



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

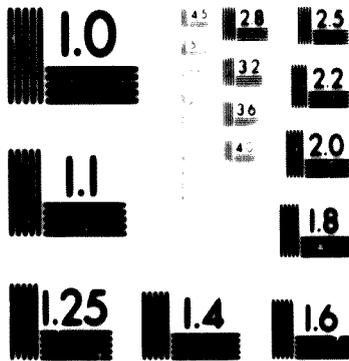
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

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

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

1 OF 3



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS
STANDARD REFERENCE MATERIAL 1010a
(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)

24x
F

CENTRE D'ETUDES INDUSTRIELLES
DU MAGHREB

01072

(1 of 2)

POSSIBILITES DE PRODUCTION
DE LA POTASSE DANS LES PAYS MAGHREBINS

PIECE I
ETUDE DE MARCHÉ
PAR

Abdelkader HARMANI et Toufik ABIDA
Experts au C.E.I.M.

Janvier 1972.

(C) ENTRE D'ETUDES INDUSTRIELLES
DU MAGHREB

POSSIBILITES DE PRODUCTION
DE LA POTASSE DANS LES PAYS MAGHREBINS :

P I E C E I
E T U D E D E M A R C H E
P A R

Abdelkader HARNABI et Toufik ABIDA
Experts au C.E.I.M.

Janvier 1972.

Le présent document est extrait de l'étude :

POSSIBILITES DE PRODUCTION DE LA POTASSE
DANS LES PAYS MAGHRÉBINS

qui comprend les pièces suivantes :

PIECE I	Etat de Marché
PIECE II	Etude Technico-Economique
PIECE III	Annexes

Cette étude a été réalisée par le Centre d'Etudes Industrielles du Maghreb à la demande des États maghrébins*.

Ont participé à l'élaboration de cette étude :

Dr Marinus C. GEERLING	Toufik ABIDA	Abdelkader H. RAJFI
Expert des N.U.	Expert au CEII	Expert au CEII

* Le Centre d'Etudes Industrielles du Maghreb bénéficie pour une période de sept ans de l'assistance technique de l'Organisation des Nations Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), Vienne.

TABLE DES MATIERES

	<u>-PAGES-</u>
- Avant propos	
- Introduction	1
 <u>PREMIERE PARTIE</u> ZONE DE CONCENTRATION ET ANALYSE DE LA PRODUCTION MONDIALE	
- Aperçu sur les réserves de potasse dans le monde	5
- Aperçu sur les capacités de production de potasse dans le monde	9
- Aperçu sur l'évolution de la production mondiale de potasse	10
I - RESERVES, CAPACITES ET PRODUCTION EN AMERIQUE DU NORD	13
1-1. Les réserves en Amérique du Nord	13
1-1-1.- Aux Etats Unis	13
1-1-2 - Au Canada	15
1-2-.- Evolution dans les capacités de production de potasse au CANADA	17
1-3. La production en Amérique du Nord	19
1-3-1. Evolution de la production aux Etats Unis	19
1-3-2. Evolution de la production au CANADA	19
II - RESERVES, CAPACITES ET PRODUCTION EN EUROPE	21
2-1. Réserves, capacités et production en Europe Occidentale	23
2-1-1 - En Allemagne de l'Ouest	23
2-1-2 - En France	25
2-1-3 - En Espagne	27
2-1-4 - En Grande Bretagne	32
2-1-5 - En Italie	33
2-2. Réserves, capacités et production de potasse en Europe de l'Est et en U.R.S.S.	34
2-2-1 - Les réserves	34
2-2-2 - Production et capacité	36
2-2-2-1 En U.R.S.S.	36
2-2-2-2 En Allemagne de l'Est	38
III - RESERVES, CAPACITES ET PRODUCTION EN ASIE	41
3-1. En Israël	41
3-2. En Jordanie	43
3-3. Au JAPON	44
IV - RESERVES, CAPACITES ET PRODUCTION DANS LES PAYS DU TIERS MONDE	45
4-1. Au Congo Brazzaville	45
4-2. Autres Pays	46

DEUXIEME PARTIE

LA CONSOMMATION, LE COMMERCE ET LES PRIX DES
ENGRAIS POTASSIQUES DANS LE MONDE

I - LA CONSOMMATION	40
1-1. Situation mondiale	40
1-1-1 - Le poids des engrais potassique dans la consommation mondiale d'engrais	50
1-1-2 - La consommation mondiale en 1969/1970	51
1-2. Analyse de la consommation d'engrais po- tassique par région	53
1-2-1 - En Amérique du Nord	53
1-2-2 - En Europe des Six	56
1-2-3 - Dans le reste de l'Europe Occidentale	59
1-2-4 - En Europe Orientale et en U.R.S.S.	60
1-2-5 - Dans le reste du monde	61
1-3. Estimation de la demande pour les années 1980-2000	63
II - LE COMMERCE DES ENGRAIS POTASSIQUES DANS LE MONDE	66
2-1. Situation générale	68
2-1-1 - Répartition des exportations	69
2-1-2 - Répartition des importations	71
2-2. Les difficultés des exportations canadiennes nées du programme de rationnement	73
2-2-1 - La dégradation des prix entraîne une limi- tation de la production et des ventes	73
2-2-2 - Le mécanisme du programme de rationnement	74
2-2-3 - Résultat de ce programme durant les deux premiers trimestres 1970	75
2-3. Les prix des engrais potassiques dans le monde	78
2-3-1 - Les prix de la potasse en Amérique du Nord en 1969 - 1971	78
2-3-2 - Les prix de la potasse en Europe en 1971/72	79

TROISIEME PARTIE

CONSOMMATION, COMMERCE ET PRIX DES
ENGRAIS POTASSIQUES AU MAGHREB

I - LA CONSOMMATION	84
1-1. Analyse de la consommation actuelle	84
1-2. Projection de la consommation au Maghreb	88
II - PRIX DE LA POTASSE AU MAGHREB	94
III - POSSIBILITES D'ECOULEMENT DE LA POTASSE MAROCAINE DANS LE MAGHREB	95
CONCLUSIONS	99

LISTE DES TABLEAUX ET GRAPHIQUES EN ANNEXE

- I - LES RESERVES MONDIALES DE POTASSE
- II - CAPACITE ACTUELLE ET CAPACITE PREVUE EN 1970
- III - NOUVELLES CAPACITES DE PRODUCTION DEPUIS 1967
- IV - PRODUCTION, CONSOMMATION, ET POURCENTAGE DE VARIATIONS PAR REGION
- V - FORMES D'ENGRAIS POTASSIQUES FABRIQUES DANS CERTAINS PAYS : 1962/1963 - 1967/1968
- VI - CONSOMMATION D'ENGRAIS POTASSIQUES PAR REGION : 1963/1964 - 1968/1969
- VII - CONSOMMATION MONDIALE D'ENGRAIS DE 1959 A 1969
- VIII - CONSOMMATION DE P₂O₅ ET K₂O PAR RAPPORT A CELLE DE N. 1963/1964 - 1968/1969
- IX - TAUX ANNUELS DE CROISSANCE DE LA CONSOMMATION D'ENGRAIS
- X - CONSOMMATION D'ENGRAIS POTASSIQUES DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT PAR REGION
- XI - TAUX COMPOSES DE CROISSANCE DE LA CONSOMMATION D'ELEMENTS FERTILISANTS DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT PAR REGION 1961/1962 - 1965/1966
- XII - CONSOMMATION D'ENGRAIS POTASSIQUES EN EUROPE DES SIX
- XIII - CONSOMMATION D'ENGRAIS POTASSIQUES PAR TYPE D'ENGRAIS
- XIV - CONSOMMATION D'ENGRAIS POTASSIQUES DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT PAR REGION

- XV_A - COMMERCE MONDIAL DE LA POTASSE EN 1968
- XV_B - COMMERCE MONDIAL DE LA POTASSE EN 1969
- XVI - CONSOMMATION D'ENGRAIS POTASSIQUES
ESTIMATION RESERVEE
- XVII - CONSOMMATION D'ENGRAIS POTASSIQUES
ESTIMATION OPTIMISTE
- XVIII - EXPORTATIONS D'ENGRAIS POTASSIQUES
- IXX - PRIX DES ENGRAIS POTASSIQUES EN 1969
EN AMERIQUE DU NORD
- XX - CONSOMMATION D'ENGRAIS POTASSIQUES
EN AFRIQUE DU NORD
- XXI - CONSOMMATION D'ENGRAIS CHIMIQUES AU
MAGHREB
- XXII - CONSOMMATION TOTALE D'ENGRAIS AZOTES,
PHOSPHATES ET POTASSIQUES EN AFRIQUE

GRAPHIQUES

- I - Production, Consommation et commerce
mondial des engrais potassiques.
- II - Evolution de la consommation d'engrais
potassiques par continent.
- III - Evolution de la consommation mondiale
d'engrais par élément fertilisant.

II-2 V A N T - P R O P O S

Jusqu'à l'élaboration de la présente, les pays maghrébins ont effectué chacun pour son compte l'étude et l'analyse de leurs ressources potassiques (voir liste bibliographique).

Au Maroc, où les réserves de Khemisset sont importantes, le Bureau de Recherches et de Participations Minières (B.R.P.M.), assisté par le Fonds Spécial des Nations-Unies a entrepris une série d'études traitant des domaines géologiques et physico-chimiques du minerai ainsi que des possibilités d'écoulement d'une éventuelle production de la potasse marocaine sur les marchés maghrébins. Par ailleurs les dépôts salins de Sebket El Malch à Zarzis sur la frontière Tuniso-Libyenne font l'objet actuellement de plusieurs études sur les possibilités d'extraction et de traitement des sels potassiques tunisiens.

Pour ce qui est de la portée de cette étude, il n'était assurément pas question, pour des raisons pratiques et de moyens limités, de couvrir tous les aspects des marchés, ni même des grands marchés.

Il a paru plus indiqué, au stade des projets maghrébins actuels, de se limiter à une analyse globale et bilantielle des pays producteurs et des consommateurs de potasse dans le monde, quitte à élargir plus tard le cadre de ce travail, si tel était le vœu des pays maghrébins intéressés.

Le Centre d'Etudes Industrielles du Maghreb tient à exprimer ses remerciements aux organismes, institutions et personnes qui ont bien voulu l'aider à élaborer cette étude. Il lui est agréable d'adresser un témoignage particulier de gratitude, pour la documentation fournie, au Bureau de

Recherches et de Participations Minières (B.R.P.M) à Rabat ainsi qu'à
l'Organisation des Nations-Unies pour le développement industriel
(O.N.U.D.I) : à l'Organisation de Coopération et de Développement
Economique (O.C.D.E) et à l'Office National des Mines de Tunisie pour
leur aimable coopération.

I I N T R O D U C T I O N

L'industrie potassique qui revêt actuellement une grande importance dans l'économie agricole et dans l'économie en général a répondu par son implantation à travers le monde aux besoins de la demande mondiale sans cesse accrue. La potasse est en effet l'un des trois éléments nutritifs pour les plantes. On estime que 95% environ de la potasse consommée aux Etats-Unis est utilisée en agriculture et ce pourcentage est même supérieur pour le reste du monde.

Afin de cerner la situation de l'industrie de la potasse dans le monde et de pouvoir prévoir son évolution dans l'avenir il importe de passer en revue l'évolution de cette industrie durant le siècle dernier.

En effet, l'industrie de la potasse a commencé à se développer pendant la dernière moitié des années 1800, bien qu'elle ait été reconnue comme une source minérale depuis 1797. C'est vers 1860 que la découverte du rôle important de la potasse dans la croissance des plantes, a entraîné l'exploitation pour la première fois d'un dépôt de potasse.

Ce n'est cependant qu'au début du XX^e. siècle qu'elle a fait l'objet d'un commerce important en tant qu'engrais, car elle a été surtout utilisée auparavant en teinturerie, en tannerie, en verrerie, en pyrotechnie, en savonnerie et en d'autres industries chimiques analogues.

L'industrie potassique a ainsi suivi l'évolution suivante :

La phase de démarrage 1860 - 1930 : phase où l'Allemagne a été le principal producteur qui détenait virtuellement le monopole des marchés jusqu'à la première guerre, à l'issue de laquelle la province

d'Alsace devait être restituée à la France lui transférant ainsi l'industrie potassique de la région. Après une brève période de concurrence, les producteurs des deux pays ont signé l'accord de 1924 par lequel ils ont formé un cartel qui assure aux producteurs de l'un et l'autre pays le partage du marché mondial de la potasse. L'accord d'origine allouait à l'Allemagne 70 % et à la France 30 % du marché total. Par la suite, l'admission de nouveaux producteurs au cartel devait entraîner la révision de l'accord.

Durant cette période, plusieurs pays dépendant de l'Allemagne pour leur approvisionnement en potasse, aussi, le blocus de l'Allemagne par la Grande Bretagne pendant la première guerre mondiale et qui devait couper à ces pays leur principale source d'approvisionnement a provoqué une intensification de leurs efforts pour satisfaire localement leurs besoins en potasse. C'est le cas des Etats-Unis d'Amérique qui ont réussi à mettre en exploitation les gisements de Carlsbad au Nouveau Mexique.

La phase de développement 1930 - 1955 : au début des années 1930 la production de potasse commençait en Pologne, en Espagne, aux Etats-Unis, en Palestine et en U.R.S.S. Un autre accord était donc signé en 1930 entre les membres du cartel qui sont alors l'Allemagne, la France, l'Espagne, la Pologne, la Palestine, l'U.R.S.S et les Etats-Unis.

Après la deuxième guerre mondiale ; l'industrie allemande a été divisée et l'industrie polonaise est passée sous le contrôle soviétique. De nouvelles industries sont apparues en Italie, au Canada et au Congo Brazzaville.

Aux Etats-Unis, la production du bassin de Carlsbad a poursuivi son développement sous l'effet de la demande provoquée par la seconde

guerre mondiale. Par la suite, et après 1945, la demande a continué sa progression au taux de 8% par an.

La phase d'expansion 1955 - 1970 : durant laquelle la demande accrue conjuguée avec les nombreuses découvertes de réserves potassiques dans le monde ont provoqué plusieurs développements importants dans l'industrie.

Les industries russes et américaines ont été développées régulièrement, essentiellement pour faire face aux besoins de leur marché intérieur alors que la demande croissante des autres marchés mondiaux était couverte par les producteurs anciennement établis tels que l'Allemagne et la France qui ont passé les années 50 à rééquiper leurs mines et à organiser leur production. Les prix sont restés fermes et stables, et les marchés mondiaux ont été spécialement influencés par les politiques de marketing adoptées par les producteurs européens de potasse.

En 1962 l'International Mineral and Chemical Corp. (IMCC), du Canada a procédé à la mise en exploitation d'une mine au SASKATCHEWAN mettant ainsi le potentiel de production des mines du SASKATCHEWAN en réalisation.

L'IMCC a pu ainsi produire convenablement à une profondeur de 1.036 m sans être gênée par des inondations et les autres interférences du BLAIRMORE. L'expérience réussie de l'IMCC a provoqué plusieurs décisions d'investissements et d'ouvertures de mines au SASKATCHEWAN, décisions qui étaient influencées en partie par le coût de production relativement bas par rapport à ceux de l'Europe.

A la fin de la décade 1960, 10 mines de potasse étaient enregistrées au Canada mais 2 d'entre elles ont été fermées à cause des problèmes d'inondation.

PREMIERE PARTIE

(
=====)
(ZONES DE CONCENTRATION ET ANALYSE DE LA)
(PRODUCTION MONDIALE)
(
=====)

- Aperçu sur les réserves dans le monde

Les réserves mondiales de potasse se présentent sous plusieurs formes de minerais potassiques dont les principaux sont décrits ci-après :

Le Carnallite : ($KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$) contient à l'état pur 26,8% KCl , 16,9% K_2O et 34,3% $MgCl_2$

La teneur des minerais varie entre 8 et 16 % K_2O . En général le reste est du sel ordinaire ($NaCl$).

La Sylvite : (KCl) contient à l'état pur 63,1% K_2O et se trouve rarement à l'état pur comme minéral. Il est très répandu comme mélange avec du sel ordinaire ($NaCl$) mélange que l'on nomme en général, sylvinite.

La Sylvinite : La teneur en K_2O de sylvinite varie entre 10 et 33%.

La Rinneite : ($FeCl_2 \cdot 3KCl \cdot NaCl$) contient à l'état pur 28,4% K_2O .

Ce minéral, donnant de grandes difficultés de traitement, son exploitation n'est pas rentable dans les conditions technologiques actuelles.

Les réserves mondiales de potasse y compris le potassium contenu dans l'eau de mer sont suffisantes pour plusieurs milliers d'années.

En effet l'eau de mer contient environ 0,04% de K_2O et chaque mille cubique contient environ 1 million et demi de tonnes. de potassium mais les coûts d'extraction sont trop élevés.

- 1 -

Quant aux estimations de ces réserves, elles ne sont pas nécessairement comparables : d'une part la base utilisée pour les mesurer n'est pas connue pour tous les pays, et d'autre part les définitions données ci-après des diverses classes de réserves varient d'une société à une autre et d'un pays à un autre :

"Réserves à vue ou réserves prouvées". - dans les gisements filoniens, on classe en réserves prouvées le tonnage de minerai reconnu par quatre galeries ou montages l'entourant complètement. Éventuellement, trois galeries et quelques sondages sont jugés suffisants si les irrégularités ne sont pas trop fortes. Dans les gisements en amas, on classe le minerai comme "prouvé" si toutes ou la plupart des arêtes du prisme le délimitant sont tracées et reconnues. De façon générale, les réserves prouvées sont celles correspondant aux zones où tous les travaux préparatoires à l'exploitation ont été effectués. Dans les gisements sédimentaires réguliers, une série de sondages suffisamment stables, peut permettre de classer comme réserves prouvées les zones correspondantes.

"Réserves probables". - ce sont les zones délimitées par deux ou trois galeries ou montages dans le cas d'un filon, par la moitié environ des galeries ou montages encadrant une zone dans le cas d'un amas, ou encore dans le cas d'un gisement régulier, par un quadrillage incomplet ou assez espacé de sondages. Dans les mines s'étendant en profondeur, si les niveaux sont tracés de 50 en 50 mètres par exemple, et si le niveau inférieur est toujours minéralisé, on classe souvent en réserves probables la zone s'étendant sur 25 mètres au-dessous du niveau inférieur (10 m dans les cas de gisements très réguliers).

"Réserves possibles". - ce sont les zones que l'on pense minéralisées pour des raisons géologiques basées sur des extrapolations, ou reconnues par un seul ou peu de travaux, une galerie, un ou peu de sondages.

Les Anglo-saxons paraissent libéraux sur les critères qu'ils exigent pour classer une zone en réserves possibles. C'est sur l'évaluation des réserves prouvées et probables qu'il importe d'être prudent.

Il faut de suite noter que dans une mine en exploitation, ou dans un état de reconnaissance avancée, le volume des réserves prouvées et probables dépend largement des investissements consentis, c'est-à-dire de l'état d'avancement des travaux préparatoires (galeries, montages, etc...) par rapport aux zones en exploitation. On s'arrange au cours de l'exploitation pour avoir de façon permanente un tonnage prouvé à peu près constant.

Les estimations totales des réserves détaillées dans le tableau I annexé à ce rapport se situent entre 48.040 et 52.470 millions de tonnes dont la plupart se trouve dans les pays développés. 4 pays possèdent des réserves très importantes :

La Russie 24.000 millions de tonnes, le Canada 18.000 millions de tonnes K_2O , l'Allemagne de l'Est 3600 à 5400 millions de tonnes K_2O et l'Allemagne de l'Ouest 1800 à 3600 millions de tonnes.

Abstraction faite de la région de la Mer Morte exploitée par Israël et la Jordanie et dont les réserves totales sont de 544 millions de tonnes K_2O ; il existe des dépôts de potasse dans

d'autres pays en voie de développement, comme le Congo (Brazzaville) où l'exploitation a commencé début 1969, l'Ethiopie qui lancera sans doute une industrie de potasse dans un proche avenir et le Pakistan Occidental où l'on a découvert un gisement exploitable. Au Congo, la production provient d'une concession minière qui comprend 50 millions de tonnes de minerais de sylvinite exploitable.

**LES PRINCIPALES RESERVES DE POTASSE
DANS LE MONDE**

P a y s	Type de Minerai	Teneur en K ₂ O	Quantités de K ₂ O extractible en millions tonnes
U. R. S. S.	-	-	24.000
C A N A D A	Sylv. - Carnal.	15-25	18.000
ALLEMAGNE-OUEST	Sylvinite-Harts.	15-20	1800 à 3600
ALLEMAGNE-EST	Sylvinite-carnal.	13-17	3600 à 5400
<u>Autres pays :</u>			
ETATS-UNIS	saumures-sylv.	-	225 à 360
F R A N C E	Sylvinite	15-25	180 à 225
ISRAEL-JORDANIE	Solution salée	0,7	544

- Aperçu sur les capacités de production de potasse dans le monde

Les capacités de production de potasse se sont développées durant les dernières années.

En effet la décade des années 60 a connu des développements importants. De nombreuses capacités de production sont venues s'ajouter à celles déjà installées à travers les pays producteurs et essentiellement à travers l'Amérique du Nord et le bloc communiste. L'Europe de l'Ouest est restée au même niveau pendant cette période.

Il est à remarquer que les données relatives à la capacité des usines d'engrais ne sont pas précises. D'une part la notion même de capacité escomptée n'a pas encore fait l'objet de définition mondiale admise. D'autre part certains plans officiels annoncés sont modifiés ou annulés, de vieilles usines cessent parfois leur activité sans qu'on le sache, enfin des délais surgissent dans la construction ou le démarrage des usines. De ce fait, la prévision ou l'inventaire des capacités relève plutôt d'une entreprise hasardeuse que d'un recensement rigoureux. Compte tenu de ces considérations nous avons néanmoins essayé d'esquisser un aperçu sur les capacités de production, évaluation nécessaire pour cerner notamment la production potentielle et l'avenir de la potasse dans le monde.

Si on essayait d'analyser l'évolution de l'industrie de la potasse pendant la période 1965/1970 on constatera d'abord que la majorité des développements a été réalisée pendant les dernières années de la décade et essentiellement en 1969 et en 1970 et que ces développements se sont effectués surtout au CANADA et en U.R.S.S. (Conf. Tableau des capacités de production N° II et III).

D'après les données ci-dessus et les estimations de la "British Sulfur Corporation", la capacité de production mondiale est

passée de 14.560.000 tonnes par an en 1966 à 16.150.000 tonnes en 1967 à 17.100.000 tonnes par an en 1968 et à 21.710.000 en 1970 ; ce qui fait ressortir une augmentation dans les capacités de 7,4 millions de tonnes K_2O sur la période 1966-1970. Mais l'impact de ces nouvelles capacités sur la production effective de potasse n'a pas été immédiat et ceci est dû à des raisons diverses dans les différentes régions, inhérentes tant aux difficultés de la main-d'œuvre qu'à des problèmes d'engineering et de construction.

- Aperçu sur l'évolution de la production mondiale de potasse

Depuis 1955 le taux annuel moyen d'accroissement de la production a été de 6,2% environ. Pour la seule année 1965, cet accroissement a dépassé 1 million de tonnes, plusieurs mines canadiennes ayant commencé à produire.

En volume, la production mondiale de potasse est passée de 9 millions de tonnes K_2O en 1960 à 14,5 millions de tonnes en 1967 pour atteindre 16,8 millions de tonnes K_2O en 1969. Sur ces 16,8 millions de tonnes, l'industrie canadienne a produit 3,6 millions de tonnes K_2O totalisant avec les Etats-Unis un tonnage de 6 millions de tonnes ; l'U.R.S.S. et la R.D.A. 5,750 millions de tonnes. Quant aux cinq autres pays producteurs importants, ils comptent pour 1/3 de la production mondiale durant l'année 1969/70. A part l'Espagne où la production a diminué de 6%, conséquence des grèves et autres perturbations dans les opérations d'extraction et de raffinage, les autres producteurs ont atteint des niveaux supérieurs à 1968/69.

Deux pays, le Canada et l'U.R.S.S, inscrivent à leur actif 72% de l'accroissement de la production durant la période 1960/69.

Mais bien que ce taux d'accroissement de 6,2% soit important, il ne reflète ni les besoins réels de la consommation mondiale ni la variation de la consommation enregistrée depuis 1962/63. En effet, le tableau IV de la production et de la consommation mondiale par région

fait ressortir pour les années 1962/63 à 1965/66 des taux d'accroissement de 10 ; 12 et 14% respectivement, alors qu'ils ne sont que de 5, 5 et 6% pour les années 1966/67 à 1968/69. Cette augmentation rapide de la production dans la première moitié de la décade 1960 a été jugée comme un phénomène naturel du processus d'expansion de l'industrie des engrais stimulée par une forte demande.

On prévoit pour les pays développés que cette production atteindra :

17,3 millions de tonnes en 1971

23,5 millions de tonnes en 1976

Pour les pays en voie de développement les prévisions avancées ne dépassent pas 0,7 million de tonnes en 1971 et 1,2 millions de tonnes en 1976.

Les principaux producteurs se trouvent donc essentiellement dans les pays développés où 140 entreprises environ s'emploient dans la production de la potasse.

Cette concentration de la production de la potasse et des engrais potassiques dans la partie développée du monde s'explique par la réunion des quatre conditions suivantes étroitement liées entre elles :

- la disponibilité des matières premières, soit sous forme de ressources intérieures soit sous forme d'importations.
- l'état relativement avancé des connaissances techniques et la formation de la population agricole

- le stade d'évolution industrielle et la capacité de production installée.
- le niveau de la demande locale d'engrais et l'expérience commerciale des producteurs travaillant pour les marchés extérieurs.

En outre, à l'exception du Canada et de l'Allemagne de l'Ouest, les pays produisant les plus grandes quantités d'engrais potassiques sont en général ceux qui en consomment plus de 50%. Les six principaux producteurs (à savoir le Canada, l'Allemagne Orientale, la République Fédérale d'Allemagne, la France, l'URSS et les Etats-Unis) fournissent plus de 90% du total des exportations de potasse.

Bien que certains pays en voie de développement (d'Afrique, d'Amérique Latine et d'Asie) manifestent des efforts soutenus pour développer une industrie locale des engrais, leurs besoins locaux en produits potassiques restent totalement tributaires des fournisseurs extérieurs.

Mais il est certain qu'un bon nombre de pays concernés et dont les réserves en potasse ne sont pas négligeables ont envisagé ou étudieront la possibilité d'autosuffisance dans ce domaine grâce à l'implantation d'une industrie nationale de produits potassiques.

Si une telle évolution -qui se dessine déjà pour certains pays d'Afrique- se produisait, la structure mondiale de la production et des échanges d'engrais potassiques se trouvera modifiée et il n'est pas exclu qu'il en résultera de facto une augmentation sensible dans les échanges internationaux aussi bien de matières premières (chlorures, sulfate et nitrates de potasse) que des engrais élaborés.

Cependant, parmi les causes qu'on peut avancer retardant l'existence de la production d'engrais potassiques dans les pays moins développés, on peut énumérer les suivantes :

- 1^o les marchés limités des pays du tiers monde,
- 2^o les conditions de l'infrastructure politique, économique et administrative qui prédominent dans ces pays.
- 3^o les surcapacités de production installées dans l'industrie de la potasse dans le monde et la situation de cette industrie en général.

(
(I - RESERVES, CAPACITES ET PRODUCTION EN AMERIQUE DU NORD)
(

Les Etats-Unis et le Canada disposent de réserves de potasse dans plusieurs localisations qui ont permis d'installer de grandes capacités de production. (50% de la capacité mondiale).

1.1. - Les réserves en Amérique du Nord :

1.1.1. - Aux Etats-Unis :

Aux Etats-Unis la potasse existe en quantités importantes dans les régions principales suivantes :

- Au Carlsbad : Grand bassin Permien qui s'étend tout au long de la frontière Texas - Nouveau-Mexique et renferme de grandes quantités de sels potassiques. Les couches de potasse se situent dans le Sud-Ouest, dans le bassin de Delaware.

Les réserves de potasse au Nouveau Mexique sont estimées de 60 à 80 millions de tonnes de K_2O .

- Searles Lake en Californie qui est une deuxième région disposant de quantités appréciables de potasse. Searles Lake est une formation très ancienne qui s'est constituée à partir d'une série de lacs reliés par des rivières nourries à partir du Owens Lake.

Les principales réserves de Searles Lake sont constituées d'un produit cristallin contenant non seulement le chlorure de sodium et de potassium mais aussi des quantités substantielles de sulfate, de carbonate et de borate.

Actuellement la potasse est extraite à partir des parties supérieures de la formation géologique et des saumures.

Les réserves contenues dans les saumures sont estimées à 20 millions de tonnes K_2O . Les réserves cristallines sont

de l'ordre de 10 millions de tonnes.

- Salt Lake où d'importantes réserves sont les résidus du marécage Saldue produit par un grand lac quaternaire situé à Bonneville au nord-est de l'Etat de l'Utah. Les réserves contenues dans les saumures sont estimées à 1 million de tonnes d'oxyde de potassium.

Les réserves U.S. sont ainsi de 2 types :

- les saumures
- des réserves souterraines (voir tableau ci-après).

Les saumures de Californie et de l'Utah contiennent approximativement 120 millions de tonnes de K_2O .

Les réserves minières prouvées de l'Utah et du Nouveau Mexique totaliseraient 340 millions de tonnes de K_2O .

TABLEAU DES RESERVES U. S.

Nature des réserves	K	K_2O
<u>Saumures</u>		
Great Salt Lake (réserves prouvées)	75	91
Great Salt Lake Desert (réserves possibles)	7	8
Searles Lake (réserves prouvées)	17	20
<u>Réserves souterraines</u>		
Utah (prouvées)	211	254
Utah (réserves possibles)	134	161
Nouveau Mexique		
(réserves prouvées)	71	85
(réserves possibles)	332	400

Les gisements de sylvinite et de langbeinite dont la teneur en K_2O est respectivement de 10-22% et 7-12% sont situés à une profondeur variant de 180 à 600 m.

1.1.2. - Au Canada :

Des réserves ont été découvertes récemment. Elles se présentent sous forme de couches d'importance commerciale, se situant au milieu de la prairie d'évonienne, au sud de la province du Saskatchewan. Les principaux minerais potassiques sont la sylvinite et la carnallite et se trouvent souvent ensembles et séparément.

Bien que les réserves indiquées pour le Canada sont estimées à 13.000 millions de tonnes K_2O , les réserves récupérables sont de 7000 M de T. Ceci est dû au fait que les conditions d'exploitation minière ne sont pas bien connues. En effet on ignore la formation des différentes couches à l'exception d'une seule dont l'épaisseur est de l'ordre de 1,60 m à 3,20m. La teneur en K_2O de cette couche est de 25%.

Cette estimation de la potasse récupérable du Saskatchewan de l'ordre de 7.000 millions de tonnes d'oxyde de potassium représenterait une réserve apte à couvrir les besoins de la consommation nord américaine pendant 3.000 ans.

Par ailleurs, les travaux de recherche et d'exploration géologique continuent sur une superficie de 40.000 hectares au Centre du Saskatchewan.

Le bureau de consultation géologique et géophysique de Régina (D.L. Surgik and Associates) a indiqué que les réserves exploitables sont appréciables et consistent en trois couches de potasse situées séparément. Les réserves d'une seule couche sont plus importantes en KCl que les réserves totales du Carlsbad au Nouveau Mexique, elles sont estimées à 360 millions de tonnes de sylvinite à 14% K_2O .

1.2. - Les capacités de production en Amérique du Nord :

L'importance des réserves ajoutée à une demande croissante en Amérique ont été à l'origine du développement de l'industrie potassique dans ce continent. En 1970 l'industrie nord américaine a atteint des proportions considérables et la capacité de production qui y est installée, voisine 50% de la capacité mondiale de production.

L'importance de l'industrie nord américaine dans la capacité mondiale de production est relativement récente. Elle date des dernières années de 1960 et essentiellement de l'année 1969. En effet la capacité de production nord américaine qui comptait en 1966 pour 37% seulement ($\frac{3800 + 1700}{14560} = 37\%$), est passée en 1970 à 45% de la capacité mondiale (voir tableau II).

D'autre part, la plus grande part d'accroissement dans la capacité de production en Amérique du Nord revient au Canada où la capacité est passée de 1,700,000 tonnes par an en 1966 à 7 millions tonnes par an en 1970 soit quatre fois le volume de 1966, alors que les Etats-Unis d'Amérique n'ont évolué que de 900.000 tonnes par an sur la même période.

1.2.1. - Evolution dans les capacités de production de potasse aux USA :

Les développements dans l'industrie américaine de potasse pendant les dernières années de 1960 se sont produits essentiellement aux complexes de Searles Lake en Californie et à Great Salt Lake en Utah.

En Californie, l'Occidental Petroleum Corporation a engagé des travaux de développement à Searles Lake, pour l'installation de complexes d'évaporation solaire. Sa filiale "la Garrett Resource and Development Cie" a développé un nouveau procédé pour l'extraction des sels potassiques permettant la récupération de n'importe quelle combinaison de solution saline.

Dans l'Utah, "Great Salt Lakes Minerals and Chemicals Corporation" poursuit l'aménagement de ses 6.000 hectares de complexes solaires. Le système de canalisation et de conduite était presque complété en 1968 et la construction de l'usine de sulfate de sodium et de potassium devait commencer en octobre 1970. La capacité initiale du complexe serait de 240.000 tonnes par an de sulfate de potassium et de 150.000 tonnes par an de sulfate de sodium ; la pleine capacité devant être atteinte en 1972. La "Great Salt Lake" construit également une usine de 100.000 tonnes par an de chlorure de magnésium dont le coût est estimé à 3,5 Millions de \$ et dont le démarrage était prévu pour la fin de l'année 1971.

Le coût total de ces projets estimé à 31 millions de dollars est en voie d'achèvement.

Il y a lieu de mentionner un autre projet de 70 millions de dollars de la "Nationale Lead Compagnie" également basé sur l'extraction des sels de Great Salt Lake mais qui ne prévoit pas la récupération de sulfate de potassium ou de chlorure de potassium du moins dans les premières années d'activité, mais portera sur le magnésium.

1.2. . - Evolution dans les capacités de production de potasse au Canada :

Les développements de l'industrie canadienne ont eu lieu dans les dernières années de la décade 60 et essentiellement en 1968, en 1969 et en 1970. Cette industrie est passée de 70.000 Tonnes K_2O en 1961/62 à ~~680000~~ Tonnes K_2O en 1963/64 ; à 1,6 Million Tonnes K_2O en 1965/66 et à 3 Millions de Tonnes en 1968/69.

L'évènement principal dans l'industrie en 1968 a été l'entrée en production de 3 nouvelles mines au Canada avec une capacité totale de 2 Millions de tonnes par an de K_2O . La capacité de production au Canada a ainsi été portée à 3,1 millions de tonnes de K_2O soit 45% d'augmentation sur le niveau de 1967.

Le 10 avril 1968 "Allan Potash Mines" a annoncé le démarrage de sa nouvelle mine (80 millions de dollars d'investissement) devenant ainsi le premier producteur du pays devant notamment "Alwingsal" et "Duval". Avec ces trois nouvelles mines et les autres investissements qui se poursuivent, il est escompté que la capacité atteindra le niveau de 12 millions de tonnes de Kcl en 1971.

L'achèvement des travaux de 2 nouvelles mines de potasse au Saskatchewan en 1969 porte le nombre total des producteurs de potasse au Canada à 9. Entre le début de 1968 et la fin de 1969 la capacité de production de potasse au Saskatchewan a doublé mais cette augmentation ne se reflète pas dans la production réelle de potasse dont l'augmentation a été développée à un taux modéré. Par exemple, Alwingsal a produit seulement quelques milliers de tonnes de K_2O en 1968 et ne prévoit pas d'opérer à pleine capacité jusqu'à la fin de 1970 c'est à dire 18 mois après le démarrage de la mine. "La Noranda" qui a commencé sa production de potasse en septembre 1969 n'escomptait pas faire de livraisons commerciales à grande échelle avant le début de 1970.

CANADA : Capacités de production de Potasse
dans le Saskatchewan : 1970.
En 1.000 Tonnes courtes.

COMPAGNIES	CAPACITES	VENTES POSSIBLES
W. I. C. C.	2.330	1.073,9
ALUM	937,5	393,7
ALMAN	912,7	470
NORANDA	900	346,9
TOTAL	732	283,2
SYLVITE	732	46
COMINCO	720	265
ALWINGSAL	600	237
F. C. A.	460	267,3
TOTAL en Tonnes courtes ^R	7.592	3.383
Equivalent en Tonnes métriques	6.833	3.045

^R Une tonne courte est égale à 0,9 tonne métrique environ.

1.3. - La Production en Amérique du Nord :

1.3.1. - Evolution de la production aux Etats-Unis :

Cependant la production des Etats-Unis est restée stationnaire depuis de nombreuses années. Elle est de 2,5 Millions de tonnes K_2O en 1963/64 et 1964/65 ; 2,6 Millions de tonnes en 1965/66 ; 2,8 en 1966/67 et est descendue à 2,45 et 2,48 Millions de Tonnes K_2O en 1967/68 et 1968/69. En 1969/70, il est estimé qu'elle ne dépassera pas 2,1 Millions de tonnes. Quant au volume de la demande globale de potasse pour 1970/71, il est prévu qu'elle ne sera pas supérieure à 3,8 Millions tonnes K_2O , dont 2,1 Millions tonnes de source intérieure, les importations elles-mêmes devant diminuer de 6%.

