 75 % destiné aux U.S.A. qui permettra d'entrevoir les possibilités nouvelles.

Dans les six dernières années un effort certain a déjà été fait dans ce sens.

Ainsi, le pourcentage de production de minerai chimique, par rapport à la production totale qui est, en moyenne de 18,4 % depuis l'origine est passé à 20 % pour l'ensemble des années 1950 à 1957 et à 24 % pour l'année 1957 seule, grâce au fonctionnement de la laverie en " marche chimique ".

En outre, la teneur d'alimentation en minerai métallurgique de Sidi Marouf qui était comprise entre 50 et 51 % Mn et même supérieure à ce chiffre a été respectivement de 49, 48,1 et 48,64 % en 1955, 1956 et 1957.

En supposant un débouché illimité du minerai chimique et en admettant notre coefficient de 1,5, on voit qu'un minerai dit métallurgique d'alimentation à 52 % Mn pourrait donner du chimique à 78 % MnO^2 donc après lavage un certain tonnage à plus de 80 % et un métallurgique plus pauvre.

Au contraire un métallurgique à teneur comprise entre 48 et 49 % Mn ne pourrait donner que du chimique à teneur variant entre 72 et 73,5 MnO^2 ; en "écrémant" ce minerai, on pourrait encore obtenir du chimique 80 en faible quantité mais la rentabilité de l'opération est moins éclatante ; le calcul approximatif suivant le montre ;

En 1957, 180.000 tonnes de métallurgique à 48,64 % Mn (73,3 MnO^2) ont donné 150.000 tonnes de sinter 56 %. A 500 francs le point, la tonne vaut 28.000 francs soit au total 4,2 milliards de francs ; il faut déduire le coût de la sintérisation soit 3.000 francs à la tonne de sinter ou 450 millions de francs.

Il resterait donc : $4.200 - 450 = 3.750$ millions de francs.

Supposons qu'avec ce minerai, on ait produit 30.000 tonnes de chimique à 80% il serait resté 150.000 tonnes de métallurgique à :

$$\frac{(180.000 \times 0,733) - 30.000 \times 0,80}{150.000} = 71,9 \% \text{ MnO}^2$$

ou

$$71,9 : 1,5 = 47,93 \% \text{ Mn}$$

La teneur du sinter aurait, toutes proportions gardées, été plus faible d'environ 0,8 % Mn et la valeur du point inférieure de :

$$0,8 \times 15 = 12 \text{ francs}$$

La nouvelle valeur des minerais s'établirait comme suit :

$$\text{Sinter obtenu avec } 150.000/t : \frac{150.000}{1,2} = 125.000/t$$

$$\text{Valeur de la tonne de sinter frais de sintérisation déduits : } (488 \times 55,2) - 3.000 = \dots \dots \dots 23.937 \text{ Frs}$$

$$\text{Valeur totale du sinter : } 23.937 \times 125.000 = 2.992,125 \text{ millions de francs}$$

$$\text{Valeur du minerai chimique à } 80 \% \text{ MnO}^2 \text{ récupéré : } 30.000 \times 35.000 = 1.050 \text{ millions de francs}$$

$$\text{Nouvelle valeur totale : } \underline{4.042,125} \text{ millions de francs}$$

Si l'on tient compte des frais nécessaires à l'obtention du minerai chimique et de l'augmentation des frais de sintérisation résultant du traitement d'un tonnage plus faible, l'opération se solderait par une somme d'environ : 250 millions de francs, soit environ 6 %.

Cette valorisation ne serait certes pas négligeable mais elle suppose une connaissance parfaite du marché mondial du minerai chimique, la vie de l'exploitation ne devant pas être liée à des fluctuations trop brutales.

En d'autres termes, il ne faut supprimer une partie du placement traditionnel du minerai métallurgique au profit des minerais chimiques de qualité inférieure qu'en étant assuré d'un écoulement constant de ceux-ci.

Si un tonnage annuel peut être ainsi défini, il sera possible, probablement sans aucune difficulté, d'orienter la S.A.C.E.M. vers une récupération plus grande des diverses qualités de minerai chimique.

Cette orientation demanderait la mise en application d'un programme d'exploitation adopté aux conditions du marché de minerais chimiques et permettant une utilisation rationnelle des réserves de minerais chimiques naturels.

Elle rendrait également nécessaire une large emploi de la laverie en marche chimique pour la production de minerais chimiques artificiels.

Dans ces conditions, l'exploitation simultanée des minerais pauvres de Ste Barbe demanderait la construction d'une nouvelle laverie, sans quoi il serait impossible de maintenir la production à un niveau élevé et d'éviter un appauvrissement trop prononcé des minerais métallurgiques résultant du prélèvement d'une proportion plus forte des minerais chimiques (1).

Enfin, l'étude de méthodes d'enrichissement des fines devrait être poursuivie, quoique la nature argileuse de la gangue rend la solution de ce problème très difficile.

Signé :

G. JOURAVSKY - R. VERGERIO

(1) - Note inf. de la page 20

Notons que pour l'instant les marchés de la S.A.C.E.M. sont réduits et la laverie ne marche qu'à un poste.

FIN