1.3.2. - Evolution de la production au CANADA :

La part de l'industrie canadienne dans la production mondiale s'établit à 16% en 1966/67, 18% en 1967/68 et 19% en 1968/69. En 1969/70, les neuf compagnies opérant dans le Saskatchewan ont augmenté leur production de 19% passant de 2,990 Millions de tonnes K_2O à 3,6 Millions Tonnes.

Production du chlorure de potassium au Saskatchewan
1.000 Tonnes K_2O .

1964/65	1.052
1965/66	1.735
1966/67	1.949
1967/68	2.675
1968/69	2.966
1969/70	3.535

Mais l'excédent des capacités installées sur la production est actuellement le problème dominant de l'industrie canadienne. Aussi l'introduction du programme canadien de rationnement a

constitue le principal événement de l'année 1969/70. Bien qu'il n'ait pas résolu tous les problèmes de l'industrie de la potasse, ce programme de rationnement a réussi cependant à instaurer une relative stabilité des conditions de production et de vente en Amérique du Nord, et à créer une situation grâce à laquelle les revenus de l'activité ont été considérablement améliorés. En outre, l'introduction de "prix plancher" a eu pour résultat de restreindre les pratiques illicites et la concurrence des prix en matière de vente, obligeant ainsi les producteurs à concevoir des politiques promotionnelles plus réalistes.

Les ventes de potasse canadienne ont ainsi dépassé la production. En particulier les chargements à destination des Etats-Unis ont été accrus compensant légèrement le recul accusé sur les marchés extérieurs. La demande du marché américain a été favorablement influencée par l'accroissement des besoins en engrais potassiques durant la saison 1969/70, ainsi que par le déclin des importations américaines provenant d'autres sources extérieures.

II - RESERVES, CAPACITES ET PRODUCTION EN EUROPE

L'Europe dispose d'importantes réserves de potasse, la situant au deuxième rang dans le monde.

Ces réserves sont réparties essentiellement en Europe Centrale et en Russie.

Les capacités de production installées dans ce continent sont également très importantes. Elles comptent pour à peu près 50% de la capacité mondiale installée en 1970 ($\frac{9090}{21700}$). Avec l'accomplissement des travaux d'installation de nouvelles capacités en 1970-1971 la Russie prendra à elle seule plus des deux tiers de la capacité de production du continent ($\frac{6450}{9090}$).

En Europe ; avec 44% de la production mondiale, soit 7 millions de tonnes K_2O en 1968/69, huit pays assurent la production du continent. Mais quatre pays seulement y fournissent des tonnages importants : l'Allemagne de l'Est avec 2,293 Millions de Tonnes K_2O ; la République Fédérale d'Allemagne avec 2,188 Millions de Tonnes ; la France avec 1,721 Millions Tonnes et l'Espagne avec 588.000 Tonnes K_2O .

La production du continent qui était de 6 Millions Tonnes K_2O en 1963/64 est passée à 6,7 Millions Tonnes en 1965/66, 6,8 Millions Tonnes en 1967/68 et 7 Millions Tonnes en 1968/69. (Conf. tableau ci-après).

Production d'engrais potassiques en Europe.

1.000 Tonnes K₂O.

P A Y S	1963/64	1964/65	1965/66	1966/67	1967/68	1968/69
Allemagne - Est	1845,0	1857	1926	2006,40	2205,60	2293
Allemagne - Ouest	2012,10	2229	2334,70	2119,70	2064,50	2188
France	1822,60	1823,80	1823,10	1836,60	1800,00	1721
Espagne	236,10	313,10	404,00	503,00	562,80	588,10
Italie	136,50	168,50	173,30	175,10	162,20	164,00
Finlande	0,50	0,90	0,90	1,10	1,30	1,30
Pays - Bas	2,50	2,50	2,50	0,60	0,80	1,00
Suède	0,20	-	-	-	-	-
T O T A L	6055,50	6394,80	6710,50	6642,50	6797,20	6976,40

FAO : Engrais "Rapport Annuel sur la production, la consommation, le commerce et les prix dans le monde".

2.1. - Réserves, capacités et productions en Europe Occidentale :

Les pays de l'Europe occidentale et en particulier l'Allemagne et la France sont parmi les plus anciens producteurs de potasse.

Ces deux pays possèdent d'importants gisements et se placent en tête des pays de l'Europe Occidentale.

En Allemagne, les réserves sont localisées dans le Hanovre entre Thuringe et Mecklenburg et couvrent une superficie de 35.000 km² environ. Le minerai exploité entre 900 et 1200 mètres de profondeur est constitué de couches carnallitiques contenant moins de 10% de K₂O, et de couches sylvinitiques de plus de 16% K₂O.

Disposant d'une longue expérience dans l'industrie et de vastes capacités de production de potasse, l'Allemagne et la France ont bénéficié pendant plusieurs décades d'une situation privilégiée sur les marchés mondiaux.

Ce n'est qu'à la fin des années 1960 que l'industrie européenne de la potasse, s'est trouvée confrontée à une forte concurrence internationale et à une réduction dans les prix l'obligeant à revier ses coûts de production soit par l'extension des capacités de production soit par l'introduction de nouvelles techniques de production ou de programmes de modernisation.

2.1.1. - En Allemagne de l'Ouest :

L'Allemagne de l'Ouest a été le principal producteur de potasse depuis 1860 environ et jusqu'aux années 1930, époque où la demande a provoqué la mise en exploitation des gisements de Carlsbad, dans le nouveau Mexique. Sa production qui était de 2,33 Millions Tonnes en 1965/66 a évolué en baisse, se situant à 2,1 Millions Tonnes K₂O en 1966/67 ; 2,06 Millions Tonnes en 1967/68 et 2,2 Millions Tonnes en 1968/69. La production y est assurée par trois

groupes importants : Wintershall AG - Salzdettfurth AG - KALIE Chemie AG - Mais bien qu'ils écoulaient toute leur production par le canal d'une seule organisation commerciale, la "Verkaufsgemeinschaft Deutscher Kaliwerke GmbH" il n'existait pas entre eux et jusqu'à une date récente d'accord de production. C'est en 1969 seulement, que les filiales communes de production et les prises de participations se sont matérialisées.

Production et vente de potasse par les producteurs
de l'Allemagne de l'Ouest : En 1.000 tonnes de K₂O.

	1968	1969	Accroissement Annuel en %
- Production	2,220	2,283	+ 3
- Vente marché local	1,188	1,237	+ 4
- Export	1,102	1,034	- 6

En 1969 la Wintershall AG et ses filiales* ont produit 1,225 Millions tonnes K₂O, soit 53,7% de la production totale Ouest Allemande. Ses ventes totales ont été de 1,226 Millions Tonnes K₂O (54% des ventes totales du pays).

Quant au groupe SALZDETFURTH, sa production en 1969 a été de 782.000 Tonnes K₂O, quelque 3,2% de plus qu'en 1968. Ses ventes pour 1969 ont atteint le volume de 773.000 Tonnes K₂O représentant 34,5% du chiffre d'affaires total allemand.

L'un des points forts de l'industrie allemande de la potasse est la grande variété dans le calibrage des produits pouvant être offerts et englobant le chlorure de potassium à 60% ; 50% et 40%

* BURBACH - KALIWERKE et GEWERKSCHAFTEN, BADEN.

K_2O dans des dimensions variées ainsi que du sulfate de potassium et le magnésium et de nouveaux calibres pour pâturages et prairies. Par contre au Canada un seul type de produit, le chlorure de potassium à 60% K_2O est offert.

En 1967, le chlorure de potassium à 60% K_2O représentait quelque 48% de la production totale allemande, les autres chlorures de moindre grade représentant 40%, et les sels sulphatés 12% du total.

Des investissements substantiels ont été effectués, mais comme ceux-ci concernent des programmes de modernisation et d'amélioration des facilités existantes il n'y aura pas d'addition dans la capacité de production. Toutefois, l'industrie Ouest-Allemande est actuellement en position d'augmenter sa production si nécessaire et ceci en faisant appel à l'arrangement syndical qu'on vient de signer en Allemagne pour travailler pendant le week-end.

2.1.2. - En France :

En France, les principales réserves se situent en Alsace sur 200 km² de surface. Deux couches sont commercialement exploitables : la première de 0,9 m à 1,50 m d'épaisseur et de 22 à 25% K_2O ; la seconde d'une épaisseur de 2,10 m à 6,50 m et d'une teneur de 15 à 20% K_2O ; l'ensemble de ces réserves étant de l'ordre de 250 millions de Tonnes K_2O .

Importante consommatrice d'engrais potassiques, la France était le troisième producteur mondial après les U.S.A., et l'Allemagne de l'Ouest, jusqu'en 1960. Mais depuis cette date, sa production diminue progressivement : de 1,823 Millions Tonnes K_2O en 1963/64, elle est passée à 1,824 Millions Tonnes en 1964/65 ; 1,877 Millions Tonnes en 1965/66 ; 1,837 Millions Tonnes en 1966/67 ; 1,8 Millions Tonnes en 1967/68 et à 1,721 Millions Tonnes en 1968/69.

La production et le commerce de la potasse en France sont presque entièrement entre les mains de l'état. La Sté "Mines de potasse d'Alsace" (MDPA) exploite le minerai sylvinitique d'une teneur de 15 à 25% K_2O et situé à une profondeur de 420 à 1.000 m. Cette société ainsi que la Société Commerciale des Potasses et de l'Azote (SCPA) sont des filiales de l'entreprise publique "Entreprise Minière et Chimique" qui participe au capital de nombreuses sociétés de production d'engrais chimiques sur le plan national et à l'étranger, notamment au Congo (Brazzaville), au Canada, et en Belgique où elle contrôle deux importants producteurs de sulfate de potassium.

"MDPA", se basant sur le déplacement de la demande vers des produits potassiques de gros calibres, avait effectué de longues recherches dans son usine d'Amélie à Wittelsheim, au Nord-Ouest de Mulhouse, recherches qui ont abouti à une nouvelle technique de granulation utilisée à partir de 1970 à Amélie devant produire 35 à 40 tonnes/heure de potasse granulée.

Lorsque des conditions favorables et rationnelles d'exploitation se sont manifestées en Amérique du Nord et en Europe, les producteurs français ont été contraints à leur tour de repenser sérieusement aux problèmes d'organisation et de rationalisation de leur production. Ces mesures de réorganisation se sont poursuivies par la suite, notamment par la fermeture des petites mines et raffineries pour concentrer la production dans trois zones géographiques : THEODORE, AMELIE et MARIE-LOUISE qui ont été aussi sélectionnées pour l'activité des raffineries. A Théodore, on utilise le système de flottation pour l'enrichissement du minerai. D'autre part, un cristalliseur SWENSON a été récemment installé à AMELIE pour produire des matériaux cristallisés pour lesquels la demande tend à augmenter. Cette restructuration a été réalisée au prix d'un effort financier important : le coût total de cette réorganisation et modernisation a été en effet estimé à 260 Millions de Francs Français.

Pour avoir une idée de l'importance de ces chiffres, il faudrait les comparer à la situation au Canada où le même investissement est requis pour une mine et raffinerie de 540.000 Tonnes K_2O ce qui équivaut au 1/3 seulement de la capacité du complexe restructuré d'Alsace.

Dans le chapitre de la consommation, nous remarquerons que les départements français du Nord et du Sud accusent des taux très élevés pour la consommation à l'Hectare (70 à 80 kg/ha), mais qu'en dépit des efforts d'investissement effectués dans l'industrie de la potasse à l'étranger, la France importe encore de grandes quantités, notamment d'Israël (67% de ses importations de chlorure de potassium au cours du 2^e semestre 1969) ; Israël ayant pris ainsi le relais de l'Espagne et de la R.F. d'Allemagne qui n'ont pu satisfaire entièrement les demandes françaises.

2.1.3. - En Espagne :

Les gisements de potasse de CATALOGNE et de NAVARRE ont donné à l'industrie espagnole des engrais potassiques un essor régulier qui devra être stimulé par le doublement de ses capacités de production de potasse et le programme de réorganisation en cours actuellement. Les réserves potentielles sont de 63 Millions de Tonnes K_2O pour la couche sylvinitique située à une profondeur de 300 à 1200 m et d'une teneur en K_2O de 15 à 25% ; et de 20 millions de Tonnes K_2O pour la couche carnallitique à 14%. La production d'engrais potassiques qui était de 236.000 Tonnes K_2O en 1963/64 est passée à 503.000 Tonnes K_2O en 1965/67 et à 500.000 Tonnes en 1968/69.

Production d'engrais potassiques en Espagne :
en Tonnes K_2O .

1963/64	1964/65	1965/66	1966/67	1967/68	1968/69
236.100	313.177	474.011	503.100	562.800	588.100

Situation récente de l'industrie espagnole de la potasse :

Les mines de Catalogne seraient actuellement l'objet d'une substantielle restructuration qui aboutira à doter l'industrie d'une seule agence centrale de vente et qui aura à coordonner aussi bien les ventes de potasse de Catalogne que celles du récent complexe de Navarre.

Les plans existants prévoient une importante augmentation de la capacité de production qui passera de 600.000 Tonnes/an K_2O en 1968 à 1,5 Millions Tonnes/ K_2O en 1975 ce qui fera assurément de l'Espagne un puissant concurrent international. Les premiers efforts d'expansion envisagés pour fin 1969 devraient porter sur Navarre sous forme d'une nouvelle unité qui sera la première en Espagne à traiter de la carnallite. En Catalogne, les quatre mines projetées auront de larges capacités et une exploitation et des techniques de raffinage plus efficaces.

L'un des débats majeurs de ce projet concernait la fusion possible entre les bureaux de vente de "Potasse de Navarre" (PNN), Société qui exploite la potasse près de Pamplune et de "Potasses Espagnoles S.A." (PESA) qui coordonne les ventes des producteurs de Catalogne.

Les avantages d'une telle fusion sont jugés considérables vis-à-vis des marchés extérieurs. L'industrie de la potasse espagnole ainsi réorganisée pourrait se trouver dans une puissante position lui permettant de jouer son rôle dans la concurrence internationale. Elle aura en outre deux ports à sa disposition :

- Barcelone sur la Méditerranée
- Pasajes sur l'Atlantique

qui donneront une grande flexibilité de navigation et procureront d'appréciables économies dans les coûts de fret dès lors que les exportations pourront être assurées par des ports plus adéquats dans chaque cas.

RECONSTRUCTION EN CATALOGNE :

Un autre aspect de ce plan des producteurs espagnols concerne le projet de rationalisation de la production de potasse dans le bassin de Llobregat, l'un des deux bassins de potasse de Catalogne. L'Aire de dépôt actuellement en exploitation est un gisement de sylvinite de 16 à 22% K_2O , de 2 m d'épaisseur se superposant à une couche carnallitique de 3 m de 12 à 14% K_2O et qui sera prochainement mise en exploitation. Deux têtes de mine sont en opération à BERLAIN et ESPARZA. Les deux unités de stockage, à la mine et à l'usine ont été réaménagées pour recevoir 30.000 Tonnes chacune. "Potasses de Navarre" pourra offrir sept différents calibres ou formes de chlorure de potasse : 50% K_2O et 62% K_2O en granulé, brut, standard.

SURIA : (à Cardener)

Cette mine de potasse exploitée par "Mines de Potasse de Suria" dont la majorité du capital est entre les mains du groupe belge "SOLVAY et Cie" est la première à être exploitée en Espagne. D'une capacité de 140.000 Tonnes/an K_2O depuis 1967, elle sera portée à

250.000 Tonnes en 1975. Trois points d'extraction dont l'un de 550 m. de profondeur et deux autres à 680 m. La teneur du minerai (sylvinite) est de 17-18% et le produit final obtenu (le chlorure de potassium) par flottation contient 50 à 60% K_2O .

CARDONA :

Située au Sud de Cardona dans le bassin minier de Cardoner, cette mine exploitée par "Union Espagnole des explosifs" a commencé sa production en 1930. Sa capacité (en 1968) est de 90.000 Tonnes/an K_2O et sera aussi portée à 250.000 Tonnes/an K_2O en 1975. Le minerai de sylvinite de 15 à 17% K_2O est extrait à la cadence de 5000 Tonnes/jour.

Les sociétés "Union Espagnole des Explosifs" (U.E.E.) et "Potasses Ibériques S.A." (P.I.S.A.) dans laquelle U.E.E. détient la majorité du capital, ont des mines opérant respectivement à Balsaremy et Salent et l'Institut National de l'Industrie, organisme étatique propriétaire des "Potasses de Navarre S.A." a une concession minière à FODINA. Les trois mines sont contigües et la centralisation de la production est prévue à BALSAREMY ou SALLENT ; l'exploitation de FODINA devant être abandonnée. Ainsi si ce projet aboutit, la capacité de production de la nouvelle mine passera de 250.000 à 400.000 Tonnes/an K_2O , et en 1973/75, la production prévue de Catalogne sera comme indiquée ci-dessous :

Production de potasse projetée pour la Catalogne : 1973-1975

En 1.000 Tonnes K_2O .

CARDONA	250 -
LLOBREGAT	250 - portée à 400
SURIA	<u>250</u>
Total	750 - porté à 900

NAVARRRE / doublement des capacités.

A la fin de 1969, "Potasses de Navarre" a mis en marche sa nouvelle unité qui est la première en Espagne à traiter le minéral de carnallite. Celle-ci a une capacité de 300.000 Tonnes/an K_2O et est située à côté de l'unité de sylvinite de Beriain en activité depuis 1963. PDN aura ainsi à partir de 1971/72 une capacité totale de 600.000 Tonnes/an K_2O .

L'usine est à 1800 m de la mine. Le minéral est transporté par téléphérique de la mine à l'usine et il revient chargé de résidus solides qu'il ramène à la mine. Jusqu'à mai 1969, deux procédés de raffinage, cristallisation et flottation ont été employés concurremment dans la proportion respective de 67% et 33%. Depuis mai 69 une nouvelle unité de flottation commence à remplacer le procédé de cristallisation ; ce qui permettra à UEE d'accroître sa capacité et de la porter sans trop de difficultés à 250.000 Tonnes K_2O . Le produit fini offert inclut du 50% - 60% et 62/63% K_2O de chlorure de potassium.

BALSAREMY :

Située dans le bassin potassique de Llobregat et exploitée par UEE, sa capacité actuelle est de 60.000 Tonnes/an K_2O . La sylvinite (à 16/18% K_2O) est extraite à la cadence de 1.400 Tonnes/jour.

SALLENT :

Située aussi dans le bassin de Llobregat, sa capacité actuelle est de 60.000 Tonnes/an K_2O , mais cette mine sera fermée si le programme de restructuration mentionné plus haut est agréé par PISA, SURIA et INI. Sa capacité actuelle est de 1.500 Tonnes/jour de sylvinite à 18/20% K_2O .

Production de potasse en Catalogne

(1.000 Tonnes K₂O)

	<u>1964</u>	<u>1965</u>	<u>1966</u>	<u>1967</u>	<u>1968</u>
CARDONA	61,6	73,5	70	65,5	86,8
SURIA	103,1	112,5	129,4	140,5	152
SALLENT	46,9	47,6	38,3	41,7	51,7
PALSARENYS	16,6	32,4	36,5	29,5	37,1
Total	<u>228,2</u>	<u>266,0</u>	<u>274,2</u>	<u>278,2</u>	<u>326,6</u>

2.1.4. - En Grande Bretagne :

Le projet d'exploitation de la potasse dans le Yorkshire :

"Whitby Potash Ltd", filiale du groupe "Armour" et "Shell" a établi un programme d'exploitation de la mine de potasse d'Egton Moor dans le Yorkshire. Les travaux qui devaient commencer en 1970 devraient permettre à la mine de produire annuellement - à partir de 1972 - 450.000 Tonnes de sels pendant 50 ans. Comme dans le Saskatchewan, il semble que la nouvelle mine de Whitby optera pour la technique d'extraction par solution. Deux autres sociétés, la "Cleveland Potash Ltd" et "Rio TINTO ZINC" (RTZ) ont commencé aussi des travaux de construction des mines dans la région ; "Cleveland Potash Ltd" qui est une filiale commune à 50%, formée par "Impérial Chemical Industries Ltd" et "Chaster Consolidated Ltd", devant s'implanter à Boulby au Nord de Staithes et RTZ, plus au Sud, près de Whitby.

Bien que la potasse ait été découverte dès 1936, des considérations techniques et de marché ont retardé la mise en exploitation des gisements. Ce n'est qu'en novembre 1968 que le Gouver-

nement britannique a donné son agrément à la "Cleveland Potash" qui compte commencer l'exploitation en 1972 avec en 1973 une capacité de production de 1,5 millions de tonnes K_2O par an. A Boulby les dépôts potassiques sont à une profondeur variant entre 1.000 et 1.200 m ce qui est un sérieux handicap et l'une des raisons qui a différé la mise en exploitation du gisement. Et en dépit de ces difficultés, les producteurs ont préféré la technique du "room and pillar" à celle du pompage des solutions. Les couches dont l'épaisseur est en moyenne de 7,50 m et d'une teneur de 25% en K_2O ne seront exploitées que sur une épaisseur de 2,50m et ce minerai qui sera traité par flottation sera destiné à la production de 60% K_2O .

Perspectives :

Les importations britanniques de chlorures et sulfate de potassium ont augmenté ces dernières années à un taux très réduit de 2 à 3% et il est prévu que ce taux d'accroissement ne dépassera pas 5% par an pour les prochaines années. Or lorsqu'en 1973 le Yorkshire aura atteint la capacité de 850.000 à 1 million tonnes par an, il est évident que le volume des importations (qui était de 500.000 tonnes K_2O en 1968/69) sera nettement réduit à partir de 1974 - 1975.

En effet, une troisième société mentionnée ci-avant, (RIO TINTO ZINC), qui s'est installée près de Whitby sur une aire abandonnée par I.C.I., poursuit actuellement ses travaux de recherches pour la production d'un million de tonnes K_2O , de sorte qu'en 1975, la production totale du Royaume-Uni pourra atteindre 2 millions de tonnes et excédera certainement 3 millions de tonnes après cette date.

2.1.5. - En Italie :

En plus des 330.000 tonnes par an de l'usine de NPK qui devrait être construite par la compagnie "Pintsh Bamaq A.G." au site de Potansa il y a une autre usine qui sera capable de pro-

duire 20.000 tonnes par an de sulfate de potassium.

La "Chemica Meridional SpA" associée fera fonctionner cette usine. Quant à la compagnie mère à savoir "Orinoko Chimica Del Seveso", elle fournira le "Know How", la compagnie "Foster Wheeler Italiana" agissant en tant que coordinateur.

"L'industria Sali Potassiqui e affini" (ISPEA) a annoncé que les travaux de préparation du terrain ont commencé dans la localité près de Villa Rosa en Sicile. La compagnie prévoit la construction d'une usine de sulfate de potassium dans cette localité.

Toujours en Sicile, la construction d'une nouvelle mine et l'amélioration des facilités de production de sulfate de potassium à Corville est prévue pour la fin 1971. La capacité de l'usine de sulfate de potassium de Corville est de 250.000 tonnes par an. La mine Montevison Raculmuto devrait commencer à produire en 1973 et fournirait 1 million de tonnes de kaïnite par an pour l'usine de sulfate de potassium de Campo Franco.

Un projet de regroupement de l'industrie potassique sous les auspices de l'ISPEA est actuellement envisagé en Italie.

2.2. - Réserves, capacités et production de potasse en Europe de l'Est et en U.R.S.S. :

2.2.1. - Les réserves :

En U.R.S.S., 3 régions principales contiennent d'importantes réserves d'où la potasse est extraite :

- Près de la rivière Kama.

- Dans la partie nord des montagnes de l'Oural à 100 kilomètres environ au sud de Minsk dans la République de Biélorussie.

- Près de Ivoy dans la partie Ouest de la République de l'Ukraine.

Les deux premières régions comptent à elles seules pour près de 90% de la production totale et constituent le site de la majorité des nouvelles capacités. Les mines de l'Ukraine bien que plus petites sont néanmoins importantes à cause de leur proximité des régions de consommation de potasse et de leur avantage à fournir les matières premières pour les usines de sulfate de potassium et de magnésium.

Les mines de potasse de l'Oural localisées à Solikamsk et à Berezniki sont en extension grâce à l'amélioration de l'infrastructure existante et à la construction d'une série de nouveaux combinats miniers à Berezniki dont le premier est entré en activité en 1969.

Il semble que les dépôts de l'Oural près de Solikamsk sont parmi les plus importants du monde. Ils sont riches en carnallite et en sylvite dont la teneur est de 13 à 20% de K_2O . On estime que les réserves soviétiques dépasseraient 20.000 millions de tonnes de K_2O .

Aux réserves russes s'ajoutent les réserves de l'Allemagne de l'Est et de la Pologne. Les principales mines polonaises sont situées à Kalusz et à Stebnick dans la province de Galicie près des montagnes des Carpates. Les réserves sont estimées à 10 millions de tonnes K_2O .

Les réserves dans la région de Zechstein en Allemagne de l'Est sont estimées à 70 Millions tonnes de sylvite à 16 - 17% de K_2O .

Les besoins importants en engrais de l'agriculture russe ont largement contribué au développement de l'industrie potassique dans ce pays surtout pendant les années 1969 et 1970.

En fait, l'industrie potassique russe est demeurée limitée à la satisfaction de la demande intérieure, l'éloignement des mines aussi bien des centres de consommation intérieures qu'extérieures ayant contribué pour une large part à limiter l'acheminement des produits potassiques.

2.2.2. - Productions et capacités :

2.2.2.1. - En U.R.S.S. :

La production des engrais potassiques a augmenté de 120% de 1963 à 1970 soit à un taux annuel de 18%. De 2 millions de Tonnes K_2O en 1964/65, la production passe à 2,63 Millions Tonnes/ K_2O en 1966/67 et à 3,12 Millions Tonnes en 1968/69.

Production des engrais potassiques en URSS.

En 1.000 Tonnes K_2O .

1963/64	1964/65	1965/66	1966/67	1967/68	1968/69
1.400	1.894	2.368	2.628	2.868	3.120

L'année 1970 est particulièrement significative puisqu'elle marque à la fois la commémoration de l'anniversaire de Lénine et la dernière année d'exécution du plan de développement agricole élaboré sous N. Khrouchtchev en 1963. Ce plan prévoyait un volume de production d'engrais de 60 millions de Tonnes dont 6,4 millions Tonnes K_2O . C'est en particulier dans le cadre de ce plan qu'un énorme effort d'augmentation des capacités de production d'engrais potassiques a été mis sur pied et est en voie d'achèvement.

Dans l'Oural, les mines de potasse ont été mises en activité en 1967 à Solikamsk et à Berezniki.

C'est aussi à la même date que le premier combinat de Soligorsk en Biélorussie est entré en opération. Par la suite un deuxième combinat en 1965 puis un troisième en 1969 sont venus renforcer la production de la région.

Quant à l'Ukraine, elle recèle une large variété de minerais potassiques, englobant la sylvinite, la kafnrite, la langbeinita et la polyhalite ; mais les difficultés de traitement de ces minerais ont orienté les producteurs vers la production de sulphates de potassium à 50% K₂O.

A la fin 1969, de nouvelles capacités ont été installées dans l'OURAL et en BIELORUSSIE :

Soligorsk	I	=	+ 240.000 Tonnes/an K ₂ O (extension)
Soligorsk	III a	=	500.000 Tonnes/an K ₂ O
Berezniki	I	=	+ 160.000 Tonnes/an K ₂ O (extension)
Berezniki	II a	=	800.000 Tonnes/an K ₂ O

Grâce à ces nouvelles capacités, on estime que l'industrie soviétique de la potasse accroîtra sa production de quelques 40% en 1970 passant ainsi de 3,2 Millions Tonnes K₂O en 1969 à 4,5 Millions Tonnes K₂O en 1970.

Cet important développement des capacités devait se poursuivre en 1970 avec l'achèvement à la fin de cette année de la seconde section de Berezniki II et celle de Soligorsk III.

En outre, encore dans l'Oural et en Biélorussie il est prévu la construction d'autres sections, Berezniki III (1,4 millions Tonnes/an K₂O) et Berezniki IV (2,8 millions Tonnes/an K₂O) pour lesquels des évaluations ont été entreprises en 1970.

Compte tenu des progrès scientifiques et techniques réalisés ces dernières années dans le domaine de la production

des sels minéraux, et en égard à l'accroissement des capacités mentionnées, on peut prévoir une augmentation rapide de la production pour les années à venir, ainsi qu'une amélioration de la qualité des engrais potassiques.

Pour l'année 1970, on avance que la part des divers engrais potassiques sera en pourcentage, la suivante par rapport à la production totale :

ENGRAIS	TENEUR EN K_2O	EN % PRODUCTION TOTALE
Chlorure de potassium	60	76
Sulfate de potassium	52	4
Kaïnite enrichie	52	6
Engrais composés	52	9
Divers	52	5
TOTAL		100

Source / "Communication de S.K. Voskvessenky au cycle d'études interrégional des N.U. à Kiev (24 Août - 11 Septembre 1965)". -

2.2.2.2. - En Allemagne de l'Est :

Avec une production de 2,3 millions de Tonnes K_2O en 1968/69 l'Allemagne de l'Est se classe au troisième rang après l'U.R.C.S. et le Canada. En 1966/67, avec une production de 2 millions de Tonnes K_2O elle était devancée par les Etats-Unis et la République Fédérale d'Allemagne. Comme dans ce dernier pays et comme en France, les investissements effectués en Allemagne Orientale dans l'industrie de la potasse ont été orientés essentiellement vers des objectifs de rationalisation et de modernisation, escomptant ainsi

de meilleurs rendements en qualité et en quantité. En quantité, un taux d'accroissement de 10% de la production a été enregistré en 1967 et on espère maintenir cette progression pour la décade 1970-80, grâce en particulier à l'entrée en activité de la nouvelle mine de Zielitz près de Magdebourg, qui devra porter la capacité totale de l'Allemagne Orientale à 3,5 millions Tonnes K_2O en 1972-73.

Des efforts de modernisation ont été observés dans le combinat de "Heinrich Rau" à Rossleben sur la rivière Unstrut à 45 km au sud ouest de Halle où on a abandonné à partir de 1955 le procédé de traitement par solution thermique pour appliquer celui de la flottation. Cette expérience est particulièrement importante puisqu'elle constituait l'inauguration d'une nouvelle technique à l'échelon mondial notamment en raison de la composition complexe du minerai à traiter et qui était la suivante :

Sylvite	18%
Carnallite	1,0
KaInite	0,5
LangbeInite	6,0
Polyhalite	11,0
Kieserite	14,0
Anhydrite	3,0
Halite (en sel brut)	45,0
Eau et clay	1,5

La "Vet Combinat Kali" responsable des travaux de Zielitz envisage d'ouvrir de nouveaux puits à Kaiseroda, à Harach et près de Bad Salzungen pour produire des sels potassiques qui excéderont 3 millions de tonnes de K_2O en 1975.

Dans les années qui ont suivi la formation du Kali Combinat en 1969 la mine de Unterbreizbach a été presque entièrement rééquipée et modernisée. La capacité de production, qui était de 300.000 tonnes par an, a été doublée et la qualité du produit améliorée.

A la surface, la nouvelle usine de traitement, deux fois plus grande que la précédente, a été conçue de façon qu'elle puisse fonctionner par le tiers de main-d'œuvre seulement, et les travaux d'extension et d'implantation ont été réalisés sans l'interruption de la production.

- En Pologne, le plan prévoit l'implantation d'une industrie potassique dans la Baie de Puck à l'Ouest du Golf de Danzig. La mine produira environ 100.000 tonnes par an de K_2O sous forme de minerais de qualité supérieure qui pourrait être livré directement aux fermiers pour fertiliser leurs terres.

- En Hongrie : un projet de 12 millions de dollars a été attribué à une entreprise soviétique pour construire la plus grande unité de nitrate de potassium dans le monde et qui doit produire en 1974 environ 160.000 tonnes K_2O par an destinées à l'industrie des engrais Hongrois.

 ()
 (III - RESERVES, CAPACITES ET PRODUCTION. EN ASIE :)
 ()

Bien qu'en ait découvert des réserves importantes en Asie et notamment au Pakistan (4000 à 5000 millions de tonnes de K_2O sous forme de solution salée) seule Israël dispose actuellement des capacités de production installées. Le Japon bien que ne disposant pas de ressources propres figure parmi les pays producteurs d'engrais potassiques.

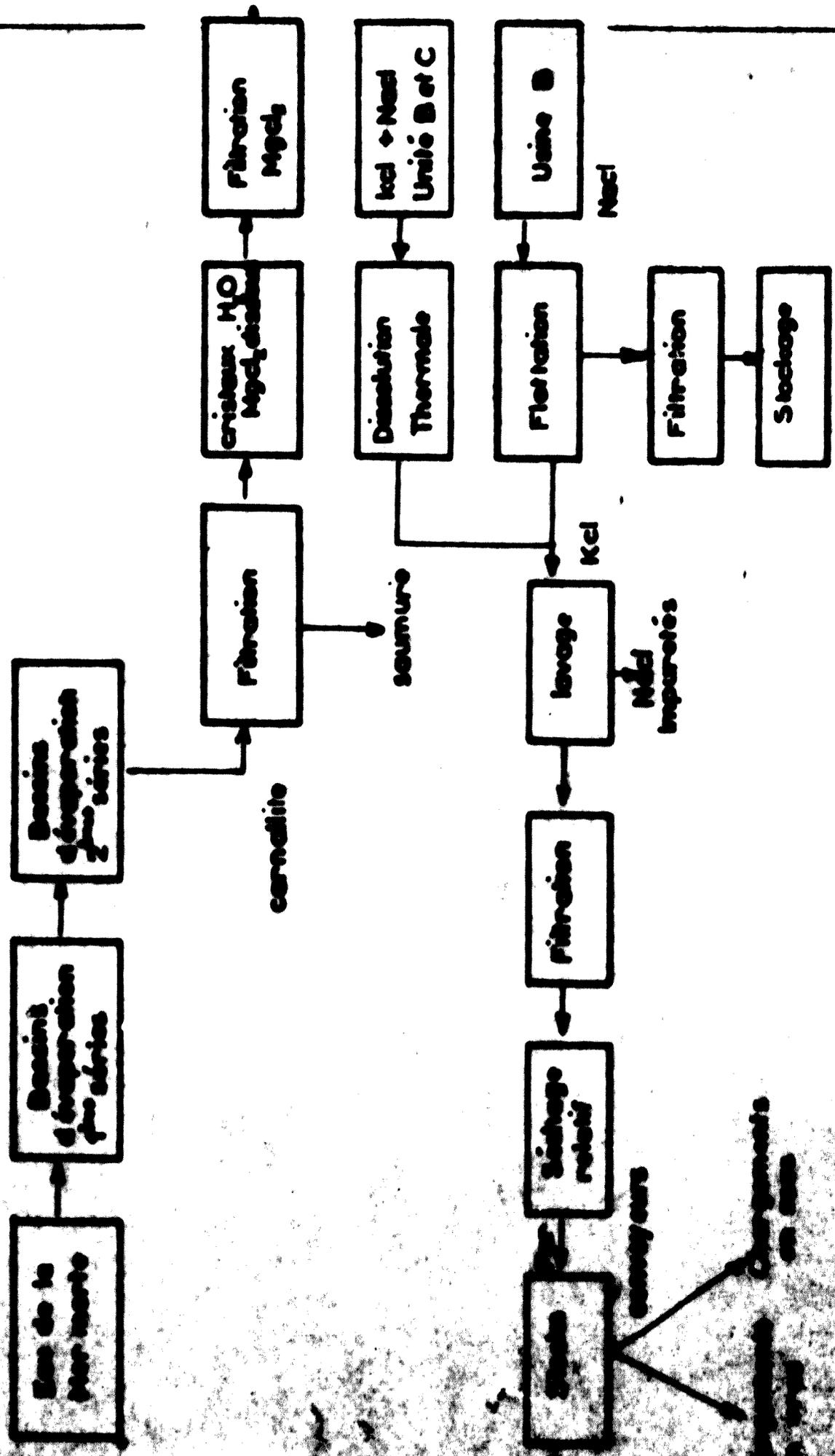
3.1. - En Israël :

Les réserves :

De vastes réserves de potasse se trouvent dans la mer morte qui se situe à 390 m au-dessous du niveau de la mer, et dont la superficie est de 500 km² environ. Les réserves de la mer morte sont de l'ordre de 1200 millions de tonnes de K_2O , auxquelles s'ajoutent 40.000 tonnes par an recollées par la rivière du Jourdain. L'analyse chimique de la solution salée de la mer morte a permis de dégager les éléments suivants :

COMPOSANTS	Contenu en sel à la surface en gr. par litre	Contenu en sel à 120 m de profondeur en gr. par litre
Chlorure de potassium	10	16
Chlorure de sodium	71	17
Chlorure de magnésium	110	169
Chlorure de calcium	31	47
Bromure de magnésium	4	7

**SCHEMA DE LA PRODUCTION DU
CHLORURE DE POTASSIUM À SODIUM**



Evolution dans les capacités de production en Israël :

Avec la construction de la troisième raffinerie de potasse à Sodom, la "Dead Sea Works", compagnie israélienne, est actuellement capable de produire un million de tonnes par an de chlorure de potassium et figure parmi les plus grands producteurs de potasse dans le monde. La taille du complexe de Sodom est à l'échelle des installations minières qui ont été récemment complétées au Canada et en URSS. En 1967/68, le complexe a pu opérer pour la première fois à pleine capacité (600.000 Tonnes de KCl).

Production d'engrais potassiques en Israël :
en tonnes de K₂O.

1963/1964	1964/1965	1965/1966	1966/1967	1967/1968	1968/1969
122.797	232.450	315.040	297.510	330.335	344.305

Des améliorations dans le système de transport et de chargement des wagons ont contribué à réduire sensiblement les coûts et à améliorer les bénéfices de l'industrie israélienne.

Le complexe de SODOM comporte actuellement trois raffineries :

- l'unité A construite en 1953 et étendue par la suite à une capacité de 200.000 tonnes par an et produisant du chlorure de potassium standard, par le procédé de flottation.

- l'unité B en activité depuis 1964, d'une capacité de 400.000 Tonnes/an et utilisant le système de dissolution thermique et de cristallisation.

- l'unité C de 400.000 Tonnes/an portant ainsi la capacité du complexe à 1 million de tonnes en octobre 1967.

Quelque soit le procédé de traitement de ces unités, une autre opération préalable, l'évaporation solaire de la solution salée de la mer morte est nécessaire :

Production par évaporation solaire :

Une première évaporation solaire produit du chlorure de sodium et de faibles quantités de sulfate en cristaux. La cristallisation du chlorure de sodium se poursuit jusqu'à la formation du sel double de magnésium et de potassium, ou carnallite ($MgCl_2 \cdot KCl \cdot 6H_2O$). Lorsqu'en plus du chlorure de sodium, la solution est saturée de carnallite, elle est introduite dans la zone de cristallisation où la carnallite se cristallise avec le NaCl formant ainsi des cristaux mélangés. Ces cristaux sont alors récupérés pour l'opération de production de chlorure de potassium par flottation ou cristallisation. Le coût de la production actuelle serait de 20 \$ U.S. par tonne de potasse à 60% K_2O , et il ne serait plus que de 14 \$ par tonne lorsque la production escomptée d'un million de tonnes sera atteinte.

3.2. - En Jordanie :

En Jordanie, "l'Arab Potash Company" possède une concession qui recouvre la moitié de l'extrémité Sud de la mer morte d'une surface de plus de 100 km² pouvant produire de 700.000 à 1 million de Tonnes de KCl par an, soit 420.000 à 600.000 tonnes K_2O .

"L'Arab Potash Company" a engagé les services d'une firme américaine pour assurer les études d'implantation et suivre la construction et la mise en service d'une usine pouvant produire 250.000 Tonnes de KCl/An.

Les investissements du projet seraient de l'ordre de 30 Millions de \$ U.S. et le coût de production est estimé à 20 \$ par tonne de muriate à 60% K₂O. Le procédé d'extraction envisagé sera semblable à celui utilisé par les installations israéliennes.

D'autre part, des prospections sont en cours dans la vallée de Lissan au sud-ouest de la Jordanie où des dépôts de potasse ont été localisés.

3.3. - Au Japon :

Le projet japonais de création d'un complexe de sulfate de potassium et des engrais de Dankaku à Nigata dont le démarrage était prévu pour la première moitié de 1970 a été retardé pour la fin de l'année. La capacité de l'usine est de 50.000 tonnes par an de sulfate de potassium sous forme de granulé contenant au moins 50,5% de K₂O et d'une quantité équivalente d'engrais binaire NK (17-0-17). Un autre produit à 51,7% de K₂O sera également fabriqué.

La capacité japonaise pour la production de sulfate de potassium ne sera pas augmentée avec l'installation de cette nouvelle usine car la compagnie Nisshin exploitante projette de fermer son ancienne unité de 55.000 tonnes qui est implantée à Takefu.

Israël fournira au nouveau complexe la matière première qui sera acheminée vers le port de Port-Est de Nigata où des facilités d'emmagasinage sont en construction.

(
(IV - RESERVES, CAPACITES ET PRODUCTIONS DANS LES PAYS DU TIERS MONDE)
(

Comme il a été mentionné ci-avant ; en dehors des pays d'Amérique et d'Europe, un très petit nombre de pays dispose de réserves et de capacités de production potassique.

Mais par suite des découvertes de gisements de potasse dans les pays du Tiers Monde tels que le Congo, l'Ethiopie, le Maroc, la Tunisie, la Libye, dans les pays d'Amérique Latine et en Australie, de nouvelles unités de production peuvent être installées dans quelques uns de ces pays

4.1. - AU CONGO BRAZZAVILLE :

Avec une capacité de production de 500.000 Tonnes/an K_2O , le Congo-Brazzaville est le dernier venu sur le marché mondial de la potasse. Les longs travaux de prospection qui ont commencé dès 1954 ont débouché en 1964 sur la formation d'un syndicat d'exploitation du minéral à qui a été allouée une concession. Cette nouvelle compagnie, issue et succédant à d'autres groupes, associe pour la première fois le gouvernement congolais au capital de l'entreprise. La "Compagnie des potasses du Congo" (C.P.C.) créée en 1964 au capital de 10 millions de \$ U.S. fut ainsi constituée entre les trois associés suivants :

- le Gouvernement de la République du Congo-Brazzaville : 15%
- la société française des "Mines domaniales de Potasse d'Alfonse (MDPA) : 36,12% et
- la société des Pétroles d'Afrique Equatoriale" (SPAPE) : 12,75%.

Par la suite le financement de l'activité a été assuré par l'apport des actionnaires privés à concurrence de 26 millions \$ et par des emprunts auprès de la Banque Mondiale (30 millions \$) de la Banque Européenne d'investissements (9 millions \$) et d'un consortium de Banques dirigé par la Banque Nationale de Paris pour 6 millions de \$.

Situé entre Halle et Saint Paul, le gisement exploité depuis Mai 1969 est d'une composition théorique de 69% KCl, 30,5% NaCl et 0,5% de matière insolubles. Le traitement de ce minerai par une triple flottation permet d'obtenir trois formes de potasse :

- Granulé (1,4 à 3,3 mm) = 16 Tonnes/Heure
- Semi-granulé(0,6 à 1,65 mm) = 27 Tonnes/Heure
- Standard (0,2 à 0,9 mm) = 60 Tonnes/Heure

Les réserves exploitables situées à une profondeur variant entre 250 et 400 m sont de 27 millions de tonnes pour la couche sylvinitique (de 15 à 20% K₂O) et 50 millions de tonnes pour la couche carnallitique (à 15% K₂O).

4.2. - Autres pays :

En Ethiopie la découverte d'un gisement de potasse très important dans la région de Dald a suscité l'intérêt d'une firme américaine qui aurait reçu une concession pour l'exploitation de ce gisement.

Le gisement comporterait de la sylvinite d'une qualité commercialisable susceptible d'être transformée soit par flottation directe soit par cristallisation.

C'est ainsi qu'on projette aussi, en Martinique la construction d'une usine d'engrais granulés dont la capacité se-

rait de 100.000 tonnes par an. L'usine sera construite par la "Sun Oil Company" et nécessiterait un investissement de 6 millions de dollars. Elle importerait les matières premières telles que la potasse, l'acide phosphorique, l'ammoniac, mais sa production sera consommée localement.

Aux Iles Maurice une seule usine d'engrais de 100.000 tonnes par an devrait être construite à Port-Louis pour la "Mauritius Chemical and Fertiliser Industrie Ltd" et qui fournira environ 5.000 tonnes par an de chlorure de potassium à 60% K_2O .

En Australie un projet de 120.000 tonnes par an de sels potassiques devrait commencer en 1970.

DEUXIEME PARTIE

=====
(LA CONSOMMATION, LE COMMERCE ET LES PRIX)
(DES ENGRAIS POTASSIQUES DANS LE MONDE)
=====

 ()
 (I - LA CONSOMMATION.)
 ()

1.1. - SITUATION MONDIALE :

La consommation mondiale des engrais potassiques a continué à s'accroître durant la décade 1960-1970. L'augmentation relative entre 1963/64 et 1966/67 a été de 47%, passant de 10 millions de tonnes K₂O en 1963/64 à 14,7 millions de tonnes en 1966/67. Mais comme le montre le tableau n° IV, l'accroissement annuel relatif a été très irrégulier avec un taux élevé de 11% en 1965/66 qui ne sera que de 5% en 1966/67. Ce tableau montre aussi que l'Europe, l'Amérique du Nord et du Centre, l'Amérique du Sud en particulier ont enregistré des taux élevés et relativement réguliers ; alors que l'U.R.S.S. après avoir atteint des taux de 50 et 33% en 1964/65 et 1965/66 décline au niveau de 1 et 3% en 1966/67 et 1967/68.

En 1965/66, neuf pays approchent ou dépassent pour la consommation le chiffre de 500.000 Tonnes K₂O.

Les neuf grands consommateurs d'engrais potassiques en 1965/66 : en 1000 Tonnes K₂O.

États-Unis	3.506,7
U.R.S.S.	2.210,0
CHINE	1.213,4
ROYAUME-UNI	1.045,9
INDONÉSIE	897,4
FRANCE	656,0
ALLEMAGNE DE L'EST	650,0
ALLEMAGNE UNIE	474,0
BRÉSIL	463,0

Source : F.A.O. - "Engrais" . IBID.

L'examen de la consommation par types d'engrais de quelques pays (conf. Tableau XIII) pour la période 1963/64 à 1965/66 permet de faire les constatations suivantes :

1^o . - La demande pour les chlorures de potassium de faible grade (20 à 45% K_2O) a diminué nettement au cours de cette période. Par exemple l'Autriche qui consommait 33.000 Tonnes K_2O de faible teneur en 1963/64 n'en consomme plus que 25.000 Tonnes en 1965/66. De même la France passe de 52.700 Tonnes K_2O à 30.500 Tonnes et l'Allemagne Fédérale de 300.000 Tonnes à 230.500 Tonnes K_2O pour la même période. De plus, certains pays n'ont pas consommé ce type d'engrais durant cette période ; ce sont les Etats-Unis et le Brésil, le Danemark, la Finlande, la Suède, l'Espagne, l'Italie pour ne citer que les plus importants, auxquels il faut ajouter presque tous les pays d'Asie, d'Afrique, d'Océanie, et d'Amérique du Sud.

2^o . - La consommation du sulfate de potassium et du chlorure à plus de 45% K_2O est régulière, voire en progression dans certains pays comme l'Italie, l'Autriche, les Pays-Bas, la Pologne, l'Espagne, le Royaume-Uni, les Etats-Unis et le Brésil.

3^o . - Une évolution marquée dans la consommation des engrais complexes dans presque toutes les régions et en particulier en Europe.

4^o . - La consommation totale d'engrais potassiques a augmenté ou diminué dans un certain nombre de pays parmi lesquels on peut citer le Danemark (qui reste dans les limites de 175 à 180.000 tonnes K_2O), la République Fédérale d'Allemagne et les Pays-Bas.

1.1.1. - Le poids des engrais potassiques dans la consommation mondiale d'engrais :

Les tableaux VII, VIII et IX donnent un certain nombre d'indications sur la part des engrais potassiques dans le volume total de la consommation d'engrais dans le monde. La conclusion que l'on tire de leur examen est que la potasse fait figure de "parent pauvre". En chiffres bruts, la consommation d'engrais potassiques ne représente guère plus de 25% de la consommation totale des trois éléments fertilisants. Alors que la part des engrais azotés dans la consommation totale s'est accrue régulièrement au cours de la période considérée, le tableau VIII montre que les rapports de consommation P_2O_5/N et K_2O/N , ont diminué de façon continue dans le monde pris dans son ensemble, avec cependant des variations pour les différents continents. On remarquera que le rapport $N:P_2O_5:K_2O$ qui était de 1:0,83:0,70 en 1965/66 n'est plus que de 1:0,70:0,62 en 1968/69.

Le tableau IX qui retrace les taux annuels de croissance de la consommation d'engrais pour les trois éléments fertilisants et pour les six années 1960/61 à 1965/66 confirme cette faiblesse relative de la consommation des engrais potassiques par rapport aux "Azotés" et aux "phosphatés". Les taux composés de croissance sont pour cette période de 13,4 pour l'Azote, 9,3 pour le phosphate et 8,9 pour la potasse.

Mais lorsqu'on limite cet examen aux seuls pays en voie de développement en Afrique, Asie, Amérique Latine et en Europe (Tableau X), la consommation d'engrais potassiques y bénéficie d'une expansion beaucoup plus rapide que dans les régions développées du monde.

A l'exception de l'Asie, le taux de croissance des engrais potassiques dépasse largement le taux de croissance des engrais phosphatés et des engrais azotés. (Conf. Tableau XI).

1.1.2. - La consommation mondiale en 1969/70 :

D'après les statistiques compilées par la "British Sulfur Corp", la consommation mondiale de la potasse a augmenté en 1969/70 plus rapidement que la production. Alors que l'offre potentielle continue d'être supérieure à la demande, la consommation mondiale a enregistré cette année un taux d'accroissement de 6%, taux qui dépasse de 1 point et demi les niveaux de 1967/68 et 1968/69.

La plus large part de cet accroissement revient aux Etats Unis où de mauvaises conditions atmosphériques avaient fait stagner la consommation durant les deux années antérieures. Les principales superficies consommatrices d'engrais dans les états du centre Nord ont montré un déclin dans leur croissance en 1967/68 et 1968/69. En 1967/68 des conditions climatiques défavorables avaient prolongé la saison d'hiver réduisant ainsi de cinq à dix semaines la période nécessaire pour l'application des engrais. En fait, ce phénomène a joué à l'échelle de tout le pays et a été responsable pour une large part de la réduction des superficies cultivées de quelques 7 millions d'acres (1 acre = 40,467 ares).

En 1969/70 la consommation américaine a donc augmenté de 450.000 Tonnes K_2O et représentait 53% de la production nationale.

Cet accroissement dans la consommation a aussi été enregistré en France et en Allemagne de l'Ouest respectivement de 66.000 Tonnes K_2O , alors que la consommation espagnole augmentait de 6.000 Tonnes K_2O poursuivant la croissance observée durant ces dernières années. Quant aux autres pays européens tels le Danemark, la Grande Bretagne et les Pays-Bas, ils ont montré de faibles changements par rapport aux années antérieures, l'augmentation de la consommation s'y situant entre 2000 et 10.000 Tonnes K_2O . Pour l'Europe Occidentale le taux d'accroissement s'est ainsi arrêté à 6% pour l'année 1969/70.

En Europe de l'Est, l'accroissement de 325.000 Tonnes K_2O portant le total pour 1969/70 à 4,7 millions de Tonnes K_2O a confirmé la forte expansion observée durant les années précédentes. Mais alors que la demande a augmenté rapidement en U.R.S.S. et en Allemagne de l'Est qui représentent conjointement 75% de l'augmentation totale de la région, les autres pays tels la Pologne, la Tchécoslovaquie et la Bulgarie sont restés au niveau des taux antérieures. Toutefois, il est possible que cette stagnation ne soit qu'une pause succédant normalement aux fortes expansions observées dans ces pays.

En Asie, un taux de progression de 6%, inférieur à celui de l'année précédente qui était de 16%, a porté la consommation totale à 1,5 million Tonnes K_2O .

En Afrique, en Amérique Centrale et du Sud, l'évolution a été variable suivant les pays. Certains pays ont stagné ou ont enregistré une faible progression, d'autres ont plutôt reculé. C'est ainsi que l'Afrique du Sud n'a consommé que 90.000 Tonnes K_2O au lieu de 110.000 Tonnes de l'année antérieure.

Les restrictions de production et de vente au Canada ont contribué à la stabilisation des cours sur le marché mondial des sels potassiques, bien que ces mesures nées du programme de rationnement de l'industrie aient été défavorables en fin de compte pour les producteurs canadiens qui ont regretté que celui-ci ait abouti à favoriser l'industrie américaine et européenne, lesquelles ont produit respectivement à 90 et 75% de leurs capacités, alors qu'eux même n'ont pu aller au delà de 45%. Or, si l'industrie Canadienne devait produire à 70% de sa capacité, il est évident qu'elle devra placer sur les marchés 2,1 millions de Tonnes K_2O de plus à des prix déterminés par le programme.

A ces supputations, pour l'année 1970/71, on ajoutera que la majeure partie de l'accroissement dans la production reviendra à l'U.R.S.S. et à l'Allemagne de l'Est où des projets variés auront

du pour résultat d'augmenter les capacités. Enfin, compte tenu des progrès qui seront enregistrés en Israël et au Congo-Brazzaville les spécialistes arrivent à estimer pour 1970/71 une production de 18 millions de Tonnes K_2O .

1.2. - ANALYSE DE LA CONSOMMATION D'ENGRAIS POTASSIQUES PAR REGION

1.2.1. - En Amérique du Nord :

Durant l'année agricole 1967/68, les livraisons à l'agriculture Nord américaine ne se sont accrues que de 4,3% par rapport à l'année 1966/67. Cette performance est en recul par rapport aux deux années précédentes qui ont enregistrées respectivement des taux de 14% et 16% d'augmentation dans les livraisons.

Celles-ci ont été de 4 Millions de Tonnes K_2O comparés aux 3,8 Millions de tonnes en 1966/67. Cette faible croissance s'explique non seulement par la faible demande des fermiers, mais aussi en partie par les efforts soutenus des producteurs d'engrais et des vendeurs en vue de résorber les stocks de potasse accumulés pendant les deux années précédentes au cours desquelles pourtant la consommation avait enregistré des taux supérieurs à 13%.

La détermination des producteurs d'engrais pour acquérir ou maintenir leur part respective du marché s'est traduite naturellement par des réductions de prix. Il y a eu par conséquent une baisse significative dans la valeur des stocks détenus par les distributeurs et l'écoulement de ces stocks à n'importe quel prix s'est révélé onéreux pour les vendeurs dont la situation financière ne s'était pas améliorée. Cela est si vrai que les prix payés par les fermiers américains au cours de cette période pour la potasse à 60% K_2O qui était en septembre 1967 à 50,90 \$ la tonne courte était tombée à 49,10 en avril 1968 et à 46,50 \$ en septembre 1968 après la fin de l'année agricole.

Cette baisse de la consommation s'est confirmée en 1968/69. Alors que la production a poursuivi son expansion avec un taux de 4,5%, les livraisons à l'agriculture des Etats-Unis, du Canada et de Porto-Rico n'ont totalisé que 9,8 millions de tonnes K_2O , ce qui représente une baisse de 7% par rapport aux livraisons de 1967/68. Pour parer à ce renversement de la situation, l'industrie américaine de la potasse a été protégée par une diminution brutale des importations. Les importations en provenance de l'Europe de l'Ouest et d'Israël qui étaient à un niveau élevé en 1966/67 ont été réduites de 121.500 Tonnes K_2O . Les exportations du continent ont augmenté par contre de 117.000 Tonnes K_2O , la même année, légèrement plus qu'en 1967/68. Compte tenu de ces variations, les ventes totales de potasse de l'industrie Mini Américaine n'ont augmenté que de : 23.400 Tonnes K_2O en 1968/69 soit un peu moins de 0,5%.

C'est que les producteurs ont restreint leurs quantités durant 1968/69 et les résultats de l'année indiquent que le CANADA a augmenté sa production de 250.000 Tonnes K_2O alors que celle des Etats-Unis a diminué de 54.000 Tonnes ; d'où une augmentation pour le continent de 234.000 Tonnes K_2O , soit 4,5% par rapport à 1967/68. Pour atteindre ces résultats, les producteurs ont dû effectuer une substantielle réduction de leurs stocks de sel potassiques. Ces derniers étaient à 351.000 Tonnes K_2O à la fin de juin 1969 comparés aux 540.000 Tonnes douze mois plutôt.

Livraison de potasse à l'agriculture Nord Américaine
en 1.000 Tonnes courtes K₂O.

Juillet - Juin	1965/66	1966/67	1967/68	1968/69
ÉTATS UNIS (+ PORTO RICO)	3470,6	4001,9	4190,2	3833,5

Potasse de potassium :	3300,1	3816,6	3986,5	3694,7
Standard	1390,2	1561,9	1590,7	1470,4
Granulé	127,3	137,4	152,0	139,6
Granulé	622,6	660,4	677,0	626,7
Sulfate de potassium	170,5	145,3	193,7	148,0

CANADA	217,7	204,4	196,5	185,7

Potasse de potassium :	205,3	191,9	180,7	168,2
Standard	60,7	69,2	60,4	39,6
Granulé	109,2	109,2	112,1	123,1
Granulé	35,4	10,60	6,2	5,5
Sulfate de potassium	12,4	15,6	15,0	17,5

Total général en Tonnes courtes	3688,3	4206,3	4386,7	4069,3

Total Tonnes métriques	3319,2	3785,4	3940,1	3662,1

Source : "Phosphorus and Potassium". N° 47.-

1 Tonne courte = 0,9 Tonne métrique environ.

Mais en 1969/70 la situation s'est sensiblement redressée puisque la consommation aura augmenté de 450.000 Tonnes K_2O par rapport à l'année précédente, soit un taux d'accroissement de 11,5%. Les statistiques de 1969/70 n'étant pas toutes disponibles, il est difficile de faire un lien entre les livraisons aux distributeurs et les accroissements dans la consommation. Mais on peut penser que les stocks accumulés notamment aux Etats-Unis chez les distributeurs et chez les agriculteurs durant les deux dernières années ont été sensiblement réduits durant l'année concernée.

1.2.2. - En Europe des Six :

L'Europe des six a consommé 2,75 millions de Tonnes K_2O en 1968/69, soit 42% de la consommation du continent européen ou 20% de la consommation mondiale. Deux pays, la France et la République Fédérale d'Allemagne représentent 2,4 Millions Tonnes K_2O soit près de 90% de la consommation régionale.

Les tableaux XII et XIII de la consommation d'engrais potassiques par types d'engrais et de la consommation par pays montrent l'évolution de celle-ci dans toute la communauté. Seule la France y reflète une croissance régulière avec un taux moyen de 6,5% depuis 1965/66. On remarquera aussi l'importance croissante des engrais composés et complexes vis à vis des engrais simples. Même pour les pays qui plafonnent - Italie et Bénélux - cette croissance s'est effectuée au détriment des autres formes d'engrais. C'est ainsi que le $KCl\ 20\ N$ 457 K_2O a nettement diminué depuis 1963/64 en Belgique, alors qu'il a presque doublé de volume sous forme d'engrais complexe en 1966/67. Quant à l'Allemagne, bien qu'elle ait observé le même déplacement sur la période, elle plafonne à 400.000 Tonnes K_2O pour les engrais complexes.

Cette situation se reflète dans le tableau XII de la répartition selon la nature d'engrais en pourcentage, depuis 1965/66.

- En France :

La consommation d'engrais qui compte pour 27% de l'usage de la potasse en France a atteint 1,2 Millions Tonnes K_2O en 1966/69 poursuivant la progression enregistrée sur les deux années précédentes. Alors que la part des engrais simples est restée au niveau de 260.000 Tonnes K_2O , l'accroissement enregistré compte essentiellement pour l'utilisation sous forme d'engrais complexes. Les engrais simples qui représentaient 32% de la consommation totale en 1964/65 ne comptent que pour 22% en 1966/69.

Comme d'autres pays de l'Europe du Nord, la France devient ainsi un consommateur important de produits binaires (PK) qui représentent 40% du volume des engrais complexes consommés ; la demande pour ces produits augmentant au même taux que celui des produits ternaires (NEK).

Les engrais binaires PK sont obtenus sous quatre formes : mélange de potasse et de sels de base ; avec les superphosphates ; avec du minerai broyé de phosphates ; enfin par une combinaison de ces produits et d'autres matériaux phosphatés.

L'application des 1,2 Millions Tonnes K_2O en 1966/69 était équivalente à un épandage de 41 kg K_2O par Ha avec des taux spécifiques par département de 3 kg/Ha (pour la Lozère) à 105 kg/Ha (pour la Marne). Les superficies du Nord et du bassin parisien, des Landes, des bouches du Rhône et des basses pyrénées réalisent un taux supérieur à 75 kg/Ha.

Entre 1966/67 et 1966/69 le taux d'application pour l'ensemble du pays s'est accru de 6 kg K_2O /Ha ; cette augmentation trouvant une large place dans le Nord Est et le Sud Ouest.

Mais alors que la potasse était le second élément important pour l'agriculture française, il apparaît actuellement

qu'elle perd son rôle au profit de l'Azote pour lequel la demande a nettement augmenté ces dernières années. Le taux moyen d'application pour les trois éléments nutritifs en 1966/69 était de 40 : 54 : 41 comparé à 32 : 47 : 25 (en kg/Ha) en 1966/67. Aussi il semble donc que dans un proche avenir la potasse perdra son second rang pour passer comme troisième élément nutritif ; mais il est à remarquer aussi que la faveur dont jouira l'azote exercera un effet d'entraînement sur la potasse qui sera utilisée dans les engrais binaires NK.

Consommation d'engrais potassiques par
l'agriculture française. En 1000 Tonnes K₂O.

Forme des engrais	1964/65	1965/66	1966/67	1967/68	1968/69
Engrais simples	310	284	269	269	266
Engrais complexes	660	686	755	808	947
Dont binaires PK	280	256	314	379	411
T O T A L	970	970	1.024	1.150	1.213

- En République Fédérale d'Allemagne :

Durant les cinq dernières années, l'Allemagne a réalisé des taux d'accroissement relativement faibles dans la consommation des engrais potassiques. En 1963/69, on enregistre même une nette diminution. Celle-ci atteint 1,045 Millions Tonnes K₂O comparés aux 1,115 Millions Tonnes en 1967/68, ce qui représente une chute de 5%. Cette baisse se reflète d'ailleurs dans toutes les formes d'engrais puisque

L'élément K utilisé sous forme d'entraîs complexes passe de 404.500 Tonnes K_2O à 397.400 Tonnes K_2O et la K_2O à plus de 41% à 392.000 Tonnes à 411.100 Tonnes K_2O en 1967/68.

Trois types d'engrais constituent la majeure partie de la potasse consommée. La K_2O à plus de 45% K_2O qui représente près de 13% en 1967/68 ; la K_2O à 20-45% K_2O qui compte pour 24% et l'élément K sous forme d'engrais complexes qui compte pour 40% au total. Entre 1962/64 et 1967/68, la potasse utilisée sous forme d'entraîs complexes a augmenté de 12% passant de 254.260 Tonnes K_2O à 397.400 Tonnes K_2O . On remarquera aussi la nette diminution dans l'utilisation de K_2O à 20 à 45% K_2O dont le volume consommé passa de 360.700 Tonnes K_2O en 1962/64 à 231.500 Tonnes K_2O en 1967/68. Alors qu'il représentait 33% du total consommé en 1960, 32% en 1967/68, il ne représente plus que 27% de ce total en 1967/68.

La suppression en 1963 des primes sur les engrais indiquées en 1953 dans le cadre du "Plan vert" est l'une des causes qui peut expliquer le faible accroissement de la consommation des engrais en Allemagne. L'amplification continue des prix de vente des produits agricoles et la baisse des coûts de production des engrais (des subventions importantes étaient accordées à l'industrie des engrais sous le "Plan vert".) avaient contribué dans la décade 1955 - 1966 au développement de la consommation des engrais.

1.2.3. - Dans le reste de l'Europe Occidentale :

Les autres pays de l'Europe Occidentale au nombre de douze, (la Finlande, le Danemark, la Suède, le Norvège, la Suisse, l'Espagne, la Grande Bretagne, l'Irlande, la France, l'Autriche, la Grèce et le Portugal) ont consommé 1.456 Millions de Tonnes K_2O en 1967/68, soit 22% du continent européen et 10,5% de la consommation mondiale. Dans cet ensemble, cinq pays consomment entre 110.000 et 130.000 Tonnes K_2O en 1967/68, le Royaume Uni y représentant à lui seul avec 44.500 Tonnes

K₂O plus du tiers de l'ensemble.

Lorsqu'on examine la consommation par type d'engrais, on observe que dans l'ensemble elle se limite à trois, voire un seul type d'engrais. Le Danemark, la Norvège, la Suisse consomment essentiellement que du 45% K₂O et plus ; la Finlande, la Grèce, l'Irlande, la Suède et l'Espagne consomment du 45% et plus, les "autres engrais potassiques" et des engrais complexes ; l'Espagne consommant des quantités non négligeables d'engrais à base de sulfate de potassium.

Quant au Royaume Uni, sa consommation a varié très peu depuis 1963/64. Elle passe de 445.000 Tonnes K₂O à 494.500 Tonnes K₂O en 1968/69 soit une progression de 10% en cinq ans. Cette augmentation résulte d'un accroissement de 12.000 Tonnes dans le KCl à plus de 45% K₂O, 23.000 Tonnes K₂O dans les engrais complexes et 3.500 Tonnes dans le sulfate de potassium.

1.2.4. - En Europe Orientale & en URSS :

Avec 2,40 Millions de Tonnes K₂O, l'Europe Orientale à elle seule consomme presque autant que l'Europe des Six. Trois pays consomment des quantités relativement importantes ; la Pologne avec 897.000 Tonnes K₂O, l'Allemagne de l'Est (650.000 Tonnes K₂O) et la Tchécoslovaquie (468.000 Tonnes K₂O). Quant à l'Autriche, la Hongrie et la Yougoslavie, elles consomment respectivement : 143.000 Tonnes, 140.000 Tonnes et 121.600 Tonnes.

Concernant la consommation par type d'engrais, les seules statistiques disponibles sont celles relatives à l'Autriche et à la Pologne. Les deux pays utilisent une diversité d'engrais qui englobe aussi bien les sulfates et le KCl à 20-45% K₂O que de plus de 45% K₂O et des engrais complexes. Mais là aussi on observe une nette diminution dans la consommation du 20-45% K₂O et une nette progression

dans le Kcl à plus de 45% et dans les engrais complexes. Toutefois la Pologne ne semble pas consommer de la potasse sous forme d'engrais complexes.

En U.R.S.S., le problème majeur reste celui de la distribution. Dans ce pays qui dispose d'immenses ressources et qui consomme plus de 2 millions de Tonnes K_2O , les problèmes de transport semblent gêner sérieusement l'écoulement et la distribution des engrais. Il s'agit en effet de livrer à partir des trois petites régions productrices plusieurs millions de tonnes dans toute l'étendue de l'U.R.S.S. ainsi qu'aux ports et gares d'expédition, avec toutes les difficultés d'acheminement imputables aux mauvaises conditions climatiques et à une pénurie de wagons de chemin de fer. Les livraisons à l'agriculture russe ont atteint 2,21 millions de Tonnes K_2O , en 1968, 2,4 millions de Tonnes K_2O en 1969 et elles devraient être de 3,2 millions Tonnes en 1970 si le système de chemin de fer russe s'est adapté à temps pour assurer l'écoulement de ces quantités de produits.

La République Russe qui représente 46% reste le plus grand consommateur des républiques de l'Union Soviétique, suivie par l'Ukraine (21%), la Biélorussie (14%) et les trois républiques de la Baltique - l'Esthonie, la Lettonie et la Lituanie - (11%). Mais ce sont les dernières et la Biélorussie qui réalisent avec 49 et 65 kg K_2O /Ha, les taux les plus élevés. Pour le reste, les taux dépassent rarement 15 kg K_2O /Ha. Toutefois on s'attend à une nette amélioration de ces taux, grâce notamment à l'achèvement récent ou en cours, des usines d'engrais complexes qui ont été envisagées pour produire du type 1-1-1.

1.2.5. - Dans le reste du monde :

A l'exception du Japon qui sera aussi englobé dans cette section, nous étudions ici la situation du "Tiers Monde" à l'exclusion aussi des pays en voie de développement relevant du continent européen et examinés ci-avant.

L'ensemble du Tiers Monde a consommé 2,2 millions de Tonnes K_2O en 1967/68 ; dont 700.000 Tonnes K_2O par le Japon. Depuis 1963/64, on enregistre dans ces régions un taux moyen d'accroissement de 11%. La part assez régulièrement croissante du Tiers Monde dans la consommation mondiale a atteint près de 16% en 1967/68. Sur la base d'estimations, calculées par diverses méthodes, est accablé de poursuivre à l'avenir de sorte qu'en 1980, la part du Tiers Monde représentera environ 35% de la consommation mondiale. Mais même à ce niveau, les taux moyens d'épandage des engrais resteront au-dessous de ceux relevés dans les régions développées.

L'examen des tableaux X et XIV indiquent l'évolution de la consommation dans ces régions. Alors qu'elle consommait 231.000 Tonnes K_2O en 1955/56, elles en utilisent 130.000 Tonnes en 1965/66 et 1.312.000 Tonnes K_2O en 1967/68, soit une progression de 57,7% à la fin 1965/66, et 166,5% à la fin 1967/68 (rapportée à 1965/66). La part de chaque région dans le total a aussi subi des variations. L'Amérique Latine qui représentait 50,9% en 1955/56 descend au niveau de 42% en 1965/66 et s'y maintient en 1967/68 ; l'Asie passe de 32,7% à 43,6% en 1965/66 et descend au niveau de 36,4% en 1967/68 ; enfin l'Afrique qui représentait 16,47 en 1955/56, représente 14,7% en 1965/66 et 12,5% en 1967/68.

Dans l'ensemble l'Amérique Latine et l'Asie consomment du plus de 45% K_2O et de faibles quantités de sulfates. En Afrique, en plus du sulfate de potassium et du plus du 45% K_2O , une certaine orientation vers l'utilisation de potasse sous forme d'engrais complexes commence à se dessiner.

Lorsqu'on examine le développement de la consommation d'année en année et par pays on remarque que celle-ci est plus irrégulière dans les pays en voie de développement que dans le monde entier. Cette évolution plus irrégulière est liée pour une grande part à l'incertitude assez grande que les cultures commerciales exportables ont

sur la consommation d'engrais dans ces pays, consommation qui paraît en effet assez sensible à la variation des cours des produits.

1.3. - Estimation de la demande pour les années 1960-2000 :

L'avenir de la potasse restera lié essentiellement à son utilisation en tant qu'engrais. Les facteurs qui interviendront dans la croissance de la demande des engrais dans les années à venir sont les suivants :

a) Dans 15 ans, il y aura un milliard et demi d'individus supplémentaires à nourrir sur le globe ;

b) L'élévation du niveau de vie dans les pays développés et dans les pays en voie de développement entraîne une plus grande consommation de viande et, par conséquent, une plus grande consommation de céréales et produits destinés à nourrir le bétail.

c) L'enseignement agricole se développe ;

d) L'agriculture devient plus intensive et plus technique ;

e) Les bénéfices que les agriculteurs tirent de l'emploi des engrais vont en s'accroissant ;

f) Les gouvernements accordent à l'agriculture un degré plus élevé de priorité ;

g) Les prix des engrais baissent par rapport à ceux des machines, des terres et de la main-d'oeuvre ;

h) L'accélération du rythme de l'épuisement des sols rapproche de plus en plus le moment où l'homme devra cesser de tirer du sol davantage d'éléments nutritifs qu'il ne lui en apporte.

L'ensemble de ces facteurs assureront à l'industrie potassique une croissance sûre et continue.

Pour les 20 dernières années par exemple la demande américaine pour la potasse a augmenté à un taux annuel moyen de 7,2%. De 1964 à 1966 ce taux a été de 1,6%. De 1947 à 1961 l'utilisation de la potasse comme engrais est passée aux Etats-Unis de 11,4 livres à 22,2 Livres par tête d'habitant. Mais bien que l'on estime que la demande américaine pour la potasse continuera à augmenter, son taux de croissance de 1961 à l'an 2000 ne sera pas égal aux taux enregistrés précédemment.

Pour l'année 2000 cette demande a été estimée de l'ordre de 1,5 à 15,5 millions de tonnes ce qui se traduit par un taux de croissance maximum de 4,71% et un taux minimum de 2,77% sur les 32 années.

Si la production annuelle pendant les 32 années à venir serait maintenue de 1,5 à 2 millions de tonnes, l'industrie américaine de la potasse ne serait pas ainsi en mesure de faire face à la demande intérieure.

Pour l'ensemble du monde, l'analyse de la tendance historique de la consommation de la potasse révèle que la demande en l'an 2000 serait approximativement de 40 millions de tonnes. Une connaissance améliorée dans l'utilisation de la potasse en agriculture ajoutée à la disponibilité du potassium à des prix raisonnables, et les encouragements des gouvernements quant à son utilisation pour l'amélioration de la production agricole et les niveaux de vie de leur population auraient sûrement permis de prévoir une demande de potasse de l'ordre de 100 millions de tonnes.

A ces considérations s'ajoutent plusieurs problèmes qui doivent être résolus dans les pays en voie de développement pour que de pareilles quantités puissent être acquises et utilisées efficacement. Aussi on ne prévoit pas que la demande dépassera 60 millions de tonnes. L'accroissement annuel moyen de la demande dans

cette hypothèse serait alors entre 4,21% et 5,54%.

Les prévisions de la demande de potasse en l'an 2000, aux Etats-Unis et dans le reste du monde sont résumées dans le tableau suivant :

Projection de la demande de potasse en milliers de Tonnes courtes.

Désignation	1966	2000
ETATS - UNIS :		
Maximum		15.500
Minimum	3.551	11.500
(Moyenne)		(12.000)
RESTE DU MONDE :		
Maximum		60.000
Minimum	10.700	40.000
(Moyenne)		(50.000)

Source : Potassium, Bureau of mines : Etats-Unis : département de l'intérieur. Bulletin 656.

Sur une courte période de dix ans c'est à dire entre 1970 et 1980 on escompte que le taux annuel moyen de croissance de la demande de la potasse dans le monde sera de 6,37% environ. Ce taux est évidemment la moyenne générale de croissance et on peut noter d'après les tableaux XVI et XVII que la tendance dans la croissance de la consommation est plus élevée pour les régions en voie de développement. Les régions développées qui prennent à elles seules près de 55% de la consommation mondiale montrent un taux de croissance plus régulier, qui restera très probablement inchangé sur les dix années à venir.

Le tableau XVI montre la consommation des produits potassiques par région dans l'hypothèse d'une estimation pessimiste. Le tableau XVII est par contre basé sur une estimation plus optimiste pour l'avenir de la consommation des produits potassiques.

La consommation de l'élément K qui tendait à égaler celle des deux autres éléments N et P avant la fin de ce siècle, a été très faible par rapport aux autres éléments et sa croissance plus élevée dans l'avenir se trouverait justifiée si l'on prend en considération aussi l'effet d'entraînement qu'exercera la croissance de l'élément N.

La demande des produits potassiques dans le monde est répartie pour l'année 1965 et 1980, entre les différentes régions selon les pourcentages suivants :

Répartition en pourcentage et en volume			
	1965 en %	1980 en %	1980 en 100 tonnes K ₂ O
Europe (sauf U.R.S.S.)	45	49,4	15.300
Amérique du Nord	27	19,2	5.940
U.R.S.S.	16	13,2	4.050
Asie	8	9	2.790
Afrique	2	2,7	800
Amérique du Sud	1	4,1	1.260
Océanie	1	2,4	720
	100,00	100,00	30.960

Cependant l'évolution à long terme de ces pourcentages demeure conditionnée par plusieurs facteurs dont quelques uns ont été rappelés ci-dessus et qui ont trait tant au développement économique des pays qu'aux orientations de leur politique agricole et à la disponibilité des ressources naturelles.

Or la découverte d'importantes réserves constituant une offre potentielle considérable jusqu'à la fin de ce siècle, fait que l'on ne prévoit pas de pénurie de potasse dans l'ensemble du monde.

()
 (II - LE COMMERCE DES ENGRAIS POTASSIQUES DANS LE MONDE :)
 ()

2.1. - SITUATION GENERALE :

La potasse fait l'objet d'un commerce international depuis un siècle environ. Bien que les exportations atteignent actuellement 6 millions de Tonnes K_2O , elles sont sans doute appelées à se développer encore à l'avenir. Deux considérations "objectives" précisent cette affirmation :

- D'une part, la mise en exploitation en cours ou projetée des nouvelles sources importantes, situées souvent en dehors des régions de grande consommation.

- D'autre part, l'observation de l'évolution du commerce mondial des engrais potassiques durant ces dernières années :

Evolution du Commerce Mondial de la potasse 1963/64 -
1968/69. En 1.000 Tonnes K_2O .

E X P O R T A T I O N S						V A R I A T I O N S E N %				
63/64	64/65	65/66	66/67	67/68	68/69	64/65:65/66	66/67	67/68	68/69	63/64
						p.r.à:	p.r.à:	p.r.à:	p.r.à:	p.r.à:
						63/64	64/65	65/66	66/67	67/68
4350	5160	5960	6700	7740	7260*	6	16	12	16	2*
I M P O R T A T I O N S										
4630	5140	5970	6560	7660	7950	11	16	10	17	4

Source : FAO " ENGRAIS " IBID.

Les grands marchés de la potasse se trouvent surtout dans les régions agronomiquement avancées, comme le Japon, l'U.R.S.S., les Etats-Unis, l'Europe Occidentale et l'Australie. Mais certains marchés relevant des régions en voie de développement, en Asie (Chine et Inde) et en Amérique du Sud prennent rapidement de plus en plus d'importance.

2.1.1. - Répartitions des exportations :

Lorsqu'on examine le flux des échanges à l'échelle du monde on remarque qu'ils ont augmenté de 72% entre 1963/64 et 1968/69, passant de 4,6 millions de Tonnes K_2O à 7,9 millions Tonnes K_2O , soit un taux annuel moyen durant la période dépassant 14%.

Avec 29,5% du commerce mondial en 1968/69, le Canada devient le premier fournisseur, suivi par l'Allemagne de l'Est avec 19%, l'Allemagne de l'Ouest (15,6%), la France (10,5%), l'U.R.S.S. et les Etats-Unis avec 9% respectivement (conf. Tableau des exportations d'engrais potassiques n° XVIII).

Les années 1966/67 et 1967/68 ont enregistré des taux de croissance du commerce particulièrement élevés, dépassant 15% en 1967/68. Les exportations sous forme de sels potassiques ont totalisé 7,32 Millions Tonnes K_2O auxquels s'ajoutent quelques 500.000 Tonnes K_2O exportés sous forme d'éléments d'engrais composés. Durant cette année, le CANADA et l'Allemagne de l'Est sont les principaux responsables des 500.000 Tonnes K_2O d'accroissement, alors que l'Europe de l'Ouest n'a contribué dans le commerce mondial que pour une augmentation de 140.000 Tonnes K_2O . Mais les pays européens exportateurs s'orientent de plus en plus vers la fabrication et la vente des engrais potassiques sous forme d'engrais composés qui sont pour l'Europe de 420.000 Tonnes K_2O en 1967/68.

Quant à l'Allemagne de l'Est, elle a accru ses exportations de 140.000 Tonnes K_2O , confirmant ainsi sa position de plus grand exportateur de l'Europe. Pour le reste des pays socialistes, très peu de potasse a été échangée sous forme d'engrais composés, l'U.R.S.S. ayant exporté plutôt des engrais simples.

En 1968/69, il n'y a pas eu d'augmentation substantielle dans les capacités mondiales, si l'on exclut le CANADA. Les 440.000 Tonnes K_2O , qui ne sont ajoutés à la production ont été facilement absorbés par les marchés mondiaux. Les exportations ont augmenté à un rythme plus rapide que celui des livraisons sur ressources nationales ; trois considérations expliquant ce fait :

- Les grèves de Mai 1968 en France qui ont paralysé pendant un mois toute l'industrie française. Les importations de Kel sur une grande échelle commencèrent ici pendant le deuxième semestre 1968. Mais l'Espagne et l'Allemagne de l'Ouest n'ont pu alors satisfaire entièrement la demande française : aussi la S.C.P.A. (Société Commerciale des Potasses et de l'Azote) s'est adressée à Israël, comme troisième fournisseur avec 21% des importations françaises de Kel en 1968, et 67% en 1969.

- En Allemagne de l'Ouest l'aggravation de la fiscalité indirecte intervenue à la fin de 1967 a provoqué chez les consommateurs allemands un réflexe de "couverture" en achetant pour stocker et en prévision de la saison 1968/69.

- Enfin aux Etats-Unis où l'offre canadienne a déplacé et concurrencé sévèrement l'offre des producteurs américains.

En 1968/69, le CANADA et les Etats-Unis ont exporté ensemble 2,9 Millions Tonnes K_2O et si l'on élimine leur commerce frontalier, leurs ventes à l'extérieur atteignent 1,3 Millions

Tonnes K_2O enregistrant ainsi un accroissement de 5% entre 1967/68 et 1968/69.

Quant à l'Allemagne de l'Est et l'U.R.S.S., ils ont consolidé leur position, avec respectivement 1,66 Millions de Tonnes K_2O et 715.000 Tonnes K_2O ; cependant qu'en Europe de l'Ouest, l'Allemagne inscrit à son actif une grande part de l'accroissement européen (250.000 Tonnes K_2O) dans les exportations.

2.1.2. - Répartition des importations :

Lorsqu'on examine la situation du marché du point de vue des importateurs, on remarque une concentration d'une grande part des importations dans trois continents :

L'Europe qui importe 3,9 Millions de Tonnes K_2O en 1968/69.

L'Amérique du Nord et l'Amérique du Centre : 2,1 Millions Tonnes K_2O .

L'Asie qui importe 1,25 Millions de Tonnes K_2O .

Le reste du monde, à savoir l'Amérique du Sud, l'Afrique et l'Océanie n'important guère plus de 750.000 Tonnes K_2O .

Mais à l'intérieur même des trois premiers continents, il y a des pôles de domination des importations : En Europe de l'Ouest, ce sont la France, les Pays-Bas et le Royaume Uni qui totalisent ensemble 1 million de Tonnes K_2O en 1968/69. En Europe de l'Est ; la Pologne, la Tchécoslovaquie et la Yougoslavie comptent pour 1,5 million de Tonnes K_2O la même année.

Pour le continent outre atlantique, ce sont les Etats-Unis qui dominent largement avec 1,8 million Tonnes K_2O .

Enfin en Asie, le Japon et l'Inde, avec 602.000 Tonnes K_2O réalisent 75% des importations du continent.

Les tableaux XV A et XV B qui indiquent le flux des échanges pour les années 1968 et 1969 par origine et destination ne font pas apparaître de grands changements dans la structure de ces échanges. Il est du reste difficile de ventiler même globalement la balance du commerce par pays ni d'analyser avec précision leur condition de ventes et d'achats. Mais il est certain qu'il existe, comme dans d'autres secteurs industriels, des contrats d'approvisionnement à long ou moyen terme, voire des participations directes dans l'exploitation de l'industrie de la potasse. La France, comme on l'a vu, détient des participations dans la mine Canadienne Alwinal¹, et dans la mine Congolaise de Holle². Nonostante la défaillance de ces deux mines qui n'ont pu - par leurs faibles quantités produites - satisfaire la demande française en 1968/69 ; il reste qu'à bien des égards, cette implantation à l'étranger de l'industrie française de la potasse ne lui sera que bénéfique à l'avenir.

1- La Mine Alwinal, dans le Saskatchewan, dont la capacité est de 550.000 Tonnes/an K_2O n'a commencé son activité qu'en octobre 1968 et n'a produit que 13.000 Tonnes K_2O durant les derniers mois de cette année. Et en 1969 sa production n'a été que de 155.000 Tonnes K_2O , soit 28% de sa capacité.

2- La Mine du Congo (Brazzaville) installée à Holle d'une capacité de 500.000 Tonnes par an K_2O est entrée en activité en juin 1969 mais sa production fût aussi très réduite, deux chargements seulement ayant été expédiés sur Anvers où l'industrie française dispose d'un ensemble de stockage.

2.2. - LES DIFFICULTES DES EXPORTATIONS CANADIENNES NEES

DU PROGRAMME DE RATIONNEMENT :

2.2.1. - La dégradation des prix entraîne une limitation de la production et des ventes :

Les restrictions de production et de vente imposées aux producteurs canadiens ont réussi à stabiliser les cours mondiaux des sels potassiques. Mais les industriels canadiens de la potasse n'ont pas manqué d'exprimer leur hostilité au programme de rationnement qui leur a fait perdre des marchés extérieurs provoquant en outre une remontée de l'industrie américaine et européenne qui ont produit respectivement à 90% et à 75% de leur capacité.

Aussi le gouvernement canadien et les producteurs, considérant que le taux actuel d'activité de l'industrie est faible (45% de la capacité) et que le marché américain est relativement saturé ; se sont-ils décidés à trouver un marché complémentaire de 2,1 millions de Tonnes K_2O qui porterait la capacité effective de l'industrie à 70%. Or la législation actuelle des prix ne garantit pas un tel succès. Le gouvernement se propose plutôt d'agir sur une composante des prix ; à savoir les coûts de transport par rail jusqu'à Vancouver, port de sortie de la potasse pour les marchés extérieurs. C'est à cette fin qu'un comité d'étude du transport par rail de potasse a été créé par le Gouvernement d'OTTAWA. Il est évident qu'une réduction quelconque sur le tarif de base qui est actuellement de l'ordre de \$ 9,5 par tonne courte de murate transportée est de nature à stimuler la compétitivité de la potasse canadienne sur les marchés extérieurs.

Cette action du gouvernement canadien a été jugée d'autant plus souhaitable que l'année 1969/70 a enregistré une hausse des coûts de fret par mer et une pénurie de navires pour le transport

de la potasse. A ces considérations est venue s'ajouter une autre difficulté d'ordre monétaire depuis le 31 mai 1970. La flottation du \$ canadien depuis cette date a eu pour conséquence de renchérir cette monnaie par rapport au \$ U.S. *

La potasse qui était facturée à \$ CAN : 33,75 les 10 kgs/K₂O (S. Ton unit) passe en \$ U.S. de 31,40 à plus de 33, cette variation aboutissant en fin de compte à rendre la potasse du Saskatchewan plus chère que celle du Carlsbad (Nouveau Mexique).

Toutefois, bien que ces difficultés aient masqué l'impact réel du programme canadien de rationnement de l'industrie potassique, il reste qu'elles relèvent plus du fait conjoncturel que structurel. Le problème dominant recouvre les marchés et les prix à quoi est étroitement lié celui de la capacité effective de production.

2.2.2. - Le Mécanisme du programme de rationnement.

Le mécanisme en lui-même est relativement simple : on attribue à chaque producteur une licence trimestrielle représentant sa part du marché total estimé par le comité provincial de la potasse. La quantité couverte par la licence est déterminée par une formule qui tend à créer l'équilibre entre les ventes et les capacités de production et à assurer aux producteurs le bénéfice de leur réussite commerciale. Les deux éléments du dispositif de la licence sont calculés comme suit :

* En fait, cette distorsion s'est encore aggravée depuis Août 1971 du fait de la dévaluation du \$ U.S. de 7,69%.

La capacité trimestrielle a été initialement arrêtée à 25% de la capacité annuelle de chaque producteur. La capacité ainsi obtenue a été répartie sur la base d'un taux commun de 40%, de sorte que chaque producteur était assuré d'un volume minimum de vente de 40% de ses capacités.

Le volume des ventes potentielles revendiqué par chaque producteur est ajusté en fonction de la taille du marché estimé par le comité de la potasse. La différence entre le volume du marché total et 40% des capacités totales est ensuite répartie aux producteurs dans la proportion de leurs excédents sur 40% de leur capacité. De la sorte ils bénéficient d'une modeste récompense quand ils ont atteint le taux de vente mentionné.

Une licence de production est venue compléter la licence des ventes pour les deux premiers trimestres de l'année 1970.

Celle-ci était basée sur la situation des stocks qui reflétaient la production additionnelle demandée par chaque producteur.

L'introduction du prix minimum de vente de la potasse est un autre point du programme qui fixait celui-ci à \$ CAN. 20,25 la Tonne courte de chlorure de potassium à 60% K_2O .

2.2.3. - Résultats de ce programme durant les deux premiers trimestres 1970 :

Le comité provincial de la potasse du Saskatchewan avait fixé le volume du marché total pour le premier trimestre à 565.000 Tonnes courtes K_2O (575.000 Tonnes métriques).

Après répartition des 40% de leur capacité à chaque producteur, il restait un excédent de 218.300 Tonnes courtes qui de-

voient être distribués aux producteurs au prorata de leurs ventes.

De la sorte, chaque producteur a reçu une allocation totale de vente comprise entre 40 et 62,6% de ses capacités, la moyenne générale étant de 55,1%.

Pour le 2^e trimestre 1970, le marché total étant estimé à 949.000 tonnes courtes K₂O (soit 853.000 Tonnes métriques), le quantum de 40% des capacités étant de 752.000 Tonnes courtes il en est résulté un excédent de 197.000 Tonnes courtes K₂O à répartir au prorata des chiffres d'affaires. L'allocation totale de vente par producteur s'est située entre 40 et 70,57 avec un taux moyen pour toute l'industrie de 52,9%.

Sans entrer plus en détails dans ce programme de réajustement de l'industrie canadienne de la potasse, programme qui doit par ailleurs subir des modifications périodiques, car la détermination à l'avance des allocations de production pour les quatre trimestres de l'année agricole 1970/1971, indiquons qu'une des principales conséquences, désavantageuse pour le CANADA a été le refus du Japon, principal client, d'importer la potasse canadienne sur la base du tarif affiché de \$ Can. 20,25/Tonnes courtes KCl, les japonais, estimant que sur cette base (prix usine), la Tonne courte, sera de : \$ U.S. 33,70 F.O.B. Vancouver, soit quelques 10 \$ de plus par rapport au niveau des prix 1969.

Exportation de potasse du CANADA sur les marchés

extérieurs. 1.000 Tonnes/K₂O.

Continent et pays	1967/68	1968/69	1969/70 ^a
<u>ASIE DU NORD-OUEST :</u>	415,2	430,4	255,3
<u>TOTAL :</u>	589,8	718,3	716,3
- Inde	34,2	49,6	39
- Pakistan	-	9,2	34,5
- Malaisie/Singapour	25,7	20,7	25,6
- Philippines	-	21,6	18,3
- Taïwan	10,5	17,7	13
- Japon	480,3	534,8	494,4
- Corée du Sud	36	65,7	38,5
<u>OCEANIE :</u>	89,0	113,0	106,4
- Australie	11,4	24,5	33,3
- Nouvelle Zélande	77,6	108,5	67,6
<u>AMÉRIQUE LATINE :</u>	19,5	55,1	17,5
- Brésil	13,5	44	16,2
- Amérique du Centre	6	11,1	1,3
<u>AFRIQUE :</u>	18,0	11,7	25,3
- Afrique du Sud	18	11,7	25,3
TOTAL	1.131,5	1.348,5	1.120,3

Phosphorus and Potassium n° 49 Septembre/Octobre 1970,

a : chiffres provisoires.

2.3. - Les prix des engrais potassiques dans le Monde :

La non réalisation des prévisions optimistes concernant l'accroissement de la demande des engrais potassiques et l'installation dans les dernières années de 1960, de capacités de production excédentaires ont entraîné une baisse importante dans les prix de la potasse.

Cet effondrement des prix dans le monde a entraîné le gouvernement d'OTTAWA à mettre en oeuvre une nouvelle politique destinée à assainir l'industrie et à sauvegarder la prospérité du Saskatchewan.

Le principe de "rationnement" examiné ci-avant c'est à dire, de restriction de la production et l'établissement des prix planchers applicables à toutes les ventes de la potasse canadienne, a été favorablement accueilli par les producteurs de potasse autres que canadiens. Les prix, bien que n'ayant enregistré qu'un redressement limité les situant en deçà des niveaux du début des années 1960, ont cependant retrouvé une certaine amélioration par rapport aux cours enregistrés à partir des années 1966-69.

2.3.1. - Les prix de la potasse en Amérique du nord en 1969, et 1971

Les prix des produits potassiques sont exprimés en unités de tonnes courtes (1/2 de la tonne courte ou 20 livres).

Les prix F.O.B. en vrac du muriate du Nouveau Mexique à un minimum de 60% de K_2O , étaient en 1968/69 de 22 à 29 cents par unité pour les produits standards ; de 25 à 33 cents pour les produits pulvérulents et de 27 à 36 cents pour les granules. Quant au sulfate de potassium à 50% de K_2O au moins, il se fixait à 70-80 cents par unité et à 17,65 cents par unité pour les sels de fumure.

En novembre 1969 le prix F.O.B. du muriate standard des mines de Carlsbad est tombé de 19 cents par unité soit 22,80 dollars par tonne/courte.

En 1971, ces prix ont enregistré une hausse sensible puisqu'ils s'établissent à 35 cents pour le Kcl, qualité standard et en vrac, et à 42 cents pour le pulvérulent et à 44 cents pour le granulé. A un cent près, ces prix sont aussi ceux du Saskatchewan.

Evolution des prix en cent par 10 kgs au Nouveau Mexique.

	1969/70	1970/71
<u>Kcl 60% vrac</u>		
- Standard	22 - 29	35
- Pulvérulents	25 - 33	42
- Granulés	27 - 36	44
<u>Sulfates : 50% K₂O</u>	70 - 80	-

Le Tableau XIX des prix des engrais potassiques en 1969 en Amérique du Nord indique leur évolution au cours de cette année.

2.3.2. - Les prix de la potasse en Europe en 1971/1972.

Pour la nouvelle année 1971/72, (Mai-Avril) les prix à l'exportation ont augmenté de 4 dollars par tonne métrique en moyenne pour le chlorure de potassium. On avait anticipé que l'augmentation serait uniquement de l'ordre de 2 à 3 dollars par tonne, mais

La stabilité apparente du marché de la potasse a encouragé les producteurs européens à fixer des prix plus élevés.

Cette dernière augmentation dans les prix s'est produite par un accroissement de 7 dollars par tonne dans l'industrie européenne depuis 1970, date de l'entrée en vigueur du prix plancher introduit au Canada par le programme de rationnement qui avait relevé les cours de l'ordre de 10 dollars par tonne dans ce dernier pays. De ce fait, la potasse canadienne se vend actuellement à 33 dollars par tonne F.O.B. Vancouver. Le prix correspondant en Europe est de 35 dollars F.O.B. Rotterdam (ce prix est théorique parce que l'industrie européenne vend sur la place C.A.F.).

Comme nous le soulignons par ailleurs, il est difficile de fixer avec précision les cours mondiaux de la potasse, ceux-ci varient au cours d'une même année en fonction des tonnages traités, de la saison, du grade, du mode de livraison et d'emballage etc...

Le tableau ci-après qui retrace l'évolution des prix de gros des engrais potassiques dans trois pays peut cependant donner une indication approximative des cours en Europe.

Engrais potassiques : Prix de gros.

Année	1 C H L O R U R E S			2 S U L P H A T E S	
	France 100kg 60% K ₂ O	Répub. Fédér: d'Allemagne : 100kg 40% K ₂ O	U.S.A. 100kg 60% K ₂ O	France 100 kg	Répub. Fédér: d'Allemagne: 100 kg
1960	4.09	2.87	2.40	5.20	4.45
1961	4.24	3.01	2.56	5.48	4.63
1962	4.33	3.03	2.63	5.56	4.68
1963	4.46	3.02	2.63	5.86	4.68
1964	4.67	3.03	2.57	6.22	4.68
1965	4.67	3.03	2.66	6.22	4.68
1966	4.67	3.03	2.53	6.22	4.68
1967	4.63	3.00	2.27	6.30	4.68
1968	4.71	...	1.97	6.32	4.92

Source : F.A.O. ENGRAIS . Rapport Annuel : 1969.

1) CHLORURE DE POTASSIUM

France : en vrac, prix de gros, franco wagon, sacherie et taxes non comprises ; à partir de mai 1959, 60 pour cent K₂O.

Allemagne (Rép. féd. d') : 40 pour cent K₂O, en vrac, prix de gros, livré à la gare de l'acheteur. Subventions à la production non déduites.

Etats-Unis : 60 pour cent K₂O, production intérieure, en vrac, prix de gros moyen, f.o.b. mines.

2) SULFATE DE POTASSIUM

France : 48 pour cent K₂O, en vrac, par wagon de 20 Tonnes - Taxe comprise.

Allemagne (Rép. féd. d') : 48 pour cent K₂O, en vrac, prix de gros livré gare de l'acheteur y compris la taxe à la valeur ajoutée. Subvention à la production non déduite.

Si la potasse canadienne devait être offerte à des prix compétitifs en Europe il serait théoriquement nécessaire de réduire les prix planchers fixés par le programme de rationnement de 4 à 5 dollars par tonne ce qui revient au prix de \$ U.S. 35/Tonne courte au lieu de 39,5 fixé par le programme.

Prix du programme.
=====

Prix de la compétition en Europe	Prix du programme de rationnement	Observations.
16 dollars	20 - 25 dollars	\$ Can. par tonne courte ex-mine
28,50 dollars	33 dollars	\$ U.S. par tonne FOB Vancouver
5 dollars	5 dollars	Afrètement de Vancouver à Rotterdam
1,50 dollars	1,50 dollars	Frais de terminal.
35 dollars	39,5 dollars	\$ U.S. par tonne FOB Rotterdam

PERSPECTIVES :

Pendant la période des capacités excédentaires qui continuerait jusqu'en 1975, on estime que les prix de vente par unité de tonne courte K_2O de chlorure de potassium aux U.S.A. n'excèderaient pas 26 cents ou 26 \$ par tonne courte de K_2O à moins qu'il n'y ait l'intervention des gouvernements ou d'autres facteurs.

Cependant, dans l'hypothèse d'un équilibre de l'offre et de la demande, les prix pourraient atteindre 35 à 42 dollars par tonne.

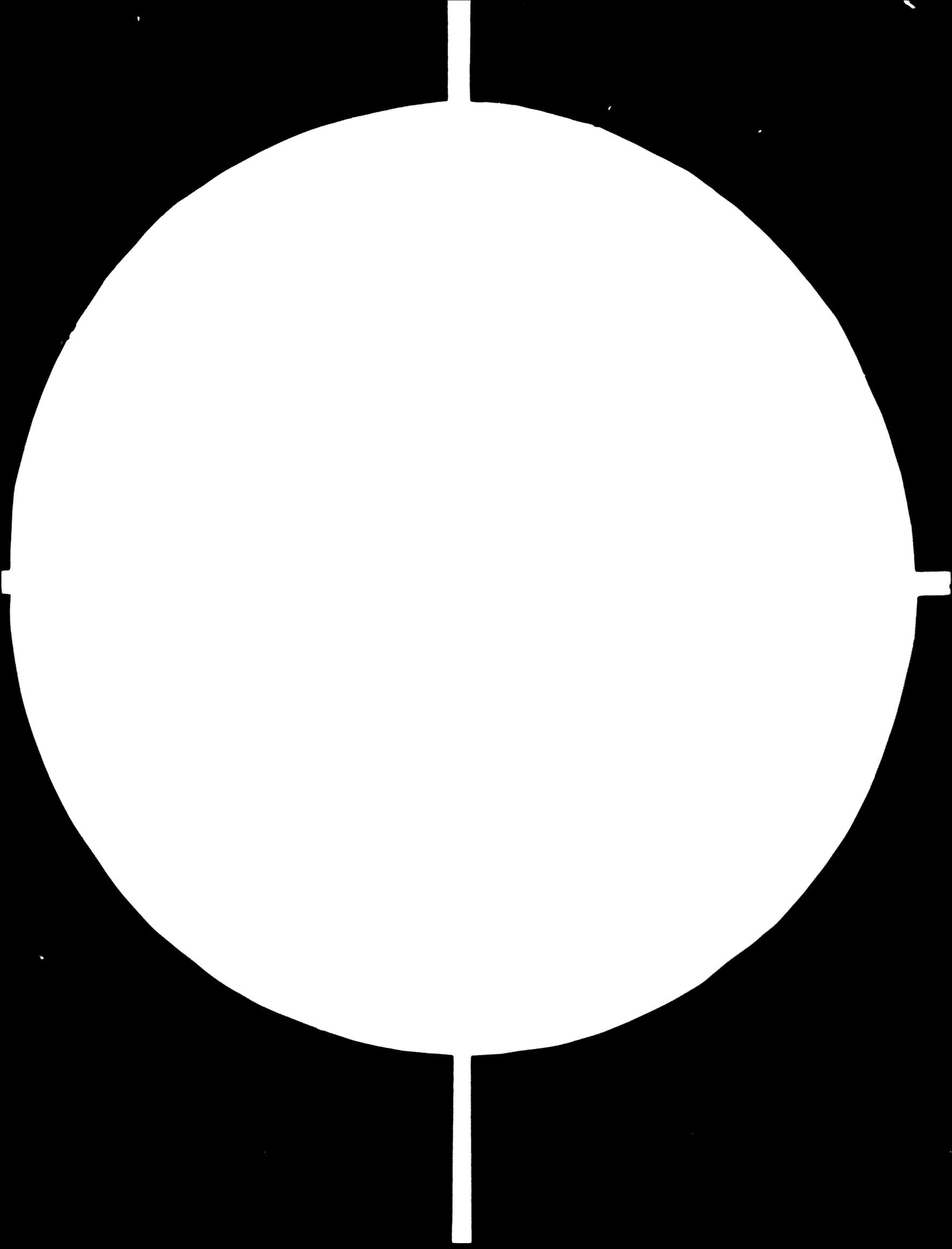
B-954



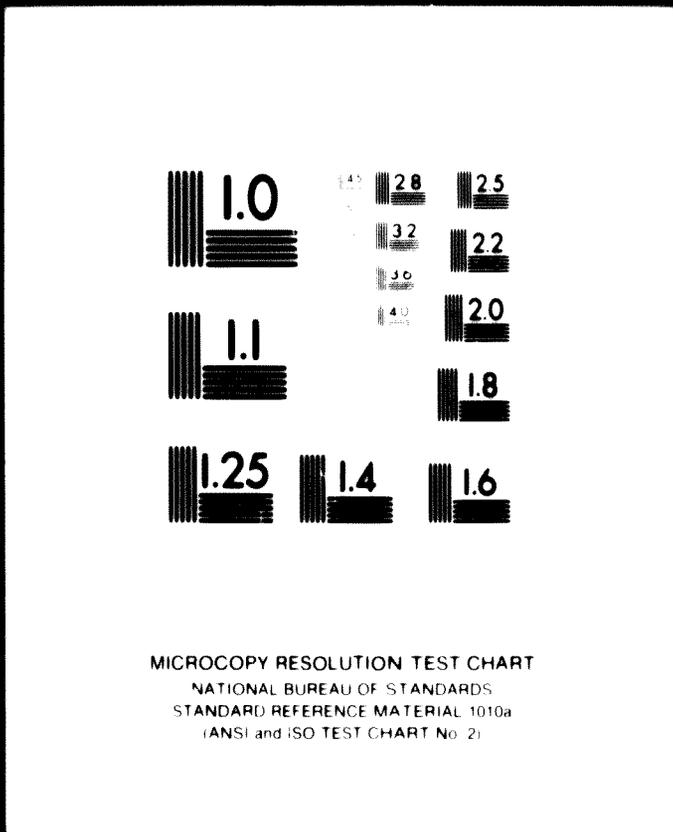
86.01.29

AD.87.04

ILL5.5+10



2 OF 3



24x F

La demande minimum prévue pour l'an 2000 en Amérique ne peut pas être complètement couverte par les capacités d'approvisionnement connues dans ce pays. Les prix semblent-il pourraient se fixer autour de 60 \$ tonne et même 70 \$ si la demande maximum prévue devrait être couverte par des sources extérieures. Cependant l'existence de vastes ressources minières dans les pays voisins - le Canada - permettrait de fournir au marché américain en l'an 2000 les quantités prévues au prix de 35 \$ par tonne pour la demande minimum et 44 \$ par tonne pour la demande maximum.

Quant à la demande du reste du monde en l'an 2000 elle a été estimée de l'ordre de 40 à 60 millions de tonnes. Les ressources mondiales seront suffisantes pour couvrir la demande maximum de 60 millions de tonnes et les prix seraient comparables à ceux prévus pour les Etats-Unis.

TROISIEME PARTIE

(

(CONSOMMATION, COMMERCE ET PRIX DES ENGRAIS)
(POTASSIQUES AU MAGHREB)

)

Comme nous l'avons mentionné précédemment, la consommation d'engrais (à l'exception des engrais azotés) a connu une expansion plus rapide dans les pays en voie de développement que dans les régions développées du monde. Cependant, au point de vue de la consommation par hectare des terres cultivées et par habitant, les pays en voie de développement sont encore bien en de des taux relevés dans les régions développées.

Si l'on considère chacune des grandes régions en voie de développement ; Amérique Latine, Europe et Asie (partiellement), Afrique (l'Afrique du Sud exceptée), on remarque que cette dernière est non seulement la plus faible consommatrice d'engrais, mais, celle où dernièrement, la demande s'est accrue le moins rapidement.

Avec 2,6% du total mondial, la consommation de l'Afrique (1,427 millions de tonnes d'éléments en 1968/69) reste ainsi modeste sur le marché mondial des engrais.

1) LA CONSOMMATION

1-1 - Analyse de la consommation actuelle :

Plus des trois quarts des engrais consommés en Afrique en 1968/69 le sont dans les pays de la sous-région d'Afrique du Nord (Libye, Algérie, Tunisie, Libye, R.A.U., Soudan) et dans la République Sud-Africaine (Conf. Tableau 22). Mais par types d'engrais consommés, on observe dans les pays maghrébins une structure de consommation très différente de celle de l'Egypte et du Soudan.

En effet dans les pays du Maghreb on utilise - en éléments fertilisants - 2,3 fois plus d'engrais phosphatés que d'engrais azotés et 3 fois plus d'engrais phosphatés que d'engrais potassiques, et l'on observe par ailleurs, une certaine évolution dans le rôle des engrais composés. Au contraire en Egypte on utilise 2,8 fois plus d'engrais azotés que d'engrais phosphatés, Et ce qui concerne la consommation des engrais potassiques, elle est en 1968/69, 23 fois plus faible en Egypte qu'au Maghreb, cette distorsion s'expliquant par la richesse en potassium des sols égyptiens (Conf. Tableau N° 20).

Mais lorsqu'on examine la consommation - en 1965 - d'engrais chimiques par hectare de terre arable (Conf. Tableau ci-après) il apparaît que de tous les pays d'Afrique du Nord, l'Egypte est celui où l'utilisation des engrais est de loin la plus intensive, supérieure même pour les engrais azotés à la moyenne observée en Europe. Ceci s'explique par le fait que les principales cultures pratiquées en Egypte (riz, coton, canne à sucre, agrumes) demandent en principe des quantités d'engrais azotés qui, compte tenu du sol, du climat et des conditions de culture sont plus que doubles de celles des engrais phosphatés.

Consommation d'engrais chimiques par 1000 ha de terre
arable en Afrique du Nord en 1965

P a y s	Terres arables en 1000 ha	Consommation d'engrais en tonnes d'éléments fertilisants				Consommation par ha de terre arable en Kg d'élément fertilisant			
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	TOTAL	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	TOTAL
MAROC	7.660	16.400	26.140	8.930	51.370	2,09	3,31	1,14	6,54
ALGERIE	7.066	16.000	22.340	10.000	48.340	2,26	3,16	1,42	6,84
TUNISIE	4.334	5.100	20.200	3.500	28.800	1,16	4,65	0,81	6,65
Total Maghreb	19.260	37.500	68.680	22.430	128.610	1,84	3,70	1,12	6,66
LIBYE.....	2.500	1.400	1.100	600	3.100	0,56	0,44	0,24	1,24
R.A.U.....	2.672	274330	71.950	1.500	347.830	102,56	26,93	0,56	130,05
SOUDAN	1.100	34.500	20	12	34.532	4,56	-	-	4,56
Total sous-région	31.541	347.700	141.650	24.562	513.972	11,03	4,49	0,78	16,30

C.E.A. : " Etude sur l'évolution des engrais chimiques en Afrique du Nord".

A lui seul l'Égypte absorbe en 1965, près de 80% des engrais azotés et plus de 50% des engrais phosphatés de la sous-région.

Dans les pays de l'Afrique du Nord, l'écart reste donc encore considérable à l'avantage de l'azote en Égypte et au Soudan et à l'avantage du phosphate en Tunisie, au Maroc et en Algérie.

En ce qui concerne les engrais potassiques, la consommation de la sous-région représente avec 50.000 Tonnes en 1968/69, vingt et un pour cent de la consommation africaine (240.000 tonnes de K_2O) dans laquelle l'Afrique du Sud avec 96.000 tonnes de K_2O représente à elle seule 47%. Comparée aux engrais azotés et phosphatés, la consommation d'engrais potassiques au Maghreb apparaît particulièrement faible. Elle représente en éléments fertilisants environ 20,7% seulement en 1968/69, soit 35.700 tonnes K_2O (Conf. Tableau 21).

Cette consommation relativement faible de l'élément K_2O au Maghreb, s'explique par une nette progression des autres engrais (azotés et phosphatés) durant la période, et en particulier au Maroc ; alors que la consommation d'engrais potassiques diminuait en Algérie et restait stationnaire en Tunisie.

Le Maghreb, ne produisant pas de potasse actuellement, la totalité de ses besoins est couverte par des importations en provenance des pays producteurs de l'Europe (France, les deux Allemagnes, Espagne, Belgique). En 1965, la valeur de ces importations était de 590.000 \$ pour le Maroc, 900.000 \$ pour l'Algérie et 130.000 \$ pour la Tunisie.

On peut estimer que la valeur de ces importations était en 1968/69 de :

Maroc	:	1,3	à	2,1	millions de \$
Algérie	:	0,95	à	0,98	millions de \$
Tunisie	:	0,16	à	0,18	millions de \$

1-2 - Projection de la consommation au Maghreb :

Le marché maghrébin a fait l'objet d'un rapport récent préparé par l'Institut Battelle de Francfort et basé sur le "Mémoire d'Accordement 9-20-10061" du 25/11/69. Il fait partie du projet de recherches de potasse dans le bassin de Khémisset, exécuté par le B.R.P.M. (Bureau de Recherches et de Participations Minières - Rabat) en association avec le PNUD.

Le but de cette étude est " d'évaluer les besoins actuels et futurs de potasse au Maroc et dans les pays voisins, c'est-à-dire l'Algérie, la Tunisie et le Sénégal et d'envisager les possibilités d'une production au Maroc de 100.000 tonnes de K_2O sous forme de chlorure de potassium de 40% à 60% K_2O sous l'angle des débouchés, ainsi que de déterminer un prix de vente réaliste ".

Cette étude présentant l'intérêt de couvrir une région non étudiée en détail par nos soins, nous nous bornerons dans ce qui suit à emprunter les conclusions de l'Institut Battelle tout en nous réservant une marge d'appréciation en cas de besoin.

L'étude couvre le marché de cinq pays : Maroc - Algérie - Tunisie - Sénégal - Libye. De nombreuses enquêtes ont été effectuées préalablement, auprès des ministères, organismes et institutions spécialisées et une collaboration fructueuse avec le BRPM et le PNUD ont permis la clôture de cette étude.

L'étude aborde d'abord les problèmes de l'offre et de la demande actuelle au Maghreb pour lequel on retiendra que les importations proviennent essentiellement de trois pays : Espagne, France, République Fédérale d'Allemagne. La consommation par Ha de superficie

cultivée s'établit en 1969 à 2 kgs pour l'Algérie, 4 kgs pour le Maroc, et 0,6 pour la Tunisie. Ces taux sont à peu près corroborés par la FAO (Rapport Annuel 1969) sauf pour le Maroc pour lequel l'institution internationale donne un chiffre non officiel de 2,21.

Dans cette partie générale, l'auteur se basant sur les plans de développement des pays concernés a établi des prévisions de la consommation jusqu'en 1975 (voir Tableau ci-après). Ces prévisions sont poussées jusqu'en 1980 dans les chapitres analytiques par pays ; mais comme le souligne à juste titre l'auteur lui même, ce n'est qu'une approche ; la consommation à long terme dépendant beaucoup de la politique agricole des gouvernements et des facteurs extérieurs imprévisibles.

Consommation future de potasse dans les
pays enquêtés : en tonnes K_2O

P A Y S	1970	1975	1980
A L G E R I E	:14.000 à 15.000	:18.000 à 21.500	:28.000 à 37.500
M A R O C	: 21.500	: 29.000	: 37.000
T U N I S I E	: 2.000	: 4.200	: 7.000
T O T A L.....	: 37.500 : à 38.500	: 51.200 : à 54.700	: 72.000 : à 81.500

Pour 1975 et 1980, Battelle arrive respectivement à un chiffre de consommation globale pour le Maghreb de 50.000 et 75.000 T. K_2O . Ces prévisions nous semblent très prudentes. Les chiffres indiqués pour 1970 ont déjà été atteints ou dépassés en 1968/69 par les trois pays maghrébins. En outre, comparées aux projections relevées dans d'autres sources, elles font apparaître un grand écart. Pour permettre une comparaison, nous reproduisons dans le tableau ci-après les projections de cinq sources différentes. On constatera à sa lecture que la consommation globale maghrébine en 1975 variera entre 50.000 tonnes K_2O et 149.000 tonnes K_2O . Si l'on élimine ce dernier chiffre qui semble exagéré, même dans l'hypothèse d'un "coup de fouet" à la politique agricole des pays intéressés, on peut retenir comme base sérieuse une fourchette de 65.000 à 75.000 tonnes K_2O pour 1975 et 100.000 à 115.000 tonnes K_2O pour 1980.

Cet accroissement, certes sensible, s'expliquerait par le niveau même de la consommation actuelle qui reste extrêmement faible. Dans une étude effectuée au CEIM^{*}, les prévisions de R. BAHME pour 1975 se basent sur une hypothèse idéale qui implique une action vigoureuse des gouvernements maghrébins pour promouvoir le développement de la consommation des engrais chimiques. Mais l'auteur limite une telle hypothèse et retient 33% seulement de la solution. Nonobstant cette correction, il reste que le volume retenu pour la Tunisie soit 30.000 Tonnes K_2O paraît bien optimiste.

* CEIM : " A study of fertilizer markets within the Maghreb countries "
(Tripoli 1969) -

Projection de la consommation des engrais
potassiques au Maghreb : en 1000 tonnes K₂O

P A Y S	R. BAHME			C.E.A.		T.V.A.	M.A.A. M.A.M.	BATTELLE	
	HYPOT. 33% 1975	hypot 100% 1980	hypot. 50% 1980	1975	1980	1976	1975	1975	1980
MAROC.....	24	73	37	28	50	53	45	29	37
ALGERIE...	16	49	25	35	70	-	97	13,5	20,3
TUNISIE...	30	90	45	11	20	-	7	4,2	7
TOTAUX....	70	212	107	74	140		149	51,2	72
								54,7	81,5

- R. BAHME : "A STUDY of fertilizer Markets within the Maghreb countries" CEUJ.
- C.E.A. "Etude sur l'évolution des engrais chimiques en Afrique du Nord"
MARS 1969.
- M.A.A. : Ministère de l'Agriculture - Algérie.
- M.A.M. : Ministère de l'Agriculture - Maroc
- INSTITUT BATTELLE : "Le marché de la Potasse au Maroc et dans les pays
voisins".

Le tableau ci-après indique ce que sera, selon R. BAHME
la consommation de K₂O et les trois éléments NPK selon l'hypothèse
considérée pour le Maghreb :

Hypothèse	Kg K ₂ O/Ha	KG NPK / Ha NPK - 1:1:1
1975/ 70.000 T. K ₂ O	5,8	17,4
1975/ 74.000 T. K ₂ O	6,1	18,3
1975/149.000 T. K ₂ O	12,3	36,9
1980/157.000 T. K ₂ O	8,6	26,4
1980/140.000 T. K ₂ O	11,5	34,5

Observant l'évolution historique de la consommation d'engrais potassiques dans les trois pays maghrébins depuis 1963/64, et prenant en considération les politiques gouvernementales visant à promouvoir l'utilisation de la potasse ou à la décourager, (exemple de l'Algérie qui prévoit plutôt l'utilisation croissante à moyen terme des éléments N et P_2O_5 au détriment du K_2O) ; le Centre d'Etudes Industrielles du Maghreb a esquissé pour sa part une projection sur les bases suivantes :

Année de base : 1968/69

Taux annuels composés retenus : 11% pour le Maroc, 8% pour l'Algérie et 10% pour la Tunisie.

Evaluation CEIM de la consommation des engrais potassiques au Maghreb : En tonnes de K_2O

ANNÉES	MAROC Taux : 11%	ALGERIE Taux : 8%	TUNISIE Taux : 10%	TOTAL MAGHREB
1968/69	29.000	12.200	3.500	35.700
1970/71	24.400	14.000	4.400	42.800
1972/73	29.500	16.200	5.500	51.200
1974/75	36.000	19.000	6.500	61.500
1976/77	44.300	22.200	7.900	74.400
1978/79	54.500	26.000	9.500	90.000
1979/80	60.500	28.000	10.500	99.000

Il en résulte que la demande totale du Maghreb en 1975 sera de 62.000 tonnes K_2O , R. BAHME, la C.E.A, et l'INSTITUT BATTELLE fixent celle-ci respectivement à 70.000; 74.000 et 54.000 tonnes K_2O . Si l'on applique un taux annuel de croissance de 10% pour l'Algérie,

on arrive à une consommation de 21.600 tonnes K_2O en 1974/75 et 34.800 tonnes K_2O en 1979/80 ; soit un total pour le Maghreb de 64.100 tonnes K_2O en 1974/75 et 105.800 tonnes K_2O en 1979/80.

En ce qui concerne les trois autres pays de la sous-région, il semble que ce qui caractérisera la décennie 1970, c'est une progression de la consommation d'engrais potassiques plus rapide que celle d'autres engrais. C'est ce qui ressort du Tableau ci-après reproduit d'une étude de la C.E.A. et intitulée "l'évolution des engrais chimiques en Afrique du Nord".

Consommation d'engrais potassiques prévue en
1970-1975-1980 : en tonnes K_2O

Pa y s	1970	1975	1980	Taux annuel
LIBYE	1.000	3.000	7.000	17,8%
R. A. U.	5.000	20.000	70.000	29,2%
S O U D A N	1.000	5.000	12.000	-
TOTAL	6.000	28.000	89.000	-
Rappel : Total Maghreb	42.800	61.500	99.000	-
Total sous-région: Afrique du Nord :	48.800	89.500	188.000	-

Ainsi sur une période de 15 ans, la consommation dans les deux parties de l'Afrique du Nord sera multipliée par plus de 400%. Mais on remarquera surtout -et pour autant que ces prévisions ne soient

pas trop optimistes- l'exceptionnel accroissement projeté dans la consommation de l'Egypte et de la Libye, dont le taux sera respectivement de 29,2% et 17,8%.

II) PRIX DE LA POTASSE AU MAGHRIB

L'Institut Batelle de Francfort aborde dans son étude le problème des prix et en fait une analyse détaillée pour chacun des pays concernés, examinant en outre les problèmes de distribution et de transport à l'intérieur des pays maghrébins ainsi que le marché d'exportation potentiel pour un produit potassique marocain. Les prix actuels sont résumés dans le tableau suivant :

Prix des engrais potassiques : En \$ U.S.
par tonne de KCl

P a y s	Prix CIF, dédouané Livraison en vrac		Prix distributeur livraison en vrac	
	Chlorures	Sulfates	Chlorures	Sulfates
A L G E R I E	29 à 33	2) 58	51	79,80
M A R O C	1) 42	2) 60	70	86 à 96
T U N I S I E	2) 45	2/3) 71	69	98

- 1) Qualité granulé
- 2) Qualité pulvérulente
- 3) Livraison en vrac

Il est à remarquer que ces prix établis sur la base d'un taux de change du \$ correspondant à l'année 1970 doivent être réajustés de 6 à 8% en moyenne pour tenir compte de la dépréciation de cette devise depuis cette date.

En ce qui concerne l'Algérie, le gouvernement aurait l'intention de supprimer la marge bénéficiaire de 7% et la taxe à la production de 10,5% ce qui devrait ramener normalement le prix distributeur livraison en vrac de 51 à 45 \$ pour les chlorures et de 79,80 \$ à 69,50 \$ pour les sulfates.

III) POSSIBILITES D'ECOULEMENT DE LA POTASSE MAROCAINE DANS LE MAGREB

Pour l'évaluation des possibilités de vente de la potasse marocaine en Algérie, l'étude Battelle retient deux considérations importantes :

1^o La consommation potentielle calculée sur la base de la superficie cultivée et les normes de fertilisation recommandées à l'Ha.

2^o Les objectifs industriels de production d'engrais du plan quadriennal (1970-1973), qui visent une production de 500.000 tonnes d'engrais complexes pour 1973 ce qui correspond à des besoins de potasse de 25.000 tonnes K_2O par an augmentées de 20.000 tonnes K_2O par an pour la fabrication de 200.000 tonnes d'engrais composés par mélange physique. Sur la base d'un taux de réalisation de ces prévisions compris entre 60 et 80%, il est estimé que les

besoins de l'Algérie seraient de 14 à 15.000 tonnes K_2O en 1972/73 ; 18 à 21.500 tonnes K_2O en 1975 et 28 à 37.500 tonnes K_2O en 1980.

La potasse marocaine est théoriquement bien placée pour couvrir les besoins en chlorure de potassium à des prix compétitifs. La potasse importée du Maroc pouvant bénéficier de la franchise des droits de douane, le prix CIF pourrait être de 5 à 10% au dessous du cours mondial. Le tableau ci-après indique les tonnages et les prix compétitifs départ Khémisset vers ce pays. Pour le chlorure de potasse à 60% K_2O , qualité pulvérulente ou granulée livraison en vrac, ce prix compétitif est compris entre \$ U.S. 18,50 et 20, le prix CIF actuel de 60% K_2O étant en Algérie de 31 \$ en moyenne.

En Tunisie, où le prix CIF est actuellement de \$ 45, le prix compétitif serait de 29 \$/tonne départ Khémisset.

Il reste enfin le marché marocain sur lequel l'état aura plus de possibilités d'intervention que sur les prix à l'exportation.

Pour le 60% K_2O livraison en vrac le prix CIF actuel est de 42 \$/tonne de matériel. C'est donc sur cette base que seront établis les prix de la potasse "nationale". Si l'on tient compte des taxes, frais de manutention, d'acconage etc... on arriverait à un prix de 51 \$/tonne livraison en vrac, soit plus du double du prix d'exportation vers l'Algérie, considéré comme compétitif.

En dépit de la chute du 40% K_2O dans le commerce mondial et de sa consommation dans le monde, l'Institut de Francfort envisage maintenant à lui la solution mixte qui consisterait pour le Maroc

à fabriquer du 60% et du 40%, ce dernier réservé en partie au marché local marocain. Il résulte de ses calculs que le 40% ne peut être compétitif à l'intérieur que s'il était offert 30% moins élevé que le 60%, c'est-à-dire offert à 26 \$/tonne départ Khémisset, livraison en vrac ou 43 \$/tonne livraison en sac.

DEBOUCHES POTENTIELS POUR LA POTASSE MAROCAINE

en

1 9 7 5

P A Y S	Quantités maximums		Qualité	Prix compéti-	Valeur totale
	Tonnes de K O	Tonnes de Matériel		tif départ Khémisset	
				U.S. \$/T	U.S. \$
ALGERIE	10.750	17.900	Chlorure de potasse 60% K O, pulvérulente ou granulée, vrac	18,50 à 20	332.000 à 358.000
TUNISIE	3.900	6.500		29	188.500
MAROC	23.200	38.600	Chlorure de potasse 60% K O, granulée ou pulvérulente, vrac	51	1.970.000
		ou 55.000	Chlorure de potasse à 40% K O, pulvéru- lente vrac ou sac		
<u>TOTAL</u>	37.850	63.000 et 55.000			2,5 millions environ

CONCLUSIONS

L'analyse de la situation actuelle du marché mondial de la potasse a révélé l'existence des faits et des problèmes importants suivants :

- La majeure partie de la production et des exportations mondiales de potasse et des engrais potassiques est d'origine nord-américaine et européenne (Allemagne de l'Ouest, France, Espagne) ; l'Allemagne de l'Est exportant plus vers les pays socialistes que vers la partie Ouest de l'Europe.

- La consommation mondiale d'engrais potassiques qui s'est accrue à un taux annuel moyen de 6,5% depuis 1962/63 est caractérisée par une diminution marquée des produits de faible teneur (20 à 45% K_2O) et une progression continue dans les plus de 45% K_2O et des engrais complexes.

- Par rapport au volume global de la consommation d'engrais (N,P,K) dans le monde, celui des engrais potassiques ne représente guère plus de 25%. Les rapports de consommation P_2O_5/N et K_2O/N montrent que le rôle des engrais azotés et des phosphatés reste prédominant.

Concernant les pays en voie de développement, et en dépit des difficultés qu'il y a à établir des rapports d'ensemble entre les éléments fertilisants, divers spécialistes ont suggéré un rapport entre N, P_2O_5 qui leur paraît souhaitable du point de vue agronomique. Il semble que la proportion finale entre ces trois éléments devrait être voisine de 1 : 1 : 1 ; mais cette ratio sous-estime peut-être le rôle que l'azote aura à jouer. D'après des prévisions effectuées par le Centre de développement de l'OCDE, sur la base de l'observation d'une poursuite modérée des tendances passées

jusqu'en 1970 avec une proportion relative de 3,5 : 1,75 : 1 ; la potasse devrait rapidement rattraper les autres éléments pour donner en 1980 la proportion 2 : 1 : 1.

- Bien que disposant de réserves importantes dont certaines font actuellement l'objet d'études d'exploitations, les pays d'Afrique, d'Asie et d'Amérique latine continuent d'intervenir sur ce marché en demandeurs.

Pour ce qui est des importations d'engrais potassiques, elles s'effectuent pour l'essentiel dans le cadre des échanges entre pays développés à économie de marché. Ceux-ci constituent en effet les principaux acteurs d'un bout à l'autre du circuit de commercialisation, c'est-à-dire aussi bien du côté de l'achat que de la vente d'engrais potassiques au point que les importations en provenance des pays en voie de développement (Israël, Congo Brazzaville, Espagne) constituent à peine 7% de leurs importations.

- Mais l'équilibre observé entre l'offre et la demande durant la période antérieure aux années 1964 - 1970 a été rompu par l'arrivée sur les marchés de nouveaux et importants producteurs.

- Bien plus, en raison de l'inexistence d'une organisation du marché mondial, l'offre potentielle continuera au moins jusqu'aux années 2000 d'exercer une influence négative sur les prix.

- Pour ce qui est des capacités, on constate un déséquilibre de plus en plus marqué entre l'accroissement des capacités de production et le taux de croissance de la demande des produits potassiques.

Si les mines européennes et américaines ont pu fonctionner en 1969/70 à 75% de leurs capacités en moyenne, ce n'est là qu'un phénomène exceptionnel né des restrictions du " Programme " Canadien et qui ont abouti en fin de compte à limiter à 45% l'utilisation des capacités dans la province du Saskatchewan.

Fait plus grave, pour les années qui viennent, des plans sont annoncés un peu partout dont certains sont déjà en voie d'achèvement qui visent soit à une extension des capacités installées, soit à créer de nouvelles capacités dans les pays producteurs, voire dans les pays qui ne sont pas à l'heure actuelle producteurs de potasse.

L'existence de ces excédents dans les capacités de production et le taux, somme toute modéré de la demande mondiale se traduisent naturellement par une dégradation des prix et une concurrence de plus en plus vive sur les marchés au point que des Sociétés ont été contraintes d'imaginer et de consentir des ristournes qui font approcher les prix réels de leur seuil de rentabilité.

Mais si le gouvernement d'OTTAWA persistera dans sa détermination à sauver la rentabilité de son industrie du Saskatchewan -et les résultats de son programme pour l'année 1970 ne peuvent que l'y encourager- contribuant par son programme de rationnement et de fixation de prix plancher à une régulation du marché de la potasse ; si cette action est poursuivie, il est probable qu'il en découlera un redressement plus sensible des prix et sur lequel devront s'aligner les exportateurs européens. Ces prévisions ont été confirmées récemment par Mr. TED BOWERMAN, Ministre des ressources minières du CANADA qui

déclarait : "Le Gouvernement suivra attentivement l'action des producteurs associés dans cette province (Le Saskatchewan) : une unité d'action est indispensable pour amener les producteurs des autres pays à réaliser qu'ils trouveront en face d'eux des concurrents plus dangereux s'ils ne consentent eux aussi à relever leurs prix à un niveau raisonnable, ou refusent de limiter leur production pour nous donner une part juste et équitable sur le marché mondial".

En ce qui concerne le Maghreb et sur la base des éléments préliminaires recueillis dans cette étude, le Maroc et la Tunisie peuvent envisager la production d'un volume de 150.000 à 200.000 tonnes K_2O par an. Mais s'il paraît éminemment souhaitable d'éviter la localisation de cette industrie-en raison notamment du degré de saturation du marché mondial- dans un seul des deux pays, il paraît non moins salubre d'explorer avec le maximum d'atouts les marchés voisins à l'Est de la sous-région d'Afrique du Nord (Libye, Egypte, Soudan), et les marchés potentiels de la méditerranée. Certes, il est probable que certains pays d'Europe pourraient constituer des marchés potentiels d'avenir pour la potasse maghrébine, mais en raison de leur éloignement et de la compétitivité des producteurs voisins, de la même région, les perspectives d'écoulement pour l'industrie maghrébine de la potasse dans la mesure où les facilités d'entrée y seraient accordées, semblent devoir se porter plus vers la sous-région d'Afrique du Nord que vers le continent européen.

Nous avons relevé aussi dans cette étude la faveur et le rôle que semblent devoir assumer les engrais complexes sur les marchés européens ; ce qui pourrait assurément constituer une orientation favorable pour les industries maghrébines des engrais chimiques.

- Enfin la partie technique de l'étude débouche sur une ébauche d'évaluation financière des projets d'exploitation des minerais potassiques de Sebkhah El Malah (Tunisie) et de Khénisset (Maroc) visant les investissements et les coûts de production. Ces informations devraient être reprises dans l'optique d'une étude de rentabilité et de problèmes de financement du projet. A cet égard, une définition précise des variantes de production et d'enrichissement ainsi que des critères de choix tant du point de vue de l'entreprise que de l'état devraient conduire à une appréciation plus approfondie de la rentabilité du projet.

1/5 BIBLIOGRAPHIE

- Organisation pour l'alimentation et l'Agriculture (F.A.O.).
Engrais : "Rapport annuel sur la production, la consommation, le commerce et les prix dans le monde" : 1969.
- Centre de développement de l'organisation de développement et de coopération économique (O.C.D.E.) :
 - "Les perspectives d'offre et de demande d'engrais dans les pays en voie de développement" : 1968.
- The British Sulfur Corporation :
 - "Phosphorus and potassium".
- TENNESSEE VALLEY AUTHORITY :
 - MAROC : "Rôle des engrais dans le développement agricole" : 1967.
- Nations Unies :
 - MANUEL des engrais : 1969
 - "Production, Technologie et utilisation des engrais" : documents présentés au cycle d'études interrégional : Kiev (U.R.S.S.) 24 Août - 11 Septembre 1965.
 - C.E.A. : "Etude sur l'évolution des engrais chimiques en Afrique du Nord" : 1969.
 - Industrialisation et productivité.
 - Directory of fertilizer production facilities : Part I, Africa : (New York 1970).

- Noyes Development Corporation :
R. Noyes : - Potash and potassium fertilizers : 1966.
- Institut BATTELLE de FRANCFORT : "Le marché de la potasse au Maroc et dans les pays voisins". (Francfort : Mai 1970).
- C.E.I.M. { R. BAHEE :
 { K. MUTAWA. " A study of fertilizer markets within
 { I. AYOUB. the maghreb countries (Tripoli 1969)
- R. BAHEE - K. MUTAWA - I. AYOUB : "A study of export Markets and the competitive situations for maghrebian fertilizers (Tripoli - 1970).
- Bureau of mines : United States département of the interior :
Potassium : a chapter from mineral facts and problems : 1970.
- The fertilizer society :
Progress and development in the extraction, refining and treatment of potash for use in the fertilizer industry - London 1967.
- Fertilizers News. (Revue mensuelle) : éditée par : The fertilizer Association of India - New Delhi.
- American Society of Agronomy :
V.J. Kilmer - S.E. Younts - N.C. BRADY.
"The Role of potassium in Agriculture" : 1963 Madison.
Viscon in U.S.A.

 TITRES ET RAPPORTS ELABORES PAR LES PAYS MAGHREBINS :

M A R O C :

Bureau de Recherches et de participations minières (B.R.P.M.) :

- Bilan des sondages de recherches de potasse effectués sur le bassin triasique de Khémisset : Tome I : Novembre 1964.
- Dite : Tome II : Janvier 1966
- Dite : Tome III : Octobre 1966
- Dite : Tome IV : Mars 1968
- Dite : Tome V : Octobre 1969
- Dite : Tome VI : Décembre 1969

- Le gisement potassique de Khémisset : Février 1965.
- Traitement du minéral sylvinitique de la région de Zemmour : Note n° 238. Décembre : 1964.
- Bassin de Khémisset : Note sur les résultats des derniers sondages : Février 1969.
- Traitement de la carnallite : Décembre 1963.
- Projet de recherche de potasse dans le bassin de Khémisset : Juillet 1970 par D.E. PROTZ.
- Harding, geological consultant report : special fund project in Morocco. Potash exploration in the Khemisset Basin. (P.N.U.D. Rabat 1968).
- Howard Goldsmith : Draft final report (P.N.U.D. - Rabat 1971).

REFERENCES :

Office National des mines :

MEREDJA : "Reconnaissance lithologique, géochimique et hydrogologique de la "Mkhat el Malah de Zarzis " Mars 1969.

- Société Tunisienne de Banque (S.T.B.) ; informations économiques : Gisements de sels de potasse du sud tunisien (Tunis-Décembre 1960).

- CEDES : Etude d'un complexe industriel dans le sud tunisien (1962).

- Polservice consulting Engineers : Mallahat al Barrigah salt deposit (Cracow - 1967).

UNITED STATES DEPARTMENT OF JUSTICE

ATLANTA

01072

(2 of 2)

RECEIVED BY TELETYPE
FEDERAL BUREAU OF INVESTIGATION

COMMUNICATIONS SECTION
MAY 11 1972



May 11 1972

CENTRE D'ETUDES INDUSTRIELLES
DU MAGHREB

POSSIBILITES DE PRODUCTION
DE LA POTASSE DANS LES PAYS MAGHREBINS :

P I E C E I I
ETUDE TECHNICO - ECONOMIQUE

Dr. H. GUYON C. GIBLING
Expert - Royaume Uni

Janvier 1972

Le présent document est extrait de l'étude :

POSSIBILITE DE PRODUCTION DE LA POTASSE DANS
LES PAYS MAGHREBINS

qui comprend les pièces suivantes :

PIECE I	Etude de Marché
PIECE II	Etude Technico-Economique
PIECE III	Annexes

Cette étude a été réalisée par le Centre d'Etudes Industrielles du Maghreb à la demande des Etats maghrébins .

Ont participé à l'élaboration de cette étude :

Dr. Marinus C. GEERLING
Expert des N.U.

Toufik ABID
Expert au CEIM

Abdelkader HARNAFI
Expert au CEIM

⁺ Le Centre d'Etudes Industrielles du Maghreb bénéficie pour une période de sept ans de l'assistance technique de l'Organisation des Nations-Unies pour le Développement Industriel (ONUDI), Vienne.

TABLE DES MATIÈRES

Page

Introduction		
Conclusions		
A. <u>Les Gisements pérocains de Potasse</u>		1
I. Caractéristiques		1
II. Détermination des réserves		1
III. Analyse du minerai		2
IV. Méthodes d'extraction		4
V. Coût d'extraction et investissements		6
.1 Frais d'extraction		7
VI. Traitement du minerai		8
.1 Généralités		8
.2 Traitement à froid		9
.2/1 Broyage		9
.2/2 Raffinage de la carnallite		9
.2/3 Atelier de traitement à froid		10
.2/4 Séchage et stockage		10
.2/5 Investissement		11
.2/6 Coût de production		12
.3 Raffinage du minerai par traitement à froid suivi de flottation		13
.3/1 Atelier de flottation		14
.3/2 Personnel		14
.3/3 Matières secondaires		14
.3/4 Investissements		15
.3/5 Frais de production		15
.3/6 Coût de production		15
.4 Raffinage par traitement à chaud suivi d'extraction à chaud et cristallisation		17
.4/1 Production de vapeur		17
.4/2 Extraction à chaud et cristallisation		18
.4/3 Investissement		19
.4/4 Personnel		20
.4/5 Frais de production		20
.4/6 Coût de production		20
.5 Raffinage par séparation à l'aide de liqueur dense		22
.5/1 Atelier de traitement à froid simplifié		23
.5/2 Atelier de traitement à liqueur dense		23
.5/3 Atelier de flottation de petites dimensions		23
.5/4 Investissements		24
.5/5 Personnel		24
.5/6 Matières secondaires		24
.5/7 Frais de production		24
.5/8 Coût de production		25
VII. Récapitulation sur les investissements		25

	<u>Page</u>
B.	Les Gisements tunisiens de potasse 27
I.	Caractéristiques 27
.1	Le Mallahat el Bariqah 27
.2	Le Chott Djerid 27
.3	La Sebkhah el Melah 28
II.	Détermination des réserves et possibilités d'extraction 28
III.	Analyse chimique de la saumure 29
IV.	Exploitation des saumures de la Mer Morte 31
.1	Procédé utilisé en Israël 31
.2	Procédé utilisé aux Etats-Unis 31
.3	Procédé pouvant être utilisé en Tunisie 32
.4	Investissements et coût de production 32
C.	<u>Production de sulfate de potasse</u> 34
I.	Introduction 34
II.	Procédés de fabrication 35
.1	Procédé Mannheim 35
.2	Procédé Hargreaves 36
.3	Procédé Climax 36
III.	Investissements 37
.1	Installation Mannheim 37
.1/1	Frais de production 38
.1/2	Coût de production 38
.2	Installation Climax 41
.2/1	Frais de production 41
.2/2	Coût de production 41
D.	Granulation du chlorure de potassium 42
I.	Investissements 42
II.	Frais de production 43
E.	<u>Granulation du sulfate de potassium</u> 44
I.	Investissements 44
II.	Frais de production 44
F.	<u>Atelier d'ensachage</u> 45
I.	Investissement 45
II.	Personnel 45
III.	Matières secondaires 46
IV.	Frais de production 46

	<u>Page</u>
G.	<u>Ensachage du sulfate de potasse</u> 47
H.	<u>Les produits secondaires</u> 48
I.	Introduction 48
II.	Récupération du chlorure de magnésium 48
III.	Récupération de l'oxyde de magnésium 49
IV.	Préparation du magnésium métallique 49
.1	Introduction 49
.2	Electrolyse de la carnallite 49
.3	Electrolyse du chlorure de magnésium 50
.4	Réduction thermique 50
I.	<u>Influence du transport sur le prix de revient: comparaison avec le prix CIF d'importation</u> 52
I.	Transport de Khémisset vers Alger et Tunis 52
II.	Transport de Zarsis vers Safi et Alger 53
III.	Transport de sulfate de potasse 54
J.	<u>Synthèse de l'étude</u> 55
.I.	Tunisie 55
II.	Maroc 55
III.	Sulfate de potasse 57
IV.	Remarques 58
.1	Consommation 58
.2	Amortissements 59
.3	Prix mondiaux 60
.4	"Cash-flows", production de 200.000 t 60
.5	"Cash-flows", production de 100.000 t 63
V.	Participations 63

Bibliographie

INTRODUCTION

Dans une première partie, nous avons essayé de cerner les problèmes posés par la commercialisation de la potasse à l'échelle internationale, où une surcapacité a vu le jour dans certains pays, entraînant une surproduction mondiale.

Dans cette seconde partie, nous étudierons l'aspect technique-économique de l'extraction et du traitement du minéral dans les deux pays maghrébins, Maroc et Tunisie, où des travaux de recherche ont été effectués ces dernières années.

La potasse se présentant sous des formes différentes dans chacun des deux pays, chaque cas fut examiné séparément.

Il semblerait qu'une installation devant produire 200.000 tonnes de K_2O par an serait une opération rentable dans la mesure où on pourrait exporter 100.000 tonnes.

D'autre part, les méthodes par flottation et lixivraison paraissent les plus indiquées pour le raffinage du minéral marocain.

Les calculs relatifs aux coûts d'investissement et de production ont été établis:

- à partir d'informations recueillies auprès de certains responsables;
- par analogie avec des installations existantes dans certains pays (Israël-Jordanie).

De ce fait, ces coûts ne sauraient être considérés comme définitifs, mais seulement approximatifs. Des appels d'offres auprès de constructeurs permettront de les déterminer d'une manière rigoureuse. Des études approfondies et détaillées seraient donc nécessaires, si le projet "potasse" serait retenu.

Cette étude a été inscrite au programme de travail du Centre pour l'année 1968, et n'a pu être réalisée qu'en 1971, à cause du recrutement tardif des experts.

CONCLUSIONS

I. Les gisements tunisiens, bien qu'ils ne soient pas encore analysés profondément, et arabes sont assez importants pour permettre une exploitation rentable.

II. Une étude technologique des gisements tunisiens, concernant les possibilités d'exploitation est en cours de réalisation, et permettra une fois achevée un calcul précis du coût de production de la tonne de KCl.

III. Le KCl à 40%, bien qu'il soit encore en vente en Allemagne et en Pologne, doit dorénavant être considéré comme démodé. M. Luyster serait pour la fabrication de ce produit. Nous ne pouvons être d'accord avec lui, car introduire sur un marché en pleine expansion un produit dont l'importance va en diminuant n'est pas raisonnable. En outre, ce produit ne se prête pas bien à la fabrication des engrais mixtes, les frais de transport sont nettement plus élevés que ceux du KCl à 60-62% en K_2O .

IV. Les méthodes de raffinage qui semblent les plus indiquées sont: la flottation et la séparation par lixivier dense, lesquelles conduisent dans le cas d'une production de 200.000 tonnes de K_2O par an au même coût de production:

 \$ 18,52 par tonne de KCl granulé
 contre \$ 20,71 (cristallisation)

et dans le cas de 100.000 tonnes de K_2O par an respectivement: \$ 22,19 et \$ 24,80.

Néanmoins, avant d'opter pour tel ou tel procédé il faudrait étudier en détail ces méthodes, et faire des essais au laboratoire.

V. Une production de K_2SO_4 suivant le procédé "Clinax" semble intéressante, dans la mesure où elle a eu lieu dans un grand centre industriel de produits chimiques capable d'absorber l'acide chlorhydrique (sous-produit). Le coût de production a été estimé à \$ 37,20- 38,70 par tonne granulée.

VI. Les sous-produits tels que: les sels de magnésium et le brome peuvent avoir des débouchés. Il semblerait

néanmoins que le marché mondial du brome est saturé par contre celui du chlorure de magnésium ne l'est pas.

Il est évident que l'on ne peut envisager une production de ces sels que si la production des produits potassiques s'avère être une opération rentable.

VII. Dans le cas d'une production de 200.000 tonnes de K_2O par an un bénéfice substantiel peut être réalisé (C 2.500.000). Ce bénéfice a été calculé sur la base d'une consommation locale et d'une exportation de 100.000 tonnes de K_2O chacune.

En effet il semblerait que les pays maghrébins pourraient consommer à partir de 1980 100.000 tonnes de K_2O par an; l'Egypte, le Soudan, et la Lybie, 90.000 tonnes; la Grèce et la Turquie, en raison de leur développement agricole peuvent constituer de nouveaux débouchés.

VIII. Des études détaillées des marchés d'exportations et de rentabilité doivent être entreprises, d'autant plus que le marché mondial des produits potassiques ne cesse de connaître des hauts et des bas. Une rechute des prix sera néfaste à la viabilité du projet.

A. LES GISEMENTS MAROCAINS DE POTASSE

I. Caractéristiques

Les gisements de potasse situés dans le bassin de Khémisset à l'est de Rabat ont été étudiés assez profondément. Les recherches furent effectuées par le BRPE en collaboration avec le projet de PND. La minéralisation potassique de Khémisset, examinée sur une surface de 500 km², contient trois zones que l'on peut décrire respectivement comme la zone sylvinitique située à l'ouest et au sud de la ville de Khémisset, la zone carnallitique à l'est et au nord, et la zone rinnéitique à l'est de la zone carnallitique.

La zone sylvinitique couvre une superficie de 400 km². Le minerai se trouve à une profondeur de 500 à 600 m. La couche a une épaisseur moyenne de 2,5 m., et la teneur moyenne est de 11% K₂O.

Les cristaux de sylvinite sont intimement associés à ceux de sel-gros, ce qui explique la précipitation simultanée. Parfois on trouve de la carnallite dans un pourcentage variant entre 1 à 9%, ce qui peut être très nuisible lors d'un traitement par cristallisation fractionnée.

Le gisement rinnéitique contient de la rinnéite (FeCl₂·3HCl·K₂Cl) mélangée à la sylvinite. La rinnéite a une teneur moyenne de 10,8% K₂O; à l'état pur cette teneur atteint 28,7% K₂O.

Le gisement carnallitique situé à l'est de Khémisset a une profondeur de 620 à 960 m, sur une distance de 5,5 km. Sa surface est de 26 km², et sa teneur moyenne est de 11,1% K₂O.

Deux autres gisements ont été étudiés, celui de Berrachid qui ne semble pas exploitable, et celui de Guercif qui paraît plus intéressant et qui fait l'objet actuellement de recherches nombreuses.

II. Détermination des réserves

Les réserves de sylvinite ont été évaluées à 18.000.000 de tonnes d'une teneur moyenne de 10,8% K₂O, soit 2.000.000 de tonnes de K₂O. Les réserves de rinnéite sont de 180.000.000 tonnes de 10,8% K₂O, soit 20.000.000 tonnes K₂O. Or, il n'existe pas actuellement de technique qui permet de raffiner la rinnéite. Le fer bivalent contenu dans ce minerai est oxydé par l'oxygène de l'air pendant les opérations. L'hydroxyde ferrique formé cause de grandes difficultés.

Les réserves de carnallite sont de deux sortes:

- les premières ont une teneur minimale de 8% en K_2O et moyenne de 9,8% en K_2O . L'épaisseur moyenne est de 4,54 m. Ces réserves ont été estimées à 240.000.000 de tonnes, soit 23.500.000 tonnes de K_2O .
- les secondes de teneur moyenne de 10,6% en K_2O ont une épaisseur minimale de 2 m. et une épaisseur moyenne de 3,24 m. Ces réserves ont été estimées à 162.000.000 de tonnes, soit 17.200.000 tonnes de K_2O .

On peut penser d'après ces chiffres que le seul gisement qui mérite d'être étudié plus profondément est celui relatif à la couche carnallitique.

III. Analyse du minerai

Le rapport BRPM ST598.0/04 Le Gisement potassique de Khémisset, donne des détails sur la nature des gisements carnallitiques. C'est un minerai assez friable, ce qui ne facilite pas son exploitation, fait d'ailleurs bien connu. D'autre part, la carnallite a une nature hygroscopique, ce qui exige des précautions, dans son exploitation.

Les gisements ne contiennent pas de marnes bitumineuses (comme dans le bassin d'Alsace). Donc pas de "coup de grisou". Les dégagements de CO_2 à partir du basalte sont peu probables, mais ne sont pas à exclure à priori. Les terrains de recouvrement sont peu aquifères et les risques d'infiltration d'eau sont très faibles. De plus les nappes épaisses supérieures de sels absorbent l'eau rapidement.

Au-dessus de la zone carnallitique il n'y a pas d'habitations, c'est une condition favorable à l'exploitation.

La carnallite de Khémisset est un produit qui, malgré sa teneur en K_2O assez faible, est relativement pur et ne contient que de très faibles quantités de sulfates (anhydrite et kieserite), d'argile, et d'oxydes ($Fe_2O_3 + Al_2O_3$).

Une composition type:

Carnallite	55,92%
Carnallite bronzée	0,24%
Sylvinite	2,37%
Halite	40,62%
Anhydrite	0,38%
Kieserite	0,34%
Acide insoluble	0,10%
R ₂ O ₃ / Al ₂ O ₃ - Fe ₂ O ₃	0,04%

Exprimée d'une autre façon:

KCl	17,6%
MgCl ₂	19,2%
NaCl	40,6%
Eau cryst.	21,8%
Anhydrite	0,36%
Kieserite	0,34%
Acide insoluble (argile)	0,10%
R ₂ O ₃ / Al ₂ O ₃ - Fe ₂ O ₃	0,04%

Citons à titre de comparaison qu'à Carlsbad aux Etats-Unis les réserves en K₂O à 22% en KCl sont estimées à 60-80.10⁶ tonnes et au Canada, 6,7.10⁹ tonnes de K₂O à 40% en KCl.

Ce sont surtout les proportions en sulfates et en argile qui sont les plus basses, 0,70% et 0,10% respectivement. En général, ce sont ces impuretés, qui, lorsqu'elles sont présentes en fortes quantités, gênent le raffinage, nécessitant des méthodes de raffinage compliquées et chères. De ce côté, la carnallite de Khémisset est un bon produit.

Des gisements de potasse ont été trouvés ces dernières années, notamment au Canada, au Congo, et en Angleterre avec des teneurs allant jusqu'à 30% K₂O, et les gisements carnallitiques qui contiennent des quantités importantes de sulfates et d'argile ne sont plus considérés comme des gisements intéressants.

Le minéral sylvinitique (KCl) est dur et compact, il donne d'assez gros blocs à l'abattage, et la foration est facile.

La sylvite (KCl) se présente sous des aspects variés: tantôt orangée, tantôt rouge sombre (nettement différent

du rouge carnallite, plus vif et souvent orangé), tantôt d'un blanc laiteux, opalescent ou nacré, parfois d'un gris sale, à reflets bleutés ou verdâtres. Elle n'est jamais massive et ne s'individualise pas en sillons presque purs, ce qui indique que la précipitation avait été simultanée. La taille de ces cristaux est variable: certains atteignent 5 mm. d'arrêt, mais la plupart du temps ils sont inférieurs à 1 mm.

Une certaine proportion de carnallite est en général présente dans les couches à sylvinite: parfois cette proportion est négligeable (inférieure à 1%); parfois elle atteint 8 à 9%, ce qui peut être attribué, lors d'un traitement par cristallisation fractionnée.

La rinnéite ($3 \text{KCl} \cdot \text{FeCl}_2 \cdot \text{NaCl}$), d'une teneur théorique de 35% en K_2O , (notamment rencontrée dans les ferrugés PKB2 et PFB3), forme de fines lamelles, de grains fins et nobles de rinnéite, de couleur jaune, à éclat adamantin, sont disséminés dans le sel blanc.

Quelles soient carnallitiques ou sylvinitiques, les conches de Khémisset sont remarquablement pauvres en lits argileux: les teneurs en insolubles et R_2O_3 sont en conséquence très basses (moins de 0,5%).

Des sondages ont été effectués par la BRHE, le bassin triassique de Khémisset fut découpé en 124 zones notées PZ, chacune d'elles fut analysée et la composition de la carnallite déterminée pour chaque zone et chaque profondeur.

Des exemples d'analyse relative aux côtes PZ1, PZ50, PZ75, PZ100, PZ124 figurent dans les annexes XXXVI et XXXVI bis.

IV. Méthodes d'extraction

La majorité de la potasse fertilisant utilisée dans le monde est produite par l'exploitation de gisements sous-terrains. Les méthodes d'extraction varient, suivant le type et la profondeur des minerais.

Deux méthodes sont utilisées:

a) Exploitation par puits

Dans le cas des gisements solides de sylvinite (KCl), de carnallite ($\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$), et de

langbéinite ($K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$), du type découvert, à une profondeur allant de 300 à 1.000 m. à Carlsbad (Etats-Unis), au Saskatchewan (Canada), en Allemagne fédérale, en France et ailleurs, les sels bruts sont récupérés par la méthode d'extraction minière appelée chambre et poteaux. Pour la récupération souterraine, les méthodes sont celles que l'on utilise pour l'extraction du charbon. Le minerai est retiré par des machines à action continue, et le transport souterrain du produit se fait par tapis roulant. Les équipements souterrains fonctionnent à l'électricité et les mines sont bien ventilées et entretenues. Le minerai primaire est remonté à la surface après concassage.

Dans des conditions normales, on récupère environ 60% du gisement, mais la proportion de récupération définitive peut être accrue jusqu'à 90%.

b) Extraction par solution

Au Canada, dans un gisement de sylvinite, la potasse est récupérée grâce à l'extraction par solution, lorsque la profondeur rend moins praticable la méthode traditionnelle d'exploitation par puits. L'eau est pompée dans le gisement de potasse solide par les forages. Elle fait dissoudre la potasse, et la solution est alors renvoyée vers la surface, où la potasse est récupérée par concentration et cristallisation. Puisque les couches de chlorure de potassium sont recouvertes de chlorure de sodium, et que ces deux éléments sont solubles dans l'eau, on a éprouvé quelques difficultés à obtenir une solution de potasse relativement pure. Ce problème aurait toutefois été résolu par l'injection d'une couverture de gaz naturel qui repose sur le gisement de chlorure de potasse, de façon à empêcher la dissolution excessive de chlorure de sodium.

Dans le Maroc, des deux procédés d'extraction, le seul indiqué semble être le premier du fait de la profondeur des gisements qui ne dépasse pas 1.000 m., et surtout parce qu'il s'agit d'une couche carnallitique.

./dans

4.7. Coût d'extraction et investissements

Le coût de ces opérations dépend, en particulier, des facteurs suivants:

- a) la profondeur à laquelle est situé le gisement;
- b) la nature des formations souterraines à traverser;
- c) l'épaisseur des dépôts de pétrole;
- d) la situation et l'accessibilité de la mine.

Il est évident que les coûts de la mine en elle-même s'effectuent sur une partie du minerai extrait, pendant une période de plusieurs années. Ainsi, l'investissement fait de l'investissement ne représentent qu'une faible fraction du coût du minerai. Les conditions de mines réduisent considérablement le coût du minerai obtenu.

La teneur en pétrole du minerai est un facteur significatif dans le coût de la pétrole récupéré. A Carlsbad, où l'analyse typique du minerai moyen s'élève à 18% en H_2O , et où le coût du minerai à la sortie de la mine, taxes, redevances, etc. par exemple, est d'environ \$2,20 par tonne, la quantité de minerai nécessaire pour produire une tonne de H_2O à 60% est d'environ \$8,10.

À Sackettawan, les dépôts se situent à une profondeur de 1.000m., par rapport à 300m. à Carlsbad. De plus, les difficultés dans la forage des puits occasionnés par les formations soulevées, entraînent des coûts de mise en valeur cinq ou six fois plus élevés qu'à Carlsbad. Cependant, les réserves de Sackettawan sont énormes, et les filons plus épais qu'à Carlsbad. On estime qu'en dehors des redevances, coûts d'amortissement, etc., le prix du minerai à la sortie sera d'environ \$2,60 par tonne. Puisque l'analyse du minerai indique la présence de 26% de H_2O , 2,5 tonnes de minerai seulement sont nécessaires pour produire une tonne de H_2O à 60%. Si on estime le coût d'extraction à \$2,60 par tonne, le prix du minerai s'élève à \$4,80 par tonne de produit.

Pour déterminer les frais d'investissement nécessaires à l'équipement de la mine on devrait:

- déterminer les spécifications techniques du matériel;
- contacter les constructeurs des machines pour déterminer le coût de cet équipement.

Le projet n'étant qu'à sa phase préliminaire on s'est contenté de deux sources d'informations actuellement à notre disposition:

- le rapport de Monsieur Dayster, effectué en 1968;
- le rapport de Monsieur Howard-Goldsmith, chargé du projet Khérisset en cours d'exécution.

Les estimations effectuées dans ces deux rapports et qui d'ailleurs se recoupent, s'élèvent à \$5.000.000 pour une extraction de 1.240.000 tonnes de minerai, nécessaires à la production de 100.000 tonnes de K_2O .

La mine sera équipée de deux puits; l'évaluation des investissements sera:

- travaux d'ouverture de la mine	
- travaux souterrains	
- équipement de la mine	\$2.000.000
- construction de deux puits	
- monte-charges	<u>3.000.000</u>
soit au total	\$5.000.000

Si l'on envisage l'extraction d'une quantité doublée de minerai les frais d'investissement n'augmenteront pas considérablement; les monte-charges peuvent être d'une plus grande capacité. Dans ce cas on peut estimer que les investissements s'élèveront à \$5,5 millions.

D'autre part, du fait de l'importance des réserves en K_2O (17.200.000 tonnes) cette extraction est tout à fait concevable pour une production de 100.000 tonnes de K_2O . Avec un rendement moyen de raffinage de 75% les réserves dureront 130 ans et 65 ans pour production double.

1. Frais d'extraction

En se basant sur les travaux précédents effectués par l'équipe du PNUD (M. Howard-Goldsmith), on peut évaluer les frais d'extraction pour une tonne de minerai:

- pour une production de 100.000 à \$2,00, dont \$0,50 pour l'amortissement des investissements;
- pour une production de 200.000 tonnes/an K_2O à \$1,75, dont \$0,45 pour l'amortissement des investissements.

A.VI. Traitement du minerai

.1 Généralités

Le raffinage des carnallites dépend beaucoup de la nature de leur composition, de sorte qu'il n'est pas possible de donner des généralités sur les procédés selon lesquels le raffinage devrait avoir lieu. On commence toujours par éliminer les sels de magnésium et les sulfates, le plus souvent par une ou plusieurs cristallisations à chaud.

En effet le raffinage des carnallites devient difficile et compliqué lorsque le minerai contient des sulfates, par exemple: l'anhydrite, $CaSO_4$ (2-5%); la kieserite, $MgSO_4.H_2O$ (15-17%); la kainite, $K_2SO_4.MgCl_2.6H_2O$; la schoenite, $K_2SO_4.MgSO_4.6H_2O$, etc. Seul le raffinage des carnallites à basse teneur en sulfates et en argile sont soumis à des procédés simples.

L'un de ces procédés utilisé à Salzdettfurth (Allemagne) réside dans le traitement à froid d'un minerai à basse teneur en argile et en sulfates. Ce procédé serait utilisable donc pour le raffinage du minerai carnallitique de Khérisset.

Quatres procédés peuvent être utilisés:

- traitement à froid;
- raffinage du minerai par traitement à froid suivi de la flottation;
- raffinage par traitement suivi d'extraction à chaud et cristallisation; et enfin
- raffinage par séparation à l'aide de liqueur dense.

Dans ce qui va suivre nous allons décrire séparément chacun de ces procédés, et calculer pour chacun d'eux le prix de revient de la tonne de K_2O .

VI.2 Traitement à froid

Bien que le traitement à froid ne donne pas à la chlorite la même teneur en Li_2O que le traitement à 600°C en H_2O , il est utile de donner une description détaillée de cette méthode parce qu'elle fait partie des traitements expérimentés proposés pour le raffinage du minéral de Rhéinrat. Ce procédé comprend les opérations suivantes: le broyage, le séparateur à vent, le traitement à froid, la filtration, et le séchage (voir fig. 1).

Pour produire une production annuelle de 100.000 tonnes de Li_2O et en supposant un rendement de 75-78%, il sera nécessaire de traiter 1.240.000 tonnes de minéral brut.

En supposant donc que l'usine fonctionne 330 jours par an, la production annuelle à partir de 3.750 tonnes de minéral est de 300 tonnes Li_2O . La production par jour sera de 12,5 tonnes Li_2O à partir de 157 tonnes de minéral.

.2/1 Broyage

Plusieurs types de broyeur sont utilisés: broyeur du type Retater Mill, ou du type à barres. Les broyeurs doivent être équipés de tapis à haute fréquence, car ils ont une grande capacité et sont peu sensibles à l'humidité, ce qui est un avantage vis-à-vis le traitement hygroscopique de la carnallite.

Le premier tapis haute fréquence est précédé d'un tapis à secousses sur lequel le minéral brut est traité pour être débarrassé des grands morceaux. Le deuxième tapis Rhewan est également équipé d'un tel tapis. Les tapis, et surtout le broyeur, produisent de la poussière, récupérée en incorporant dans le système une dépression. La fig. II donne la description d'un atelier de broyage, l'annexe I les prix de ces éléments.

.2/2 Raffinage de la carnallite

Le raffinage peut être effectué à l'aide d'un séparateur à vent; on a pu concentrer le minéral jusqu'à obtenir 30% de carnallite, avec un rendement de 90% (EFSW). Des recherches faites au laboratoire de l'institut de Gliwice (Pologne) ont donné des résultats similaires. Il faut, cependant, étudier avec précision les conditions dans lesquelles s'effectuent le raffinage, le broyage,

et la granulométrie. La perte en potasse dans le raffinage est de 8-10% et les frais d'une installation de broyage sont indiqués dans l'annexe II.

.2/3 Atelier de traitement à froid

Les chiffres sur lesquels nous nous sommes basés pour la suite des calculs sont ceux donnés par Howard-Goldsmith, car ils sont les plus récents. La teneur en K_2O est prise égale à 10,8%. Dayster donne 9%, et le BRPM 11,2%.

La quantité de KCl pure produite à partir de 61,5 tonnes de minerai sera de 14,4 tonnes (9,8 tonnes K_2O). Il y a donc une perte de 10%. Cette quantité de KCl peut être récupérée en concentrant les eaux-mères du traitement à froid.

La carnallite ainsi obtenue peut être ajoutée aux produits soumis au traitement à froid. Des recherches précises doivent être faites avant la discussion des résultats et des frais d'un tel procédé. La possibilité notamment de vendre le chlorure de magnésium cristallisé devrait être envisagée sérieusement.

L'atelier de traitement à froid contient des agitateurs des tapis courbés DSM agissant comme classificateurs, et des hydrocyclones. Des produits granulaires sont traités de nouveau à l'aide d'une essoreuse type Bird, qui permet le lavage des cristaux. Pour le prix d'un tel atelier, voir annexe III, fig. III.

.2/4. Séchage et stockage

Pour le séchage des produits provenant de la centrifugeuse Bird on peut se servir soit d'un séchoir à tambour, soit d'un séchoir à lit fluidisé. Ce dernier a l'avantage d'être compact et économique.

Le produit sortant du séchoir sera transporté à l'aide d'un camion jusqu'au bâtiment de stockage prévu pour cet effet et dont les dimensions sont: 40 x 15 x 6m. Pour le manœuvre et le chargement du produit, deux pelles mécaniques Volvo, ainsi qu'une bascule à camions sont prévues. Les annexes IV et V donnent les prix de ces éléments.

2/5. Investissement

Les annexes I-V donnent les détails sur l'équipement, les prix, et les consommations spécifiques nécessaires au fonctionnement.

L'annexe VI contient les détails des frais calculés pour les équipements précédents et le calcul des frais supplémentaires tels que l'impôt, l'électricité (câblage, distribution, coût d'usage, etc.) travaux civils, frais d'entretien, frais de transport et de location.

Les investissements s'élèvent à \$1.797.860 pour une raffinerie d'une capacité de 100.000 t/an de K_2O par an.

L'investissement pour l'installation d'une raffinerie d'une capacité est calculé par la formule:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{C_1}{C_2} \right)^{0,7}$$

Pour une capacité double l'investissement est multiplié par le facteur:

$$\left(\frac{2}{1} \right)^{0,7} = 1,624$$

Pour 100.000 tonnes K_2O	\$1.797.860
et pour 200.000 t/an de K_2O	\$2.920.000

2/6. Personnel

Le personnel nécessaire au fonctionnement des installations de raffinerie est indiqué dans l'annexe VII. Les frais pour les salaires ont été fournis par l'Administration provinciale. Comme l'outil industriel parvient par voie d'importation depuis 1968, on utilisera les chiffres présentés dans le rapport Dupster (voir annexe VII). Les frais de personnel s'élèvent à \$235.766 par an pour une production de 100.000 tonnes K_2O par an, et à \$250.716 par an pour une production de 200.000 tonnes K_2O .

2/7. Frais de production

L'installation a une puissance électrique de 1063 KW. Si elle fonctionne 330 jours, donc 7920 heures, la consommation sera de 8.419.000 KWH/an. Le KWH vaut \$0.016, le total s'élève à \$151.560.

Le seul appareil chauffé est le sécheur qui sera alimenté par 6,5 litres de gazout lourd (Pauk 25) à 9.500 kcal le litre. Le tonnage annuel de gazout pour une production de 200.000 tonnes K_2O sera de 1.560 m³ = 1.500 tonnes de gazout. Supposons un prix de 24,00 par tonne, les frais totaux seront de 36.000; les frais de l'énergie représentent la situation locale. On peut estimer une consommation d'énergie de 50.000 kWh à 30,05/3, soit 25.000. L'investissement des produits résiduaires sera de 25.000.

L'entretien étant égal à 5% de l'investissement total, la dépréciation à 10%, la bonification de l'intérêt de capital d'investissement à 0, les frais divers à 10%, et la rubrique prévue à 5%, le tout s'élevait à 370.000, soit 1,79 par tonne K_2O . L'annexe VIII donne les détails pour une production de 100.000 tonnes de K_2O , et l'annexe IX pour une production de 200.000 tonnes K_2O par an. La valeur au coût d'investissement s'élevait à 1.470.000, soit 7,35 par tonne de K_2O produite.

2/8. Coût de production

Si l'on évalue les frais d'extraction à 2,00 par tonne de minerai, la production de 100.000 tonnes/an de K_2O par un prix par tonne de K_2O serait de 23,75 en supposant un rendement de raffinage de 78%. Les chiffres correspondants à une production de 200.000 tonnes de K_2O par an seront respectivement de 20,77 par tonne de minerai et de 28,12 par tonne de K_2O (rendement 78%).

En résumé: pour une production de 100.000 tonnes K_2O /an:

frais de minerai	23,75
frais de production	1,79
	25,54

et pour 200.000 tonnes K_2O /an:

frais de minerai	20,77
frais de production	7,35
	28,12

Remarque: il faut rappeler que ce procédé conduit à un produit d'une teneur assez faible en K_2O , en conséquence il ne sera pas utilisé; néanmoins, il présente certains éléments utiles à une amélioration future.

Etude de la réaction de l'acide chlorhydrique avec le chlorure de calcium

Le chlorure de calcium anhydre est un sel blanc cristallin soluble dans l'eau. Il est obtenu par action de l'acide chlorhydrique sur le carbonate de calcium. On le purifie par cristallisation successive.

Il réagit avec l'acide chlorhydrique en solution aqueuse pour former le chlorure de calcium et l'hydrogène. On utilise cette réaction pour la préparation de l'hydrogène pur.

Le chlorure de calcium anhydre est obtenu par cristallisation successive de sa solution aqueuse saturée. On le purifie par cristallisation successive.

Le chlorure de calcium anhydre est obtenu par cristallisation successive de sa solution aqueuse saturée. On le purifie par cristallisation successive.

Le chlorure de calcium anhydre est obtenu par cristallisation successive de sa solution aqueuse saturée. On le purifie par cristallisation successive.

Le chlorure de calcium anhydre est obtenu par cristallisation successive de sa solution aqueuse saturée. On le purifie par cristallisation successive.

Le chlorure de calcium anhydre est obtenu par cristallisation successive de sa solution aqueuse saturée. On le purifie par cristallisation successive.

.3/1. Atelier de flottation

Dans cet atelier trois groupes de cellules de flottation sont prévus. Un groupe principal qui contient huit cellules des groupes secondaires et tertiaires qui se trouvent par trois de chaque. Les cellules du type Denver (43' x 43') sont utilisées avec succès dans plusieurs ateliers de raffinage de potasse.

En outre, l'installation contient un thickener, un tambour à courbe DSM avec hydrocyclone, un tambour à vis, une aspirante Bird, et un filtre à vide à tambour continu du type Oliver, les pompes, les compresseurs, etc.

L'annexe X donne les prix d'un tel atelier et son coût en dollars.

.3/2. Personnel

Le personnel pour un atelier de flottation est peu réduit, un ou deux ouvriers qualifiés suffisent pour la surveillance de fait de la suspension de raffinage à l'air. Il suffira d'ajouter quelques ouvriers qualifiés au personnel utilisé dans le traitement à froid (annexe VII); les frais s'élèveront alors à \$243.446 pour un usinier produisant 100.000 tonnes de K_2O et à \$268.396 pour 200.000 tonnes K_2O .

.3/3. Matières secondaires

Les réactifs de flottation sont des chlorures de métaux dérivés des acides gras comme le non-n-octyl cyclamine. Ils sont généralement utilisés en faibles quantités (200 gr. par tonne de produit final). La quantité exacte de ces réactifs dépend largement de la nature des produits à flotter, et surtout, de la quantité de matière argileuse contenue dans le minerai. Le minerai carnallitique de l'hémisphère, contenant une quantité négligeable, ne consomme qu'une petite quantité de réactifs. La quantité exacte et la nature spécifique de ces réactifs ou d'un mélange de ces produits doivent être le sujet d'une étude spécialisée. Cependant, on peut considérer 200 gr. par tonne KCl comme quantité acceptable. Les frais totaux de ces réactifs de flottation, s'élèvent à \$1,00 le kilogramme et pour une production annuelle de 160.000 tonnes de KCl (100.000 tonnes K_2O) à \$32.000.

La consommation d'eau d'un tel procédé dépendra du recyclage. Généralement la flottation est faite dans une suspension contenant 33% de matières solides.

En supposant un rendement de 60%, il faudrait produire 1,667 tonnes de produit par tonne de minerai, en estimant le coût à 50,05, les frais s'élevèrent à 114.000. Comme il s'agit de sécher un produit d'une teneur de 60% en K_2O au lieu de 40, c'est dans le premier procédé, 100 tonnes de minerai suffisent.

3/4. Investissements

Les frais totaux d'investissement d'une usine de flottation qui produit 100.000 tonnes de K_2O ou 160.000 tonnes de KCl (60) par an, sont présentés dans l'annexe XI. Les coûts s'élèvent à 2.161.250 et à 3.510.000 dans le cas d'une production de 200.000 tonnes de K_2O (facteur 1,622).

3/5. Prix de production

L'installation d'une puissance électrique de 1.470 KW et en prévoit 330 heures de fonctionnement, soit 7.920 heures.

L'entretien, l'assurance, et l'intérêt sont pris compte respectivement à 5%, 10%, et 6% de l'investissement. Il faut ajouter 10% pour les frais divers et environ 5% d'impôts. L'annexe XII donne les détails pour une production de 100.000 tonnes de K_2O , les coûts s'élèvent à 2.181.000, soit à 11,81 par tonne de K_2O produit.

L'annexe XIII donne les détails pour une production de 200.000 tonnes K_2O par an. Les frais totaux sont alors de 3.180.000, soit 39,03 par tonne de K_2O .

3/6. Coût de production

Si l'on suppose un rendement de raffinage égal à 80% (recherches de Gliwice), les frais des minerais sont respectivement de \$23,14 par tonne et de \$20,25 par tonne pour 100.000 et 200.000 tonnes de K_2O .

En résumé: pour une production annuelle de 100.000 tonnes de K_2O

Frais des minerais	\$23,14
Frais de production	11,81
total	<u>\$34,95</u>

pour une production annuelle de 200.000 tonnes de K_2CO_3

Frais de démarrage	220,28
Frais de production	<u>9,03</u>
total	<u>229,31</u>

.4. Raffinage par traitement à froid, suivi l'extraction à chaud et de cristallisation

Le produit provenant du traitement à froid (le NaCl_2 ayant été éliminé) peut être concentré par un processus de cristallisation. Le produit, qui essentiellement ne contient que du NaCl et du KCl dans une proportion de 2:1 ou 2,3:1, est traité avec une solution saturée de NaCl et de KCl à froid. Le mélange est alors chauffé, comme le KCl est plus soluble à haute température qu'à basse température alors que la solubilité du NaCl est pratiquement indépendante de la température. Il suffirait de refroidir la solution pour recueillir le KCl , le NaCl restant en solution.

Les cristaux de KCl qui ont généralement un titre de 61,5%, sont séparés à l'aide d'un filtre en tôle d'une passerelle et les eaux-mères saturées de NaCl et de KCl , sont recyclées après avoir été chauffées de nouveau. Une installation pour la production d'une vapeur de basse tension est nécessaire. Une solution saturée en KCl en présence de NaCl à une température de 100°C contient 358 gr. de KCl et 257 gr. de NaCl par litre (fig. V, d'après Precht et Wittien).

Une production de 470 tonnes de KCl par jour exige 1.350 m^3 d'eau. Cette quantité, bien qu'elle ne représente pas la consommation exacte d'eau (à cause du recyclage), doit être chauffée de 20° à 100°C , ce qui demande environ 120.10^6 Kcal par heure, soit 10 tonnes de vapeur par heure. Cependant une installation moderne de cristallisation permet d'économiser de la chaleur, celle de Swensen par exemple réduit la consommation de la vapeur de 50%; néanmoins, si l'on considère les nombreuses pertes, les "start-ups", il faut prévoir des chaudières capables de produire 10 à 12 tonnes de vapeur par heure.

.4/1. Production de vapeur

Pour la production de vapeur à basse tension, il existe des unités préfabriquées qui contiennent tous les éléments nécessaires à cette production: chaudière, brûleur-automatique, ventilateur, pompes d'alimentation, appareils de sécurité, chauffage du carburant, etc. Un tel système "Steambloc" (licence Babcock-Wilcox) est fabriqué dans plusieurs pays, en Europe, en Amérique, et en Australie. Le type "Steambloc" SB 1200/10 a une capacité de 12 tonnes de vapeur à 10 atm par heure. Une telle chaudière consomme au maximum environ 0,9

tonnes de fuel par heure. La consommation moyenne horaire serait d'environ 0,65 tonne, soit 5.200 tonnes par an. Une cheminée en tôle doit être ajoutée, ainsi que des dispositifs d'accouplement, de distribution de la vapeur, du carburant, pompes, etc.

L'alimentation de la chaudière dépend de la qualité de l'eau, ainsi que de la nature des procédés. Il faut que l'eau d'alimentation soit alcaline jusqu'en dessous de 1° de dureté. Un système d'alimentation de carbonate de sodium, et/ou de chaux et éventuellement de tri-phosphate de sodium doit alors être prévu. Ne connaissant pas la nature des eaux de la région de Khémisset, il est difficile d'avancer des données précises. Cependant le prix d'une telle installation ne dépassera pas 39.000. L'annexe XIV donne les détails d'une station à vapeur, et son prix de revient s'élève à 685.000.

.4/2. Extraction à chaud et cristallisation

Le produit provenant du traitement à froid contient essentiellement du NaCl et du KCl dans le rapport 2:1 à 2,3:1; il est comparable à de la sylvinite naturelle.

L'extraction d'un tel produit peut être effectuée sans difficultés même quand le rapport NaCl:KCl est de 5:1. Il suffira pour cela de réaliser l'extraction dans des cuves munies d'agitateurs et de serpentins à vapeur permettant le réchauffement de la solution.

Une solution saturée en KCl en présence de NaCl à 100°C contient 359 gr. de KCl et 257 gr. de NaCl dans 1.000 gr. d'eau et à 10° elle contient 125 gr. et 297 gr. respectivement. En refroidissant cette solution jusqu'à 10°, on peut recueillir 204 gr. de KCl. Pour 160.000 tonnes de KCl, 500.000 m³ d'eau sont nécessaires; néanmoins un recyclage de 80% exige 100.000 m³ d'eau par an. (voir fig. V).

L'extraction est effectuée à contre-courant, et pour séparer la phase solide de la phase liquide après traitement dans chaque cuve, un tapis courbé DSM est prévu (voir fig. VI).

.4/4. Personnel

De fait que dans ce procédé, il y a une extraction de charbon suivie d'une cristallisation, le personnel devra être augmenté. L'appareil "Swenson" exige deux ouvriers qualifiés et la production de la vapeur en exige un, mais le fait que l'atelier de raffinage à vent qui demandait un ouvrier qualifié est supprimé, deux postes d'ouvriers qualifiés doivent être ajoutés, soient huit ouvriers en raison du fonctionnement continu (voir annexe VII). En outre, l'entretien sera plus étendu vu la nature et les dimensions des appareils nécessaires, et exigera quatre techniciens. Les frais de personnel seront alors de:

8 ouvriers qualifiés à \$1920	\$15.360
4 techniciens à \$3840	15.360
	<u>\$30.720</u>

et le montant des salaires deviendra; pour une production de 100.000 tonnes:

$$\$235.766 + \$30.720 = \$266.486$$

et pour une production de 200.000 tonnes K_2O :

$$\$260.716 + \$30.720 = \$291.436$$

.4/5. Frais de production

La puissance électrique nécessaire à une production de 100.000 tonnes est de 1.900 KW. Pour une production double, il suffirait de multiplier par le facteur 1,6. Par contre une plus grande quantité de mazout devra être utilisée: 6.300 tonnes environ.

Les dépréciations, les entretiens, et les intérêts du capital d'investissement sont calculés comme précédemment. Les annexes XVII et XVIII en donnent les détails.

Pour une production annuelle de 100.000 tonnes de K_2O la somme s'élève à \$1.686.400, soit \$16,86 par tonne de K_2O et à \$2.646.400, soit à \$13,23 par tonne de K_2O pour une production de 200.000 tonnes.

.4/6. Coût de la production

Le prix de revient est calculé comme précédemment: les frais s'élèvent respectivement à \$23,14 et \$20,25 la tonne. A ces frais, il faut ajouter les frais

∠ des minerais

Production: 316,66 at 313,24, total: 101:

345,00 per tonne, pour une production de
100.00 tonnes
333,48 per tonne, pour une production de
200.00 tonnes.

.5/1. Atelier de traitement à froid au lignite

Le produit broyé entre dans les cuves de traitement où il subit le cycle de transformation de la Merit. Seul le filtrage est supprimé. Les éléments nécessaires à cet atelier, sont présentés dans l'annexe III. Il faudrait néanmoins supprimer un concasseur Bird, \$ 72.500; un thickener, \$ 23.500; deux papas, \$ 2.400; un Redler, \$ 3.000; \$ 1.000 pour les rails de pontons, ainsi qu'un \$ 11.500 d'hardware. Le montant restante est de \$ 30.000.

.5/2. Atelier de traitement à lixivier lignite

St. Liecarbon K.V. a établi un prix global pour la production de 200.000 tonnes de K_2O , l'attribution de prix, il serait de \$ 1.380.000. Une installation pour 100.000 tonnes de K_2O par an coûterait \$ 80.000. L'installation de flottation est présentée ci-dessous.

Nous avons refait le calcul pour notre système et trouvé que le prix des éléments nécessaires à cet atelier revient à \$ 218.000 (production de 100.000 tonnes de K_2O par an) auquel il faut ajouter le coût d'une essoreuse, d'un appareil qui transporte le produit jusqu'à l'atelier de séchage et d'un appareil pour le transport des "résidus". Ces trois éléments coûtent :

essoreuse Bird	\$ 72.500
courroie de 20 m.	3.500
courroie de 10 m.	14.000
	<u>\$ 90.000</u>

Le montant total reviendrait à :

$$\$ 218.000 - 90.000 = \$ 308.000$$

.5/3. Atelier de flottation de petites dimensions

En utilisant les chiffres de l'annexe X et le tableau de chapitre (A.VI.2/5) on peut calculer approximativement le prix d'un petit atelier de flottation. Supposant que 15% de la quantité totale doit être soumise à la flottation, le coefficient de réduction sera :

$$\left(\frac{100}{15}\right)^{0,7} = 3,773$$

et le prix des éléments pour un petit atelier de flottation sera de

$$\frac{236.000}{3,773} = \$ 62.500$$

.5/4. Investissements

Le total des investissements pour une installation de séparation à liqueur dense est de \$ 2.186.650 pour une production de 100.000 t de K2O par an, l'annexe XIX donne les détails.

Les frais d'investissement pour une usine de 200.000 K2O par an se calculent en utilisant le coefficient 1,624. Les frais s'élèveront à \$ 3.551.200.

.5/5. Personnel

Le fonctionnement d'un atelier de séparation à liqueur dense y compris celui de flottation, exige deux ou trois **postes** d'ouvriers qualifiés. L'atelier à froil est simplifié. Le personnel sera composé de 64 hommes (comme dans le cas du traitement pour flottation) les frais s'élèveront à \$ 243.446 pour une usine de 100.000 tonnes K2O par an et à 268.396 pour une usine de 200.000 tonnes K2O par an.

.5/6. Matières secondaires

Une partie de la magnétite utilisée se perd au cours des opérations, 0,75 Kg/t environ est consommée. 4.800 tonnes de magnétite seront utilisées pour une production de 100.000 t de K2O/an. Comme le prix de la tonne est évalué à \$ 5,55, le montant total s'élève

	à 26.640 \$	(100.000t/an)
	et à 53.280 \$	(200.000t/an)

Les frais des réactifs pour le traitement de flottation sont évalués à 15% des frais calculés en (A.VI.3/3) soit 15% de \$ 32.000 = \$ 4.800 pour une production de 100.000 tonnes de K2O par an et \$ 9.600 pour la quantité double. La consommation d'eau est pratiquement la même que pour le traitement à froid (A.VI.2/7) mais pour les traitements de séparation utilisés il est nécessaire de l'augmenter de 20%. Les frais de l'eau s'élèveront respectivement à \$ 30.000 et \$ 60.000 pour les productions : 100.000 t et 200.000 t/an.

.5/7. Frais de production :

La puissance électrique exigée est de 1.500 KW et on prévoit 330 jours de fonctionnement soit 7920 heures.

1500 tonnes de fuel lourd par an sont nécessaires pour le séchage du produit final. Les annexes XX et XXI donnent les détails pour une production annuelle de 100.000 et de 200.000 tonnes de K_2O .

Les frais de production s'élèvent à \$ 1.161.000 par an pour la production de 100.000 tonnes de K_2O par an, soit \$ 11,81 par tonne de K_2O ; et à \$ 1.882.300 par an, soit \$ 9,41 par tonne de K_2O pour une capacité de 200.000 tonnes de K_2O par an.

5/c. Coût de production

Les frais de minerai brut provenant de la mine ayant déjà été calculés (A.VI.2/8) à \$ 23,14 et \$ 20,25 pour des productions de 100.000 et de 200.000 tonnes de K_2O . Ajoutant à ces chiffres les frais de production on arrive au prix de revient de la tonne de K_2O :

$$\begin{aligned} & \$ 23,14 + \$ 11,81 = \$ 34,95 \text{ pour } 100.000 \text{ t } K_2O \\ & \$ 20,25 + \$ 9,41 = \$ 29,66 \text{ pour } 200.000 \text{ t } K_2O \end{aligned}$$

A.VII. Récapitulation des investissements

L'annexe ci-dessous donne les investissements nécessaires relatifs à chaque procédé pour la production de 100.000 tonnes et 200.000 tonnes de K_2O par an (voir annexes XI, XVI, XIX, et XXIX).

	100.000 t K ₂ O/an		200.000 t K ₂ O/an			
	Système de raffinage		Système de raffinage			
	Flot- tation	crystal- lisation	li- queur dense	flott- ation	crystal- lisation	li- queur dense
Équipement x \$ 100 000	948	1.642	963	1.539	2.566	1.539
Bâtiments, terrains travaux civils	494	670	498	800	1.088	800
Montage	175	279	177	284	453	284
Engineering	88	139	89	142	225	142
Droits de licence	134	198	134	217	321	217
Frêts de transport	105	167	106	176	271	176
Imprévu **	217	348	220	352	565	352
	2161	3.442	2,167	3.510	5.590	3.510
Granulation (Dl.1)	330	--	330	540	--	540
Ensachage (El.1)	487	487	487	487	487	487
Frais totaux x \$ 1000	2978	3.929	3.004	4.537	6.077	4.537
Coût de production de la tonne de K ₂ O	34,95	40,00	34,95	20,28	33,48	20,28

** Dans "imprévu", qui s'élève à 12%, sont inclus les frais d'établissement, etc.

Remarque :

Il ressort de ce tableau que les procédés les plus con-
seillés pour le raffinage de la carnallite Marocaine
sont ceux de "liqueur dense" et de flottation, en cons-
tate en effet qu'ils nécessitent des investissements
bas par rapport à l'autre procédé. En outre le coût
de production de la tonne de K₂O est inférieur à celui
obtenu par le traitement de cristallisation.

B. - LES GISEMENTS TUNISIENS DE POTASSE

B.1. Caractéristiques :

Plusieurs gisements de sel ont certains contenant de la potasse existent dans le sel tunisien. Les plus importants sont ceux du Kallhat el Barigh, du Chott Djerril et du Solkhat el Malh.

Ces gisements font l'objet de recherches, certains même furent exploitées durant quelques années.

As seul le Solkhat el Malh, un gisement de sels autres contenant du sulfate de soufre fut découvert, bien qu'il soit important, il ne fait pas l'objet de cette étude.

.1 Le gisement de Kallhat el Barigh :

Ce gisement est situé près de la frontière tunis-lyonnaise, il fut l'objet d'études exécutées par "Polservice Consulting Engineers" de Varsovie (Pologne). Les résultats de ces études montrent qu'il contient des sels de magnésium, de chlorure de potasse et de brome ; la composition des sels varie d'un endroit à un autre.

Dans un rapport allant jusqu'à 10. Toutefois il a été observé que la teneur en potasse est très faible pour une extraction favorable.

Malgré la présence de Brome en quantités appréciables, et son utilisation dans les essences, les mesures gouvernementales prises partout dans le monde tendent à supprimer du marché l'utilisation du Brome à cause de la pollution de l'air, l'exploitation du Kallhat el Barigh paraît alors peu probable.

.2 Le Chott Djerril :

Ce gisement se trouve dans une dépression au sud de la Tunisie, il a grossièrement la forme d'une ellipse dont les axes ont pour longueur : 110 et 70 km. Sa surface est égale à 5.000 km² environ.

La surface du Chott est plate et aride, au sud ses bords sont également très plats, alors que la rive Nord est bordée par les collines.

Des études ont été faites. Dans un rapport de la Société Tunisienne de Banque (1960), on relève que le gisement est assez profond : la profondeur peut atteindre 30 m, et sa teneur est comprise entre 5 et 7,5 gr le KCl par litre, le débit par centre n'est pas grand, comme l'ont montré les essais de pompage (1,5 m³/h). Les couches supérieures plus perméables que les couches inférieures

contiennent des saumures, d'un teneur en potasse plus élevée: 12-25 gr. de KCl. Pour récupérer ces saumures le seul procédé consiste à construire un système de drains par tranchées; les essais réalisés par la SCREPETA n'ont pas donné des résultats encourageants. En conclusion, il s'est avéré que les frais pour réaliser cette extraction sont trop élevés et l'opération est donc rentable.

3. La Sabkhat el Melah

Le gisement est situé au sud-ouest de Zaria à quelques kilomètres, et à 150 km. de son port important. Il a une superficie de 150 km² (20 x 8 km) et la Sabkhat est ouverte située à 1 m. au-dessus de la Méditerranée, sur un chenal de 6 km. de long et 1 km. de large. La surface de la Sabkhat el Melah est couverte d'un sol argilo-gypseux contenant un couche de sel pouvant atteindre une puissance de 20 m. et qui contient les saumures. Le fond de la Sabkhat est constitué d'une couche compacte et étanche d'argile et de gypse.

En outre, plusieurs puits naturels nommés "sifons" de diamètre compris entre 6-20 m. et d'une profondeur de 3-4 m. sont présents dans la Sabkhat. De fait la grande perméabilité des couches de sel dans la Sabkhat de pompage est assez grande, d'autre part, il existe des routes et de bonnes pistes par lesquelles on peut atteindre le gisement sans difficultés. Le sel y est s'est avéré d'une bonne teneur et l'existence d'un réseau d'étangs de vaporisation. L'investissement nécessaire à la construction d'étangs et d'installations est relativement bas.

B.II. Détermination des réserves et possibilités d'extraction

Pendant la première guerre mondiale, une exploitation des saumures de Sabkhat el Melah a été effectuée dans le but de produire du bromure élémentaire (utilisé au temps de guerre). L'entreprise a aussi effectué des travaux pour la production de la potasse, ces travaux ont pris fin à la fin de 1918, 1.500.000 m³ de saumures ont été traitées donnant 2.000 t de bromure et une quantité non-spécifiée de sel de potasse.

En 1950, la SCREPETA a fait des études sur l'exploitabilité du gisement, études qui ont porté notamment sur l'analyse des saumures, les réserves, les procédés d'extraction et de traitement, les résultats n'étaient pas assez encourageants pour envisager la construction d'une usine de raffinage.

En outre, une étude réalisée par la SEDES (1966) sur les
résultats de l'opération de 2000 t de K2CO3...

Les études ont été effectuées par l'Office National
de l'Industrie et le Bureau de l'Industrie en collaboration avec la S. E. I.
pour le développement de Sucre. Les résultats
ont été publiés dans le rapport de l'opération en Sucre.
La SEDES a reçu le rapport de l'opération relatif
à l'assistance d'un bureau de consultants. Les détails
n'ont pas encore été obtenus (juin 71).
En 1969, certaines études ont été faites sur une surface de 50
hectares. Les résultats ont été publiés par la S. E. I.
et il est évident que le fond est formé
de couches d'argile et de sable de grande et moyenne
taille. La porosité est très bonne et passerait de 12%
à 35 et 45% soit une moyenne de 40%.
Grâce à ces données, il est possible de concevoir les
réserves en Sucre pour l'opération 430.10⁶ t.
Des essais de pompage ont prouvé que la porosité reste
inchangée après les essais réalisés.
Au cours d'un essai, 3900³ de sucrée par heure furent
extraits durant toute une semaine et sans interruption.
En outre la surface de la Selkhat est assez dure, les
conditions peuvent circuler, ce qui fait penser que dans
une exploitation future, les pompes d'extraction, les
pneumatiques etc... peuvent être installés facilement et
à un coût peu élevé.
Les zones bordières par centre sont peu accessibles et
des petites lignes devraient être construites pour per-
mettre l'accès.

B.III Analyse chimique de la sucrée : (Rapport de MR. FICRIDIA)

Le volume probable de la sucrée est de 430.10⁶ t, sa
porosité : 1,234-1,240. Sa composition chimique en gram-
mes par litre est la suivante :

K	7,7	Cl	200,6
Na	48,8	SO ₄	27,9
Li	46,9	CO ₃	0,2
Ca	0,2		
Br	2,5		

On en déduit la composition probable en grammes par litre:

KCl	14,7
NaCl	163,3
LiCl	34,9
CaCl	118,2
LiBr	2,9

et les réserves probables de:

K	3.300.000 tonnes
KCl	6.300.000 tonnes
K ₂ O	3.800.000 tonnes
Mg	21.000.000 tonnes
Br	1.075.000 tonnes
Cl	86.000.000 tonnes

D'autres éléments sont présents dans la saumure, notamment le Li, Rb, Cs, mais leur composition exacte n'a pas été déterminée.

Si une production de 15.000 tonnes de K₂O par an est envisagée en Tunisie, les réserves probables de la Salghat el Melah, 3.800.000, s'épuiseraient au bout de 26 ans, mais dureraient 38 ans si l'on produit seulement 100.000 tonnes de K₂O par an. Ces périodes semblent assez courtes. Or, d'après le rapport final de M. Floridia, les réserves maximales sont estimées à 7.300.000 tonnes de K₂O au lieu de 3.800.000 tonnes, ce qui entraîne une durée de vie plus longue et la possibilité de produire 200.000 tonnes de K₂O par an avec une bonne rentabilité.

Le tableau ci-dessous donne la composition de certaines saumures en p.p.m.

Element	Great Salt Lake	Salghat el Melah	Mer Morte	Mer Caspienne	Occan
Na	67.300	46.500	32.000	3.200	10.561
Mg	5.600	48.800	35.700	773	1.272
Ca	300	400	12.700	297	400
K	3.400	7.700	6.400	70	380
Cl	112.900	200.600	78.000	5.500	18.980
SO ₄	13.600	27.900	400	2.970	2.649
CO ₃	200	200	trace	48	140
Br	trace	2.500	5.200	-	65

Il ressort de cette table que les saumures de la Mer Morte, à part quelques différences, ressemblent à celles de la Salghat ; comme les premières sont exploitées avec succès depuis de longues années, une exploitation serait possible.

B. IV. Exploitation des saumures de la Mer Morte

IV.1 Le procédé utilisé en Israël

La solution salée de la Mer Morte étant essentiellement composée de chlorures de sodium, de potassium et de magnésium. Une évaporation solaire initiale produit du chlorure de sodium, ainsi que de faibles quantités de sulfate en cristaux. La cristallisation du ClNa se poursuit jusqu'à ce que la solution atteigne la ligne de saturation qui sépare le ClNa de la carnallite, c'est-à-dire jusqu'à la formation de sels doubles de magnésium et de potassium : MgCl_2 , KCl , $6\text{H}_2\text{O}$. Environ deux tiers de la surface consacrée à l'évaporation sont nécessaires à l'évaporation du pré-sel et à la cristallisation du NaCl . Lorsqu'en plus du NaCl , la solution est saturée en carnallite, elle est introduite dans la zone de cristallisation où la carnallite se cristallise avec le NaCl , formant ainsi des cristaux mélangés.

Ces cristaux sont alors ramassés pour la production du KCl . En consacrant environ un tiers de la surface à l'évaporation totale à la production du sel de carnallite, et deux tiers à celle du sel et du pré-sel, on obtient le dépôt dans la partie des installations consacrées à la carnallite, environ 90% du KCl contenu dans le produit d'entrée.

La solution résiduelle, composée en grande partie de chlorure de magnésium est retournée à la mer.

Le mélange sel-carnallite est récupéré par une drague flottante à coupe horizontale, d'où le mélange est pompé dans la zone d'épaississement.

Une partie de la solution salée provenant de l'unité d'épaississement est retournée aux plateaux d'évaporation, et le mélange est pompé jusqu'à l'usine, pour en retirer l'eau et le transformer par flottation ou cristallisation.

Signalons qu'une installation destinée à produire 250.000 t de KCl ou 150.000 t de K_2O par an est en construction en Jordanie, l'investissement serait de \$ 31,5 millions (1969) ce qui correspondrait actuellement à \$ 33.5 Millions.

.2 Procédé utilisé aux Etats-Unis

Aux Etats-Unis d'Amérique, la société "Bonneville Limited" récupère la potasse à partir d'une solution salée, dans l'ouest de l'état d'Utah. Dans ce sens, la source des matières est plus incertaine et variable que le cas des installations de la Mer Morte.

Dans les installations de la Banneville, la solution salée est canalisée et épuisée dans les tranchées situées à proximité des plateaux d'évaporation saline. La solution sortant des tranchées le ramassage est pompée dans les bassins d'évaporation saline approximativement jusqu'à saturation. Le chlorure de sodium est le premier sel à cristalliser ; la plus grande partie du local affecté à l'évaporation saline est consacrée à la cristallisation du chlorure de sodium.

A mesure que l'évaporation se poursuit, la solution est saturée en chlorure de potassium, à la place de la carnallite utilisée dans les installations de la Mer Morte. La solution salée est alors transférée dans les bassins de récupération dans lesquels se cristallise un mélange de NaCl et KCl.

Ce processus continue jusqu'à ce que la plus grande partie du KCl se soit cristallisé. Les sels sont alors récupérés et envoyés à l'usine pour être séparés par la flottation.

3. Procédé pouvant être utilisé en Tunisie

Celui qui semble être le plus indiqué (les 2 procédés cités utilisent le rayonnement solaire comme source d'énergie), est le premier, car comme nous l'avons déjà annoncé, les saumures de la Sahhat el Melah ressemblent à celles de la Mer Morte, néanmoins les quelques différences qui subsistent ne doivent nullement être négligées et les études précises sur la méthode de raffinage de ces saumures doivent être entreprises (dans une usine pilote par ex.).

Une étude des conditions météorologiques pour savoir la durée d'utilisation des salines est de la plus haute importance. Une étude de la SORPETA (1954) avance le chiffre de 180 jours / an, ce qui est loin d'être suffisant, en effet il y a plus de jours ensoleillés sur la rive de la Mer Morte.

Il faudrait étudier aussi jusqu'à quel point l'énergie solaire serait utilisable, et s'il faut it, avoir recours à une énergie de combustion pour extraire le sel à haute teneur en KCl ce qui ne serait pas rentable. Les résultats de l'étude SIS 69/622 pourront nous fixer sur le choix du procédé.

En général ces procédés comportent les opérations suivantes :

- a) pompage
- b) première série d'étangs d'évaporation ; séparation de NaCl
- c) deuxième série d'étangs d'évaporation ; séparation de carnallite

- 1) collection de carnallite et filtration
- 2) traitement de la carnallite pour dissoudre le MgCl₂ et filtration
- 3) traitement de la carnallite de NaCl et HCl, suite à la cristallisation, suite à la flottation
- 4) lavage, filtration et séchage de HCl et NaCl
- 5) flowchart de la VIII entre ces procédés.

4. Investissement et coût de la production

Il est difficile de donner les investissements et le coût de la production, nous avons supposé (il y a lieu de faire cert inco corrections) que l'exploitation des mines de Salkhet et Malah nécessite les mêmes frais que celles de l'Etat de Karnataka. En conséquence (Annuel des Etats) une installation produisant 150.000 tonnes de K₂O par an revient à 33.450.000 \$.

1/ frais pour la construction de bassins et les lignes ainsi que pour le transport des sels : 12.500.000 \$

2/ frais de raffinage, stockage, services généraux, transport : 13.500.000 \$

3/ frais financiers : 7.650.000 \$.

Il est important de noter dans ces chiffres, de l'inflation survenue entre 1960 et 1971 (coefficient 1,60). Si l'on transpose ce calcul en Inde de Salkhet et Malah, les frais mentionnés dans le 1 seraient plus élevés que les meilleurs conditions existantes pour la construction des bassins et des lignes ; par contre, les frais du 2 seraient plus élevés vu la complexité des sels à raffiner qui contiennent de grandes quantités de sulfate de magnésium.

33.500.000 \$ semble en conclusion être un chiffre raisonnable.

Les frais de production d'une tonne de HCl à 60% sont estimés à 20 dollars soit 33,33 \$ la tonne de K₂O.

En fait de l'inflation, 35 \$ par tonne de K₂O semble être raisonnable.

PRODUCTION DE SULFATE DE POTASSE

1. Introduction

Le sulfate de potassium est souvent associé à d'autres sels dans les résidés potassiques. Sauf sur certaines cultures spécialisées, tous les engrais potassiques ont une faible efficacité. Toutefois le tabac est un exemple d'une culture sensible aux chlorures.

L'application de chlorure en quantités dépassant 37 à 45 kg par hectare, est nuisible à la productivité et à la qualité du tabac. C'est pourquoi le tabac est généralement enrichi en sulfate de potassium. On estime également que dans certains sols il vaut mieux employer le sulfate de potassium sur les pépins de terre, les arumées et certains autres fruits.

Il ressort du rapport de Bat III (mars 1973) que les pays Méridionaux consacrent 42% d'engrais potassiques sous forme de sulfate de potassium (44.4% tonnes en 1969), alors que seulement 5% sont consacrés dans les autres pays.

Les raisons de cela sont (Rapport Battell) :

- 1- Les sols Méridionaux sont très salins
- 2- Certaines cultures comme le tabac et les arumées préfèrent le sulfate de chlore qui est inefficace et toxique
- 3- Le remplacement du super-simple par le super-triple et le sulfate d'ammonium par le nitrate entraîne une utilisation accrue du sulfate
- 4- Le soufre nécessaire aux plantes n'est pas fourni par le milieu adiant comme dans certains pays industriels.

Seules les deux premières raisons justifient l'utilisation de K_2SO_4 , et déconseille celui de KCl .

Par contre les deux dernières ne justifient pas l'utilisation d'un produit aussi cher que le K_2SO_4 . Il faudrait alors soit utiliser de nouveau le super-simple et le sulfate d'ammonium, soit utiliser les complexes contenant les sulfates.

Bien qu'on puisse diminuer ainsi la consommation de K_2SO_4 , on n'arrivera pas à 5%.

Il devient alors nécessaire d'employer une partie du chlorure de potasse à la fabrication du sulfate de potassium, au lieu de continuer à l'insérer.

Il semblerait qu'une production annuelle de 50.000 tonnes de sulfate de potassium (25.000 tonnes de K₂O) soit réalisable.

II - Procédés de fabrication

Trois procédés sont utilisés pour la transformation de KCl en K₂SO₄

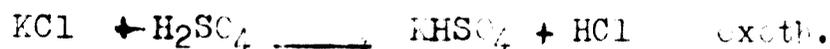
- Le procédé Mannheim.
- le - Harrevogel
- le - Climax (récent)

Le plus couramment utilisé est le procédé Mannheim, le procédé Climax doit être considéré comme un procédé supérieur au procédé Mannheim.

Les saumures du Sebkhaf el Melah contiennent des sulfates dont la séparation sera étudiée dans la partie (I.11). Ces sulfates se séparent sous forme de sels doubles. En utilisant les méthodes de double décomposition on peut transformer ces sels doubles en sulfate de potasse. Les conditions exactes de ces transformations doivent être étudiées précisément.

II.1 Procédé Mannheim

Il consiste à faire réagir dans un fourneau Mannheim, du KCl avec du H₂SO₄, pour former d'abord par réaction exothermique le bisulfate, et ensuite par réaction endothermique le sulfate de potassium, l'acide chlorhydrique est formé comme sous-produit.



Le fourneau Mannheim est un four à souffles de forme circulaire. Un arbre doté de deux bras dont le rôle est de mélanger, et de transporter le mélange du centre vers la périphérie est situé au centre. La température du four atteint 700°C.

Des quantités bien calculées de KCl, H₂SO₄ sont introduites continuellement par une ouverture centrale. Le produit de réaction est refroidi ensuite.

Le four est alimenté soit par du gaz naturel soit par du mazout.

L'acide chlorhydrique sous-produit de la réaction est recueilli dans un absorbeur.

II.2 Le procédé Harpreeaves

On fait réagir du KCl avec l'anhydride sulfurique. Du soufre est brûlé pour produire du SO_2 , en incluant dans le procédé un excédent d'air suffisant pour produire la moitié d'une molécule d'oxygène ou l'avantage par molécule le SO_2 .

On ajoute alors de la vapeur d'eau en quantité suffisante pour fournir légèrement plus d'une molécule d'eau par molécule d'anhydride sulfurique.

Le gaz composé est introduit à contre courant dans une série de chambres chargées de briquettes de KCl en forme d'anneau. Chaque chambre contient approximativement 60 t de KCl, à transformer par le traitement de SO_2 , en 90 t environ de K_2SO_4 . Ce procédé est actuellement dépassé.

II.3 Le procédé Clinax

C'est un procédé qui vient d'être récemment mis au point. La réaction entre H_2SO_4 et KCl se fait dans un réacteur à lit fluidisé. Les deux produits sont chauffés avant leur introduction dans le réacteur, et c'est à l'état de vapeur que H_2SO_4 réagit avec KCl ; les vitesses de réaction sont très grandes.

Les gaz sortant qui ne contiennent plus d' H_2SO_4 sont dépoussiérés, refroidis et absorbés dans un absorbeur en graphite.

Remarque

Il ressort d'après les procédés Mannheim et Clinax, qu'une production de K_2SO_4 , entraîne fatalement celle de HCl. En d'autres termes, le prix de revient de K_2SO_4 va dépendre du prix de vente de HCl et de ses possibilités d'écoulement.

Dans une installation qui fournit 50.000 t de H_2SO_4 (25.000 t de K_2O), 20.000 t de HCl sont produites. L'acide étant très corrosif et le stockage difficile, il est indispensable de lui trouver des débouchés.

Deux types d'industries peuvent absorber les grandes quantités :

- l'industrie pétro-chimique (production du chlorure de vinyle)
- l'industrie des engrais pour la fabrication du phosphate bicalcique : $(\text{CaH PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O})$ à 40% de P_2O_5 . (Avec certaines modifications, on peut arriver à produire du phosphate bicalcique très pur servant à l'alimentation du bétail et qui se vend très cher).

Ces deux industries existent dans les pays du Maghreb:

En Maroc: Safi pour l'industrie des engrais, de l'acide sulfurique; et Mohammédia pour le pétrole.

En Algérie: Annaba pour les engrais et l' H_2SO_4 ; Arzew et Skikda pour le pétrole.

En Tunisie: Sfax pour les engrais et l' H_2SO_4 ; Bizerte pour le pétrole.

Du point de vue de transport du KCl, la position de Khémisset par rapport à Safi et Mohammédia et celle de Sebket el Melch par rapport à Sfax sont favorables.

III. Investissements

1. Cas d'une installation à four Mannheim.

Cette installation contient essentiellement les éléments suivants:

- des robinets pour H_2SO_4 , couplés avec des pistons pour KCl
- des fours Mannheim
- un aliment-tien soit au fuel soit au gaz
- un refroidisseur pour H_2SO_4
- un absorbeur de gaz (HCl)
- des dispositifs de transport interne
- des ateliers de stockage d'HCl, KCl, et de K_2SO_4 .

Un four Mannheim de grande dimension a un débit horaire de 28 tonnes, soit 9.200 tonnes par an. Pour une usine devant produire 50.000 tonnes, cinq à six unités seront nécessaires.

Selon le Manuel des Engrais, une usine d'une capacité annuelle de 25.000 tonnes de K_2SO_4 coûterait 550.000 \$ ou \$ 624.000 si l'on tient compte de l'inflation, et pour une capacité double, \$ 1.250.000 (on ne peut pas utiliser le facteur 1,6 car la capacité double nécessite une installation double).

Récemment, nous avons reçu une offre d'une maison allemande; son prix pour une production annuelle de 50.000 tonnes était de 2,8 à 3,3 millions de dollars.

On constate une grande différence avec celui énoncé dans le Manuel des Engrais; nous retiendrons par contre ce prix-là. Rappelons que ces deux prix se rapportent à des installations complètes, y compris le stockage de HCl et de K_2SO_4 , les moyens de transport interne, l'aliment-tien, etc.

1.1/1 Frais de production

L'énergie électrique consommée s'élève à 120 KWH / T de K_2SO_4 produite soit 6 Millions de KWH pour une production de 50.000t.

Les annexes XXII et XXIII donnent les détails de ces frais dans 2 cas : suivant que l'usine va coûter :

\$ 1.250.000
ou \$ 3.000.000

Ces frais dans le premier cas s'élèvent à 494.000 \$ soit 9,88 \$ par tonne de K_2SO_4 et à 921.500 \$ soit 18,43 \$ la tonne.

Deux ouvriers qualifiés par équipe seront nécessaires des techniciens d'une usine chimique de grande taille peuvent s'occuper de l'entretien.

Le poste du contremaître dépendra de la nature de l'industrie adjacente.

1.1/2 Coût de production

A ces frais de production, il faudrait ajouter ceux occasionnés par l'utilisation du KCl, de l' H_2SO_4 , auxquels il faut retrancher le prix de revient du HCl.

Une tonne de K_2SO_4 nécessite 0,87 t de KCl
0,57 t de H_2SO_4

Il se forme 0,39 t d'HCl

CAS DU MAROC

Supposons qu'on envisage de produire du K_2SO_4 à Safi.

- Le KCl doit être transporté de Khénisset à Safi, soit par camions, soit par transport combiné (train et camion)

Dans le cas du transport routier :

a) 430 km (Safi-Khénisset) à 0,10 DH/km/t		\$ 8,60
frais de chargement		\$ 0,50
		<u>\$ 9,10</u>
b) transport combiné		
81km (route) à 0,10 DH/km/t	DH 8,10	
360km (ch.de fer) à 0,0635DH/km/t	DH 22,50	
Droit fixe	DH 3,02	
	<u>DH 33,62</u>	

33,62 DH	\$ 6,72
plus frais de chargement	\$ 1,00
Total	\$ 7,72 la t

Le transport combiné est le moins cher.

- Si l'on évalue à 29,26 \$ la tonne de K_2CO_3 (produite par flottation) ou 17,56 \$ la tonne de KCl :

Prix de production de KCl	\$ 17,56
Transport	\$ 7,72

1 tonne de KCl revient donc à	\$ 25,28
et 0,87 t de KCl à	\$ 22,00

- Si l'on évalue à 16,50 \$ la tonne de H_2SO_4 ; 0,54 t coûterait 8,91 \$.

- Supposons que HCl (100%) peut être vendu à \$ 25/t (le Manuel des Engrais parle de \$ 33/t)

0,39t sera vendu à \$ 9,75/t.

- Dans le cas d'un investissement de \$ 1.250.000

Prix du KCl	\$ 22,00
" H_2SO_4	\$ 8,91
Frais de production	\$ 9,88
Gain sur la vente de HCl	\$ (- 9,75)

Prix de revient d'une tonne de K_2SO_4	\$ 31,04
--	----------

- Investissement de \$ 3.000.000

Prix du KCl	\$ 22,00
" H_2SO_4	\$ 8,91
Frais de production	\$ 18,53
Gain sur la vente de HCl	\$ (- 9,75)

Prix de revient d'une tonne de K_2SO_4	\$ 39,69
--	----------

CAS DE LA TUNISIE

Si l'on envisage de produire du K_2SO_4 à Sfax, il faudrait transporter du KCl de Zarsis à Sfax.

a/ Transport routier :

275 Km à 0.10 DH/Km/t = 27.5	\$ 5.50
Frais de chargement	\$ 0.50
Total	\$ 6.00

b/ Transport combiné :

138 Km (route)	DH 13.80
140 Km (Ch. de fer)	DH 8.89
Droits fixes	DH 3.02 soit \$ 5.14
frais de chargement	\$ 1.00
Total	\$ 6.14

Le transport routier dans le cas de la Tunisie est plus économique.

Comme le prix du KCl à Zarsis est de \$ 21.00 la t., une tonne reviendra à \$ 21.00 + 6.00 = \$ 27.00 et 0.87 t reviendra à \$ 23.49

Si l'on conserve les mêmes prix pour H_2SO_4 , et HCl, il vient :

- Investissement de 1.250.000 \$

Prix du KCl	\$ 23.49
Prix du H_2SO_4	8.91
Frais de production	9.88
Gain sur la vente de HCl	<u>(- 9.75)</u>

Prix de revient de la tonne de K_2SO_4 \$ 32.53

- Investissement de 3.000.000 \$

Prix du KCl	\$ 23.49
Prix du H_2SO_4	8.91
Frais de production	18.53
Gain sur la vente de HCl	<u>(- 9.75)</u>

Prix de revient de la tonne de K_2SO_4 \$ 41.18

Dans ces calculs, on suppose ne pas réaliser de bénéfices sur le KCl.

1.III.2. Coût d'une installation Clinax :

L'installation est faite en réacteur "lit fluidisé", les dimensions sont plus réduites, comparées à une installation normale.

Selon les informations fournies par un constructeur, une installation d'une capacité de 2.500 T. de H_2SO_4 coûte entre 1.200 - 2.500 millions de francs.

Coût de la main d'œuvre, pour la réalisation de 2.500 T. de H_2SO_4 par an, les dépenses, les installations, etc... etc...

La quantité d' HCl produite est de 1.250 tonnes par an.

1/1. Frais de production :

L'annexe XXIV donne les frais de production, le montant de l'investissement pour un projet d'installation de 2.500 T. de H_2SO_4 est de 1.200 millions.

2/2. Coût de production :

Prix de HCl	22.00
Prix de H_2SO_4	16.00
Frais de production	14.00
Gain sur le vent HCl (- 0.75)	

Prix de revient de la tonne de H_2SO_4	37.25
--	-------

: Prix de l'unité :

Prix de HCl	22.00
Prix de H_2SO_4	16.00
Frais de production	14.00
Gain sur le vent HCl (- 0.75)	

Prix de revient de la tonne de H_2SO_4	37.25
--	-------

(Comparaison des 2 installations : référence faite à l'installation Clinax).

D - Granulation du chlorure de potassium.

L'avantage d'avoir un produit granulé est multiple :

Il est facile à serrer, il peut être utilisé dans la méthode de "BULK BLENDING", qui consiste à mélanger les engrais mixtes.

Trois qualités sont commercialisées dont les plus importantes sont :

- la qualité granulée
- la qualité fine (standard)

Plusieurs méthodes de granulation des engrais sont utilisées, mais seule la méthode de "COMPACTING" convient aux engrais potassiques, et conduit à des granulés de bonne qualité, durs, résistants à l'abrasion et stables. La méthode consiste à compacter les sels entre deux rouleaux de distance réglable (4-6mm.)

Un système de tamisage permet de sélectionner les granulés suivant leur dimension.

Les refus (trop gros ou trop fins) sont recyclés ; on a constaté une élévation de température de 30° au cours de l'opération, et on remarque aussi que plus le produit à "Compacter" est chaud, plus sera facile la "Compaction". Avec du KCl provenant directement du sécheur, les granulés alors obtenus sont durs, ne forment pas d'aggrégats, ne se prennent pas en masse et il n'est pas nécessaire de les traiter avec un réactif anti-cking.

I. Investissements :

D'après un article paru dans : Phosphorus & Potassium. N° 46 (1970) P.46, une installation (en Israël) produisant 400.000 t. de KCl/an de granulés, a coûté 2.5 millions de livres Israéliennes, soit : 735.000 \$.

C'est une unité immense. Dans le cas des pays méditerranéens, une production de 160.000 ou 320.000 tonnes par an est suffisante.

En supposant qu'on veuille granuler 75% de la production (120.000 t ou 240.000 t/an) et en utilisant la formule :

$$I.1/I.2 = (\text{cap.1}/\text{cap.2})^{0,7}$$

les frais d'investissements s'élèveront respectivement à 317.000 \$ ou à 515.000 \$, néanmoins, il serait prudent d'augmenter légèrement ces chiffres pour tenir compte des éventuelles incertitudes (application de la formule par ex.) 330.000 \$ et 540.000 \$ semblent corrects

RECAPITULUM :

On envisage récemment d'augmenter la production de chlorure de potassium en raison complexes NPK par l'installation de nouveaux ateliers.

Le revue Nitro en 65 (1970) P.35, donne les détails sur ce processus et sur les données consignées.

La coût d'un atelier qui produit 145.000 t/an de granulés N est évaluée à 413.000 \$. (comme il s'agit de concevoir une seule substance (KCl) on peut supprimer les réactifs et les mélangeurs, on arrive ainsi à un prix de 350.000 \$, qui se rapproche du précédent)

II. Frais de production :

Un ouvrier qualifié serait nécessaire, comme l'usine fonctionne par post, le nombre de personnel est actuellement augmenté à quatre.

Par contre, il n'est pas nécessaire d'engager un entrepreneur, celui des autres ateliers, peut remplir cette tâche.

Les annexes XXIV et XXVI donnent tous les détails relatifs à un atelier de production de 125.000 t et 240.000 t de KCl/an.

Les frais s'élèvent à 145.900 \$ soit \$ 1.22/t de KCl ou \$ 1.96/t de K₂O et à 231.000 \$ soit \$ 1.96/t de KCl ou \$ 1.54/t de K₂O.

B - Granulation du Sulfate de Potassium

- Comme la production de K_2SO_4 n'est prévue dans un lieu qui n'est pas celui de la production de KCl, une production de H_2SO_4 , s'il y a lieu, sera nécessaire. Un atelier de production de 50.000 t/an suffira.

I. Investissements :

D'après D.I. les frais pour un atelier de 120.000 t/an sont de 330.000 \$, il suffit d'appliquer la même formule pour avoir le montant des investissements d'un atelier de 50.000 tonnes.

$$\left(\frac{120.000}{50.000}\right)^{0.7} = 1.84$$

$$\text{Donc } 1.84 \times 330.000 = \underline{605.200}$$

II. Frais de production

L'annexe XXVII donne tous les détails.

Ces frais s'élèvent à 55.100 soit \$ 1.70/t de K_2SO_4
ou \$ 3.40/t de K_2O .

F. ATTELIER D'ENSACHAGE

Plus la disponibilité de la production de KCl est venue à l'avant, plus ce KCl est préféré. Un atelier d'ensachage doit être traité à l'ensachage de KCl par tonne. On doit envisager dans les sacs de 50.000 tonnes de KCl soit 50.000 tonnes de K_2CO_3 en 2.000 heures. Une équipe par four sera suffisante. Pour une production de 200.000 tonnes de K_2CO_3 , la main-d'œuvre (employant deux équipes) pourra servir.

L'installation se fera sur tout un système de pelle mécanique "Valvo", de tréteaux, de charrois, et d'élevateurs. Les sacs sont recueillis et stockés à l'aide d'un fork-truck (on prévoit un stockage de 3.000 tonnes, ce qui correspond à 60.000 sacs). Le stock se fait prévoir en utilisant des palettes.

F.I. Investissement

Les annexes XVIII et XIX donnent les détails sur les coûts d'installations des collecteurs, d'ensachage et de stockage, lesquels s'élèvent respectivement à 195.000 et à 112.000. Dans l'annexe XXII le coût total des investissements à la fin pour une production de 100.000 tonnes et de 200.000 tonnes de K_2CO_3 par an s'élève à 3.430.000.

F.II. Personnel

Deux chauffeurs pour les Volvo et fork-trucks, quatre ouvriers spécialisés, deux ouvriers et un contre-maître par équipe, sont nécessaires dans le cas d'une production de 100.000 tonnes de K_2CO_3 .

Les frais de salaires:

1 contre-maître	5.760
6 ouvriers sp. (31.920 chacun)	11.520
2 ouvriers (3.575 chacun)	<u>1.150</u>
Total par équipe	18.430

Pour une production annuelle de 200.000 tonnes de K_2CO_3 , deux équipes seront nécessaires.

III. \mathbb{Z}_2 -invariant

Let ϕ be an \mathbb{Z}_2 -invariant function (e.g. $\phi(x) = \cos(x)$) on \mathbb{Z}_2 . Let ψ be a \mathbb{Z}_2 -invariant function (e.g. $\psi(x) = \sin(x)$) on \mathbb{Z}_2 . Then ϕ and ψ are \mathbb{Z}_2 -invariant functions.

IV. \mathbb{Z}_2 -invariant

Let ϕ and ψ be \mathbb{Z}_2 -invariant functions on \mathbb{Z}_2 . Then ϕ and ψ are \mathbb{Z}_2 -invariant functions. Let ϕ and ψ be \mathbb{Z}_2 -invariant functions on \mathbb{Z}_2 . Then ϕ and ψ are \mathbb{Z}_2 -invariant functions. Let ϕ and ψ be \mathbb{Z}_2 -invariant functions on \mathbb{Z}_2 . Then ϕ and ψ are \mathbb{Z}_2 -invariant functions.

Let ϕ and ψ be \mathbb{Z}_2 -invariant functions on \mathbb{Z}_2 . Then ϕ and ψ are \mathbb{Z}_2 -invariant functions. Let ϕ and ψ be \mathbb{Z}_2 -invariant functions on \mathbb{Z}_2 . Then ϕ and ψ are \mathbb{Z}_2 -invariant functions. Let ϕ and ψ be \mathbb{Z}_2 -invariant functions on \mathbb{Z}_2 . Then ϕ and ψ are \mathbb{Z}_2 -invariant functions.

1. ENSACHAGE DE H₂SO₄

De fait que la réaction de H₂S₄ est réalisée en un grand nombre de réactions. On peut en faire un grand nombre et utiliser soit l'un ou l'autre. Un grand nombre de réactions de H₂S₄ sont connues et il est possible de les faire.

K. LES PRODUITS SECONDAIRES

K.I. Introduction

Le chapitre intitulé "Analyse des minerais" fait ressortir que la carnallite de Khémisset et les saumures de la Sobkhat el Malab contiennent des quantités considérables de magnésium et de brome.

Pour les raisons déjà indiquées l'exploitation du brome n'est pas envisagée, par contre celle du magnésium peut s'avérer très rentable à cause de la consommation mondiale qui ne cesse d'augmenter. En février 1971, le tonne de chlorure de magnésium hydraté ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) valait 266,00. Dans ce qui suit nous nous limiterons à la récupération du Mg.

En Tunisie les saumures de la Sobkhat el Malab contiennent 163,3 gr. de $MgCl_2$ et 34,9 gr. de $MgSO_4$ par litre, alors que la concentration en KCl est de 14,7 gr./l. Les réserves (exprimées en magnésium métallique) sont évaluées à plus de 41 millions de tonnes (rapport final de H. Floridia).

Un problème se pose: celui de la séparation. Les études précises doivent être entreprises dans ce sens là; comme il a déjà été mentionné, un projet de l'ONUDI Sis 69/622 se penche sur ce problème.

au Maroc, le gisement carnallitique de Khémisset contient 19,2 gr. de $MgCl_2$ et 17,6 gr. de KCl. Si l'on envisage une production annuelle de 100.000 tonnes de K_2O (160.000 tonnes de KCl), 160.000 tonnes de $MgCl_2$ ou 385.000 tonnes de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ peuvent être récupérées.

K.II. Récupération du chlorure de magnésium

Pour obtenir 48,5 tonnes/h de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$, l'évaporation de 36,5 tonnes d'eau est nécessaire. Connaissant la chaleur de cristallisation et de vaporisation, on peut calculer la quantité de calories nécessaire théoriquement à cette production: 20,4 millions de cal/h, qui peut être obtenu par 2.000 kg. de fuel par heure, soit 41,3 kg. par tonne de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$. Si le rendement

thermique est de 75%, 55,2 kg. de carburant par tonne de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ seront nécessaires (55 kWh. coûtent 1,32).

Une solution de $MgCl_2$ saturée à $110^\circ C$ contient 90,6% de $MgCl_2 \cdot 6H_2O$. Cette substance est stable entre 0° et $117^\circ C$. À 117° cette solution saturée a instantanément la composition $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ et elle se solidifie complètement à température basse.

II.III. Récupération de l'oxyde de magnésium.

L'oxyde de magnésium, appelé aussi magnésite, a de nombreuses applications. Il constitue la matière première pour la production du magnésium métallique, du Xylolith et du ciment Sorel. Il est obtenu par action du $MgCl_2$ sur le lait de chaux: $MgCl_2 + Ca(OH)_2 \rightarrow Mg(OH)_2 + CaCl_2$. L'hydroxyde de magnésium filtré, $Mg(OH)_2$, est soumis à une calcination qui le transforme en oxyde de Mg (MgO). Il est nécessaire que la solution de $MgCl_2$ ne contienne pas de sulfates pour éviter une co-précipitation de $CaSO_4$ (les gisements de Khéisset n'en contiennent pas).

II.IV. Préparation du magnésium métallique.

.1 Introduction

Le magnésium connaît actuellement un marché fort important et sa consommation ne cesse d'augmenter. En février 1971, son prix (lorsqu'il est pur à 99,8%) était de 30,39/lb.

Deux façons de le préparer:

- par électrolyse des sels fondus de carnallite ou de $MgCl_2$, qui d'ailleurs est la plus utilisée (80-90% de la production est obtenue de cette manière);
- par réduction thermique de l'oxyde de magnésium. Le réducteur utilisé est généralement du ferrosilicium à grande teneur en silicium (70-90%).

.2 Electrolyse de la carnallite

Le procédé utilisé est celui de Wintershall. A un potentiel de 2,84 volts (plus bas que celui des autres

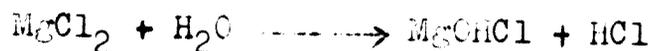
métaux contenus dans la carnallite), le magnésium se dépose à la cathode; la co-précipitation n'a pas lieu lorsque la teneur en $MgCl_2$ est de l'ordre de 4,5%.

Pour obtenir un kg. de magnésium, 22-23 KWH sont nécessaires et si l'on envisage une production annuelle de 100.000 tonnes de K_2O , 40.000 tonnes de Mg peuvent être récupérées et 900 millions de KWH/an seront consommées. Le problème qui se pose alors: est-ce qu'on peut disposer sur place d'une telle énergie?

Des études précises, notamment sur les propriétés de la carnallite, son comportement au cours de l'électrolyse, la teneur en $MgCl_2$, le raffinage du minéral, etc. doivent être entreprises avant d'opter pour ce procédé. Des savants russes ont obtenu récemment d'excellents résultats, mais leurs publications étaient inaccessibles car elles étaient rédigées en Russe.

.3 Electrolyse du chlorure de magnésium

Le chlorure de magnésium hydraté ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) doit être déshydraté avant l'électrolyse, pour ce fait et afin d'éviter la réaction secondaire:



on opère dans une atmosphère de chlore ou de vapeur de HCl. L'électrolyse se fait dans des bains contenant à part le $MgCl_2$, du NaCl et du $CaCl_2$ en quantités notables. La température des bains sera de 720 à 750°C.

Une tonne de métal exigera 28.000 KWH, ce qui laisse prévoir qu'une électrolyse de $MgCl_2$ ne pourra se réaliser que dans un lieu proche d'une centrale électrique; la production du $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ par contre doit être faite près de la mine. (H.II)

.4 Réduction thermique

Comme cela a été déjà mentionné, cette méthode est peu utilisée pour les sous-produits de la potasse (environ

Méthode de production de E est obtenue de cette manière). On utilise comme matière première l'oxyde de manganésium MnO, extrait de la dolomite ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MnCO}_3$) qu'on réduit en présence de ferrosilicium.

I. INFLUENCE DU TRANSPORT SUR LE PRIX DE REVIENT: COMPARAISON AVEC LE PRIX CIF D'IMPORTATION

Toutes les importations des sels de potasse arrivent par voie maritime. Il serait utile de comparer leur prix à ceux produits au Maroc et en Tunisie après transport et déchargement dans certains ports importants du Maghreb.

La comparaison ne sera qu'approximative, car nous n'avons pas tenu compte de certains problèmes, par exemple, celui de la "mise en vente" des produits fabriqués dont les frais sont difficiles à évaluer (ils dépendent de l'organisation qui s'occupe des ventes et des bénéfices de l'entreprise productrice).

En ce qui concerne les exportations, nous supposons qu'ils se feront par l'intermédiaire des bureaux de vente des phosphates (qui existent dans les trois pays du Maghreb). Dans ce chapitre, nous traiterons le cas des gisements de potasse de Khénissat (Maroc) et de Zarzis (Tunisie), les informations récentes ayant été fournies par une compagnie de navigation.

I.1 Transport de Khénissat vers Alger et Sfax

Il s'avère plus avantageux de faire l'embarquement à Kénitra pour transporter les produits jusqu'aux ports de Sfax (en Tunisie) et Alger (en Algérie).

La distance Kénitra-Khénissat est de 79 kms. Comme il n'existe pas de chemin de fer, le transport par camions est nécessaire. Le prix de transport s'élève à DH 0,10 par tonne/km., auquel il faut ajouter \$ 0,50 par tonne pour le chargement et le déchargement. Les frais de chargement du bateau sont de \$ 0,21 par tonne. Les frêts de transport jusqu'à Sfax ou un autre port tunisien (y compris le déchargement) sont de \$ 3,50 la tonne pour des cargaisons de 2.000 à 4.000 tonnes. Ces frêts sont de \$ 2,70 par tonne pour le port d'Alger.

En résumé:

a) Rhénissat-Sfax
Transport routier:

Rhénissat-Kénitra (79 kms. à DH 0,10)	1,50	
Frais de chargement (camions) etc.	0,71	
Frais de chargement (navire)	0,21	
Frêt Kénitra-Sfax	2,71	
Prix de revient du transport Rhénissat-Sfax (quai)	5,13	KCl (60%)

Dans le cas du transport de KCl (60%), le prix de revient de transport d'une tonne de K₂O revient à 9,65, ou à 3,34 s'il s'agissait de transport de KCl (62%).

b) Rhénissat-Alger
Transport Rhénissat-Kénitra
(quai)

Chargement navire	0,21	
Frêt Kénitra-Alger (quai)	2,71	
total	2,92	KCl (60%)

S'il s'agit de KCl (60%), le prix de revient de transport d'une tonne de K₂O revient à 8,32, et à 8,05 pour KCl (62%).

I.II. Transport de Zarsis vers Safi et Alger

Comme le port de Zarsis est de petite dimension, et ne peut recevoir les bateaux de capacité supérieure à 1.000 tonnes, le départ se fera préférentiellement du port de Gabès situé à 130 km. de Zarsis et qui est en voie de devenir un grand port.

a) Zarsis-Safi (ou autre port marocain)

Transport Zarsis-Gabès (138 km. à DH 0,10/t/km.)	2,76	
Frais de chargement (camions)	0,50	
Frais de chargement (navire)	0,21	
Frêt Gabès-Safi (quai)	3,50	
total	6,97	tonne KCl (60%)

soit 11,62 par tonne de K₂O.

b) Zerzis-Alger

Transport Zerzis-Alger (grai)	3,26
Frais de charbon (n. vif)	2,91
Frais Zerzis-Alger (grai)	2,77
total	8,94

soit 10,20 par tonne de K₂O.

I.III. Transport de sulfates

Dans le cas de nos sulfates, on fait partir les wagons des centres industriels de Zerzis et de Sfax, dans une limite normale de transport maritime.

Les deux centres industriels de Sfax et Zerzis ont leurs propres installations de charbon, de charbon, etc., les frais de transport de charbon de ces centres:

S fi - Alger	2,90	par tonne
S fi - Sfax	3,71	" "
Sfax - Alger	2,91	" "
Sfax - S fi ou Constantine	3,71	" "

Les annexes XXXIII, XXXIV, et XXXV donnent les prix de revient de KCl tel quel et par tonne de K₂O, ainsi que celui de K₂SO₄, au Maroc et en Tunisie, dans quelques cas, ainsi que leur prix CIF d'importation.

4. SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE

La production de KCl a été étudiée dans le cas de TUNIS (B) et du Maroc (A) en utilisant respectivement les gisements de la Solkhat à Mohel et de la zone de BAHIA.

4.I. Tunisie

Une étude technico-économique a été menée sur les gisements tunisiens n'ayant pas été encore réalisés (en ce qui concerne l'exploitation), les chiffres énoncés par l'auteur n'ayant été vérifiés, une fois les résultats de la recherche de cette étude connus.

Le coût de production a été estimé (p. IV.4) à 22,00 la tonne de K_2CO_3 à Tunis; à 19,20 la tonne; et à 16,62 à Casablanca.

L'évaluation des investissements relative à l'exploitation des gisements tunisiens a été rendue difficile par le manque de données précises, le fait d'être en principe d'un caractère définitif, et par l'absence d'un spécialiste qui est en cours de réalisation.

Nous avons opéré une comparaison avec une situation similaire en Espagne où les frais d'investissement s'élevaient à 33.500.000 pour une production de 150.000 tonnes de K_2CO_3 par an. Vu les réserves disponibles, cette exploitation semble économiquement viable. Néanmoins, le coût de production calculé sur cette base doit être considéré avec une certaine réserve.

Dans le rapport final de M. Floridi, il est indiqué qu'on peut compter sur les nouvelles réserves: 3.000.000 tonnes de K (soit 4.300.000 tonnes de K_2CO_3) qui viendraient s'ajouter aux réserves initiales de 3.200.000 tonnes de K (3.800.000 tonnes de K_2CO_3).

Une extraction annuelle de 200.000 tonnes de K_2CO_3 est alors réalisable et entraînerait une diminution du coût de production de la tonne de K_2CO_3 . Avec les mêmes restrictions on pourrait estimer ce coût à 22,00 et à 19,20 la tonne de KCl 60%. Les coûts de production des produits provenant des gisements marocains et tunisiens sont du même ordre de grandeur.

4.II. Maroc

Les deux méthodes indiquées pour le traitement des minerais marocains s'avèrent être:

- la méthode par flottation
- et celle par lixiviation

Les coûts de production sont plus bas que ceux obtenus

TABLE II

	Hélandet		Algar		Stax	
	1-2	3	1-2	3	1-2	3
180.000 t/an de H ₂ O	336,91	340,00	335,14	346,09	346,00	352,00
200.000 t/an de H ₂ O	330,62	333,40	334,05	341,53	340,17	342,00

TABLE III

200.000 t/an de H ₂ O	Grainde	Stax
Hélandet	30,68	33,20
Algar	39,05	37,11
Stax	40,47	35,34
330.000 t/an de H ₂ O		
Hélandet	16,52	17,56
Algar	23,91	22,27
Stax	24,31	25,35

c.III. Sulfate de potasse

Il semble nécessaire de rétablir la production de H₂SO₄ dans un grand centre industriel, car les éléments nécessaires à sa fabrication (H₂SO₄), et à l'utilisation des sous-produits (HCl). Deux procédés furent étudiés, le procédé Mannheim, et le procédé Climax. Le dernier, plus récent, semble le mieux adapté à cette production (voir annexe XXXV).

Ci-dessous les coûts de production d'une tonne de H₂SO₄ en malée au Maroc, en Tunisie, et dans les principaux ports voisins:

Production au Maroc (Safi)	37,22	par t K_2SO_4
prix à Alger	40,13	" " "
prix à Sfax	36,93	" " "
Production en Tunisie (Sfax)	30,71	" " "
prix à Alger	41,62	" " "
prix à Safi	42,44	" " "

Les prix par tonne de K_2O seront doubles.

e.IV. Remarques

1. Les pays maghrébins ne pourront pas ce n'est pas absorber les 200.000 tonnes de K_2O par an (sous forme de chlorure ou de sulfate). Une consommation locale estimée à 100.000 tonnes de K_2O serait possible vers 1960, reste alors à exporter l'excédent de production, soit 100.000 tonnes.

L'Egypte, le Soudan, la Lybie, la Grèce, et la Turquie peuvent être des éventuels débouchés pour la potasse maghrébine; en effet il semblerait qu'en 1960, l'Egypte consommerait 70.000 tonnes; le Soudan, 12.000 tonnes; et la Lybie, 7.000 tonnes, soit 90.000 tonnes de K_2O .

Néanmoins, il serait utile de mentionner que dans le Bassin Méditerranéen, plusieurs pays sont producteurs de potasse, notamment l'Espagne, la France, Israël, et bientôt le Jordanie. La Mauritanie de son côté n'est pas grande consommatrice de potasse, et les pays africains situés au Sud de la Mauritanie s'agrévisant probablement au Congo. La concurrence sur le marché sera donc net à dire, et une étude de marché détaillée s'avère nécessaire.

Dans cette étude, on devrait fixer la quantité, la nature, et la qualité des produits destinés à la vente:

- sous forme de chlorure de potasse
- sous forme de sulfate de potasse
- sous forme de complexes ou mixtes.
- sous forme granulée ou standard, encochés ou non.

Il serait alors nécessaire d'étudier plusieurs méthodes de production. Pour les complexes, la méthode d'attaque à l'acide nitrique peut s'avérer économique car elle consomme très peu de soufre.

Si on le rapportait à l'indice des prix CIF Alger de l'année 1969, on trouve en Algérie, par exemple, les prix CIF respectivement en 1969 de 229-33, 347, et 370. Si on ne tient pas compte de l'inflation qui a régné depuis 1969, les prix de vente de l'extérieur, ils dépasseraient un prix "prix" Alger de 23,52 par tonne. L'ECI (rappel) reste donc par rapport au prix national ci-dessus.

Depuis 1969, les prix de vente en Courant par tonne (prix net) ont augmenté considérablement: 0,10 par tonne en février 1971 et février 1971. Dans ce cas, les prix CIF Alger de 23-26 par tonne de K₂O (rappel) sont réalisables.

Si on ajoute le prix CIF Alger à 35,00, le coût de production à 23,52 et les frais de transport à 1,98, on obtient un prix de 60,50 par tonne de produit raffiné.

Le volume des pays de l'Europe de 167.000 tonnes de K₂O (140.000 tonnes de K₂CO₃) donnerait un bénéfice brut de 1.670.000. Restera à déduire pour les 167.000 tonnes de K₂O coût initial de 35,00 par tonne, le bénéfice brut de 5830.000, soit un bénéfice brut total de 2.500.000.

Les frais de vente sont les prix ceux à déduire du coût de production à leur bénéfice (0,10,52 tonnes/tonne) voir F.A. Wilson, The Marketing of Inorganic Products, p.62.

2. Les amortissements étant compris dans les coûts de l'extraction minerai et le raffinage.

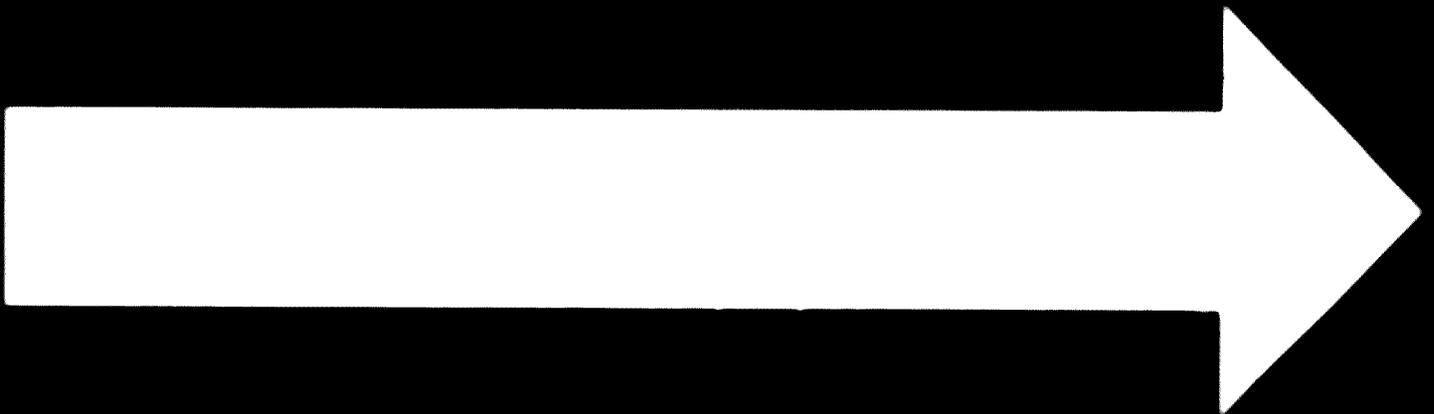
Dans un atelier de raffinage par flottation, y compris la rampe de chargement, les amortissements s'élevaient pour une production de 200.000 tonnes de K₂CO₃ par an, de

$$351.000 + 351.000 = 702.000$$

soit 2,03 par tonne de K₂O (voir annexes XIII et XVI).

Dans le coût d'extraction l'amortissement s'élève par tonne à 0,45 par tonne de minerai extrait, pour une production de 200.000 tonnes de K₂O, 2.400.000 tonnes de minerai sont nécessaires. L'amortissement correspondrait sans plus à: 1.080.000, soit 5,40 par tonne de K₂O.

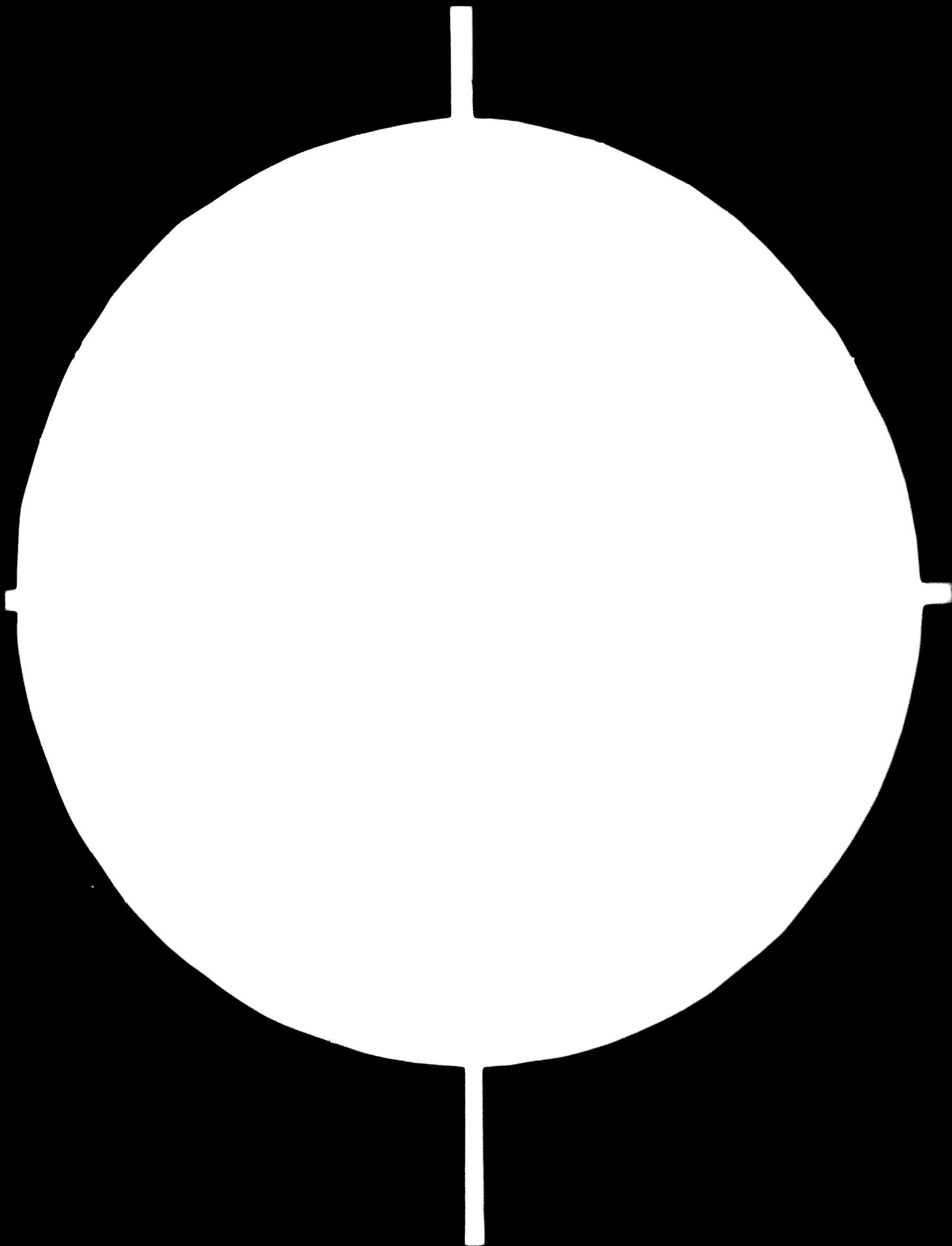
B-954



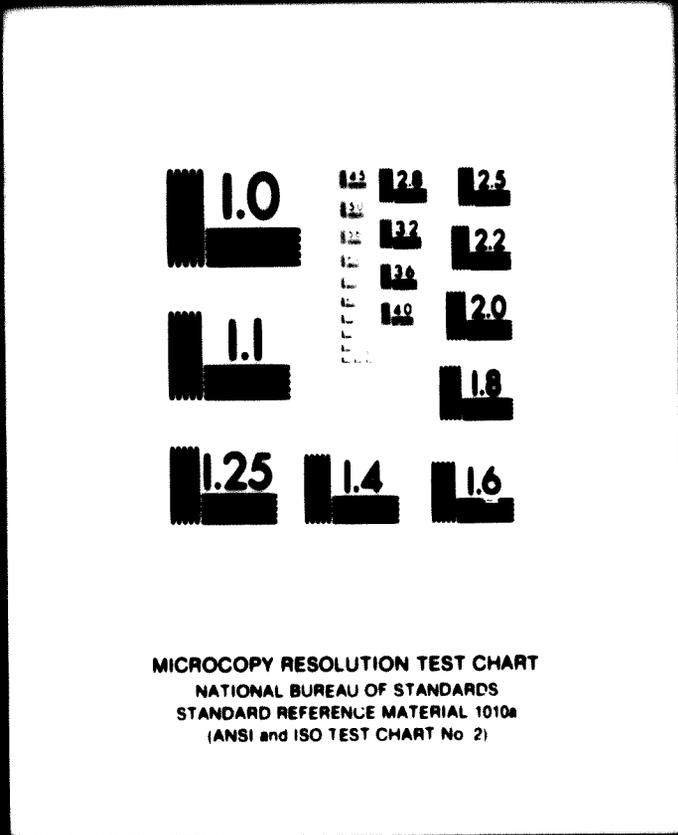
86.01.29

AD.87.04

ILL5.5+10



3 OF 3



24x
F

Le total: 1.485.000 pour 200.000 tonnes de K_2O par an, ou 7,43 par tonne de K_2O ; ou bien à 4,46 par tonne de KCl granulé.

Le bénéfice brut qui était de 2.500.000 après amortissement serait de 4.000.000 avant amortissements.

3. Bien entendu si les prix mondiaux baissent de nouveau et redeviennent ce qu'ils étaient en 1969 (15,00 en moins), le bénéfice brut deviendra égal à 850.000 par an (aucun gain à l'exportation), et le profit sera à peine viable.

Attention qu'il existe actuellement une surproduction dans le monde. Au Canada, les installations ne fonctionnent qu'à 45% de leur capacité. En Suède et en Angleterre, des usines sont en cours de construction. Une baisse de prix est toujours possible.

4. Il nous a semblé intéressant de connaître les "cash-flow" actualisés. Certains éléments mal définis ont rendu la tâche difficile, pour n'en citer que certains:

- les taux d'intérêt qui peuvent varier considérablement
- la période de construction
- la période à partir de laquelle la capacité totale est atteinte, ainsi que la marge bénéficiaire par tonne
- la possibilité d'obtenir du gouvernement une exonération d'impôts, sa durée, etc.
- les sources de capitaux, leurs taux.

Plusieurs études (étude de marché, etc.) doivent donc être entreprises pour définir tous ces points, et permettre ainsi un calcul rigoureux des bénéfices.

Nous avons pour notre part dressé (avec une certaine réserve) deux schémas de cash-flow, pour deux cas déterminés, afin de faire ressortir l'influence de ces éléments sur les bénéfices:

Le coût de production à Khémisset (annexe XXIV) est de \$ 18,52 par tonne KCl granulé. Dans ce prix est inclus l'amortissement: \$ 4,46 (p.60). Le coût de production avant amortissement est alors de \$ 14,06 par tonne. Les profits sont de \$ 10 et \$ 5 respectivement (p.59) pour le marché maghrébin et l'exportation (2 x 167.000 tonnes de KCl). Moyenne: \$ 7,50. Le prix de vente moyen (sans frais de vente (p.59) et de transport) sera alors de \$ 26,02. On arrive alors pour une production de 200.000 tonnes K₂O ou 334.000 tonnes KCl à un chiffre d'affaires de \$ 26,02 x 334.000 = \$ 8.700.000, environ à un coût de production avant amortissement de \$ 4.000.000 et à \$ 4,46 x 334.000 = \$ 1.500.000 pour les amortissements.

200.000 t K ₂ O/an	Schéma 1	Schéma 2
Taux d'intérêt	7%	7%
Investissement	\$ 10.000.000	\$ 10.000.000
Exonération d'impôt à partir de la mise en marche	5 ans	4 ans et demi
Impôt sur les profits	50%	50%
Période de construction	2 ans	2 ans et demi
Taux de capacité dans la 3ème, 4ème, 5ème année	20%, 70%, 85%	20%, 40%, 60%

Comparaison des deux schémas

Un calcul de "cash-flow" actualisé avant amortissement montre que le "pay-out time" sera atteint au bout de 5 ans et demi. Les profits nets totalisés et actualisés l'atteindront au bout de 9 ans et 11 mois (voir tableau 4). Dans le deuxième cas (tableau 5) les périodes sont respectivement de 7 ans 7 mois, et de 11 ans 2 mois. Les différences sont énormes, ce qui montre que de légères modifications dans les conditions initiales influencent considérablement les résultats.

Une étude détaillée du marché et du financement destinée à définir les conditions exactes est donc nécessaire.

TABLEAU

An	Taux de capitalisation	Dépenses		Revenus	Profit	Après amort. x 1 000		
		Invest.	Profit			Cashflow	Profit net	
0	0	1 000	-	-	-	1 000	1 000	
1	0	0	-	-	-	4 675	4 675	
2	20	0	940	1 740	1 000	500	437	
3	70	0	1 290	6 040	2 800	2 250	1 424	
4	0	0	1 600	7 400	2 600	2 125	1 601	
5	100	0	1 700	7 700	3 000	2 500	1 744	
6	100	0	1 807	8 054	3 246	2 500	1 865	
7	100	0	1 813	8 177	3 246	1 450*	1 779	
8	100	0	1 813	8 177	3 246	1 010	1 723	
9	100	0	1 813	8 177	3 246	1 000	1 640	
10	100	0	1 813	8 177	3 246	1 000	1 557	
						Total		2670

Amortissement : 100 ans
 Différence : 100 ans
 Taux de capitalisation : 20%
 Taux de rendement : 7%
 Taux de rendement : 7%

TABLEAU U
 RÉSULTATS FINANCIERS

An	Taux cap. %	Coeff. d'act. %	Dépenses		Recettes	Profit cash-flow	Cash-flow net	Après impôt		
			Inv.	Profit				Profit net	Profit net act.	
0	0	1 000	1 000	-	-	1 000	1 000	1 000	1 000	
I	0	0 73	1 000	-	-	3 700	3 700	1 000	3 700	
II	0	0 973	2 000	-	-	1 740	1 740	2 000	1 740	
3	20	0 873	-	940	1 740	625	625	1 000	473	
4	40	0 913	-	1 890	3 450	1 600	1 300	1 000	810	
5	60	0 765	-	2 820	5 220	2 400	1 831	1 500	1 347	
6	100	0 712	-	4 700	9 700	4 000	2 812	2 500	1 782	
7	100	0 666	-	7 700	14 000	4 000	2 604	2 500	1 663	
8	100	0 623	-	5 950	15 700	2 750	1 713	1 500 *	1 770	
9	100	0 589	-	3 290	14 810	1 520	877	1 250	1 700	
10	100	0 531	-	7 ans et 7 mois	-	-	-	1 250	1 600	
11	100	0 588	-	7 ans et 7 mois	-	-	-	1 250	1 600	
12	100	0 475	-	(*) impôt de 50% : 3 125	-	-	-	1 250	1 600	
								192	1 250	
								II ans et 7 mois	Zéro	Zéro

5. Dans le cas d'une production de 100.000 tonnes de K_2O par an, si l'on se base sur un prix CIF et un coût de production à Alger de \$ 35,00 et \$ 27,18 respectivement (voir annexe XXXIV), les frais de vente demeurant égaux à \$ 1,50 par tonne, le bénéfice brut serait alors de \$ 6,30 par tonne de KCl granulé ou de \$ 1.050.000 pour 167.000 tonnes de KCl.

Les investissements de la mine étant de \$ 5.000.000 et les amortissements de \$ 0,50 par tonne de minerai, l'amortissement annuel de la mine sera alors de \$ 600.000 pour une extraction de 1.200.000 tonnes par an.

Amortissements de l'usine:	
Atelier de raffinage (flottation)	\$ 216.150
Atelier de granulation	\$ 22.000
	\$ 238.150
Amortissement total	\$ 838.150
Le bénéfice après amortissement	\$ 1.050.000
Le bénéfice avant amortissement	\$ 1.900.000
L'investissement total (mine et raffinage) (voir p.II.)	\$ 8.000.000

En se plaçant dans les conditions du schéma I du paragraphe IV.1, nous avons évalué le "cash-flow" pour une production de 100.000 tonnes de K_2O par an (voir tableau 6). On constate alors que même après 19 ans les profits nets actualisés après amortissement n'auraient pas atteint le "pay-out time", il leur resterait \$ 2.500.000. Le "cash-flow", de son côté, ne l'atteint qu'au bout de 9 ans et 2 mois.

En conclusion, une production annuelle de 100.000 tonnes de K_2O ne semble pas une opération viable.

9.V. Participation

Quant aux investissements nécessaires à la réalisation de profit, il serait souhaitable qu'il y ait participation et des pays magarbins, et des pays acheteurs.

T A B L E A U 6

An	Taux de cap. %	Coeff. d'ac t. 7%	Avant amortissement x I (CC)		Après amort. x j I (CC)				
			Dépenses Inv.	Recettes Prod.	Profit cashflow	Cashflow act.	Profit net	Profit net act.	
C	C	I CCC	4 000	-	-	4 000	4 000	4 000	4 000
I	C	O 935	4 000	-	-	3 710	3 710	4 000	3 740
2	20	C 873	-	572	380	332	332	210	183
3	70	O 816	-	2 002	1 330	1 005	1 005	745	608
4	85	C 763	-	2 431	4 046	1 232	1 232	890	679
5	100	O 713	-	2 860	4 760	1 355	1 355	1 050	750
6	100	C 666	-	2 860	4 760	1 266	1 266	1 050	700
7	100	C 623	-	3 385	4 760	1 375	857	525 *	327
8	100	C 582	-	3 385	4 760	1 375	860	525	386
9	100	O 544	-	3 385	4 760	1 375	719	525	286
10	100	C 508	-	308	433	125	65	525	267
11	100	C 475	9 ans et 1 mois			ZÉRO		525	249
12	100	C 444						525	233
13	100	C 415						525	218
14	100	C 388						525	204
15	100	C 362						525	190
									2 500

Données de base :

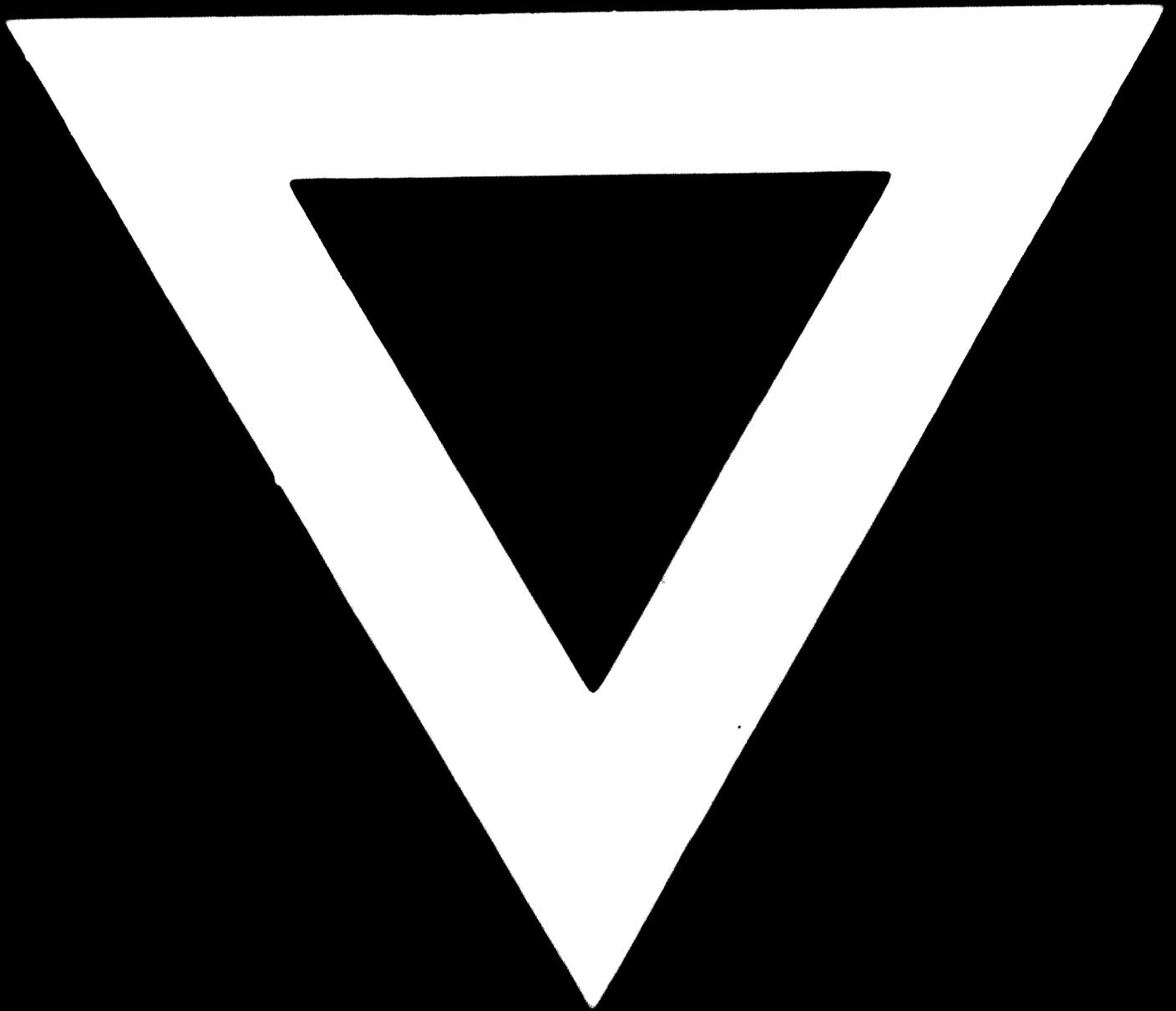
- Investissement : \$ 8 000 000
- Chiffre d'affaires : \$ 7 760 000 p.a. ou \$ 28,49 p.t. KCl granulé;
- Coût de prod. avant amort. : \$ 2 860 000 p.a. ou 17,10 p.t. KCl gra. ;
- Profit avant amort. : \$ 1 900 000 p.a.
- Amort. (p. 63) : \$ 950 000 p.a. ou \$ 5,02 p.t. KCl gran. ;
- Profit après amort. : \$ 1 500 000 p.a. ou \$ 6,30 p.t. KCl (p. 63)
- Coût de prod. à Kéribou : \$ 20.10 / KCl granulé (p. 63)

BIBLIOGRAPHIE

- Sauchelli, The Chemistry and Technology of Fertilizers (Reinhold, New York, 1960)
- Sauchelli, Manual of Fertilizer Manufacture (Davis Chemical Co., Baltimore, 1954)
- Jacob, Fertilizer Technology and Resources (Academic Press, New York, 1953)
- Ost, Chemische Technologie (Leipzig)
- Gallais, Chimie minérale (Masson, Paris, 1950)
- Happel, Chemical Process Economics (Wiley, New York, 1956)
- Wilson, The Marketing of Industrial Products (Hutchinson, London, 1968; 3rd ed.)
- Ferry, Handbook of Chemical Engineering (McGraw-Hill, New York, 1963)
- Johnstone, Minerals for the Chemical and Allied Industries (Chapman & Hill, London, 1954)
- Sandier, Mise en valeur des gisements métallifères (Masson, Paris)
- UNIDO, Manuel des fertilisants (New York, 1969)
- Garès, Progress and Development on the Extraction ... etc... of Potash (The Fertilizer Society, Proceedings, no. 95, London)
- Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology (Wiley, New York)
- Vandange, Matériel et génie chimiques (Dunod, Paris, 1953)
- BRPM, Le gisement potassique de Khémisset (Rabat, fév. 1965)
- BRPM, Traitement du minerai sylvinitique de la région de Zemmur (Rabat, déc. 1964)
- BRPM, Traitement de la carnallite (Rabat, ST598/10, déc. 1963)
- BRPM, Projet de recherches de potasse dans le bassin de Khémisset (Rabat, juillet 1970; par D.N. Pretz)
- Harding, Geological Consultant Report: Special Fund Project in Morocco. Potash Exploration in the Khémisset Basin (PNUD, Rabat, 1968)

- Howard-Goldsmith, Draft Final Report (INUD, Rabat, 1971)
- Florida, Reconnaissance lithologique, géochimique, et hydrogéologique de la Sabkhat el Melah de Zarsis (Bureau des Mines, Tunis, mars 1969)
- Florida, La Sabkhat el Melah de Zarsis: géologie géochimie, hydrogéologie (Office national des Mines, Tunis, juin 1971)
- Société tunisienne de Banque, Informations économiques: gisements de sels de potasse du Sud tunisien (Tunis, déc. 1960)
- SEDES, Etude d'un complexe industriel dans le Sud tunisien (1962?)
- Polservice Consulting Engineers, Mallahat al Larriah Salt Deposit (Cracow, 1967)
- Bahne, Muttawa, Ayoub, A Study of Fertilizer Markets within the Maghreb Countries (CEIM, Tanger, 1969)
- Bahne, Muttawa, Ayoub, A Study of Export Markets and the Competitive Situations for Maghrebian Fertilizers (CEIM, Tanger)
- United Nations, Directory of Fertilizer Production Facilities: Part I: Africa (New York, 1970)
- Battelle Institute, Le marché de la potasse au Maroc et dans les pays voisins (Frankfurt, mai 1970)
- Phosphorus and Potassium, 1967-1971 (The British Sulphur Corp., London)
- C. Figuet, Bilan de sondages de recherche de potasse effectués sur le bassin triasique de Khénisset (BRPM, Rabat: tome I, 1964; tome II, 1966; tome III, oct. 1966; tome IV, mars 1968; tome V, oct. 1969; tome VI, déc. 1969)
- A. Azmy, Note sur les résultats des derniers sondages (BRPM, Rabat, fév. 1969)

B-954



86.01.29

AD.87.04

ILL5.5+10