

**RAPPORT DEFINITIF DE L'ETUDE GEOLOGIQUE**  
**DU GISEMENT DE GHASSOUL DE TAMDAFELT KSABI**  
**(JBEL GHASSOUL)**

**BASSIN DE MISSOUR KSABI**

---

**SUBSTANCE : GHASSOUL**

## SOMMAIRE

<b>RÉSUMÉ</b> .....	1
<b>I.- GENERALITES</b> .....	2
I -1.- <u>SITUATION GEOGRAPHIQUE</u> .....	2
I -2.- <u>HISTORIQUE D'EXPLOITATION DU GHASSOUL</u> .....	2
I -3.- <u>HISTORIQUE DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET TECHNOLOGIQUE DU GHASSOUL</u> .....	3
<b>II.- CADRE GEOLOGIQUE</b> .....	4
II -1.- <u>CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL</u> .....	4
II -2.- <u>CADRE GEOLOGIQUE LOCAL</u> .....	4
<b>III.- MINERALOGIE DU GHASSOUL ET DES NIVEAUX ENCAISSANTS</b> .....	6
III -1.- <u>REPARTITION DES MINERAUX NON ARGILEUX</u> .....	6
III -2.- <u>REPARTITION DES MINERAUX ARGILEUX</u> .....	6
III -2 -A.- <u>Minéraux argileux détritiques</u> .....	6
III -2 -B.- <u>Minéraux argileux magnésiens d'origine chimique</u> .....	7
III -2 -C.- <u>Smectites alumineuses</u> .....	7
<b>IV.- GENESE DU GHASSOUL</b> .....	8
<b>V.- GEOCHRONOLOGIE DU GHASSOUL</b> .....	10
<b>VI.- TRAVAUX REALISES ET RESULTATS</b> .....	11
VI-1.- <u>SECTEUR DE L'ASLA</u> .....	11
VI-1a.- Galerie de l'Asla N° 6.....	11
VI-1b.- Galerie de l'Asla N° 3.....	11
VI-1c.- Galerie de l'Asla N° 4.....	11
VI-1d.- Galerie de l'Asla N° 5.....	12
VI-2.- <u>SECTEUR DE GHACHOUA</u> .....	12
VI-2a.- Galerie de Ghachoua N° 1.....	12
VI-2b.- Galerie de Ghachoua N° 2.....	12
VI-2c.- Galerie de Ghachoua N° 3.....	12
VI-2d.- Galerie de Ghachoua N° 4.....	13
VI -3.- <u>SECTEUR DE RAS CHAABA</u> .....	13
VI- 3a.- Galerie de Ras Chaaba N° 1.....	13
VI-4.- <u>SECTEUR DE NAKHLA</u> .....	13
VI-4a.- Galerie de Nakhla N° 1.....	13
VI-4b.- Galerie de Nakhla N° 2.....	14
VI-5.- <u>SECTEUR FARAJI</u> .....	14
VI-5a.- Galerie de Faraji N° 1.....	14
VI-6.- <u>SECTEUR HAUCHE</u> .....	14
VI-6a.- Galerie de Haouche N° 1.....	14

<b>VI-7.- SECTEUR SAIDA</b> .....	15
VI-7a.- Galerie de Saïda N° 1.....	15
VI-7b.- Galerie de Saïda N° 2.....	15
<b>VI-8.- SECTEUR GHCHIOUA</b> .....	15
VI-8a.- Galerie de Ghchioua N° 1.....	15
VI-8b.- Galerie de Ghchioua N° 2.....	15
VI-8c.- Galerie de Ghchioua N° 3.....	15
VI-8d.- Galerie de Ghchioua N° 4.....	16
<b>VI -5.- TRAVAUX DIVERS</b> .....	16
<b>VI -6.- TRAVAUX DE RECHERCHE PAR TRANCHEES</b> .....	16
VI-10a.- Tranchée TBH N° 1.....	16
VI-10b.- Tranchée TBH N° 2.....	17
VI-10c.- Tranchée TBH N° 3.....	18
VI-10a.- Tranchée TBH N° 4.....	18
VI-10b.- Tranchée TBH N° 5.....	19
VI-10c.- Tranchée TBH N° 6.....	19
VI-10a.- Tranchée TBH N° 7.....	20
VI-10b.- Tranchée TBH N° 8.....	20
VI-10c.- Tranchée TBH N° 9.....	21
VI-10a.- Tranchée TBH N° 10.....	21
VI-10b.- Tranchée TBH N° 11.....	22
VI-10c.- Tranchée TBH N° 12.....	22
VI-10c.- Tranchée TBH N° 13.....	23
<b>VII -<u>PRODUCTION DE GHASSOUL</u></b> .....	24
VII -1.- <u>EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE 1993</u> .....	24
VII -2.- <u>EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE 1994</u> .....	24
VII -3.- <u>EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE 1995</u> .....	24
VII -4.- <u>EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE 1996</u> .....	25
VII -4.- <u>EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE 1997</u> .....	25
VII -5.- <u>EVOLUTION ANNUELLE DE LA PRODUCTION DE 1993 A 1997</u> .....	25
<b>VIII.- CONCLUSION</b> .....	26
<b>IX.- PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS</b> .....	26
IX -1.- <u>ZONE DU GISEMENT DE JBEL GHASSOUL</u> .....	28
IX -2.- <u>ZONE DU GISEMENT DE CHMORRIA</u> .....	29
IX -3.- <u>RECOMMANDATIONS</u> .....	29
<b><u>BIBLIOGRAPHIE</u></b> .....	30

## RESUME :

Un rappel de l'historique des conditions d'obtention des droits d'exploitation du Gisement de ghassoul de Tamdafelt depuis 1786 à nos jours retrace les démarches et l'évolution de ces conditions. On note aussi que, depuis 1843, les résultats d'analyses chimiques et définition ne cessent d'être revus.

Le bassin de Tamdafelt, faisant partie du bassin de Missouri, est constitué de formations mésozoïques, tertiaires et quaternaires. Les formations du Tertiaire sont constituées de 4 niveaux lithologiques dont le 3ème est le niveau porteur de ghassoul.

L'étude minéralogique de ce ghassoul réalisée sur plusieurs échantillons par diffraction de rayons X a montré que c'est une smectite magnésienne (stévensite), se trouvant parfois associée à l'attapulgite et à la sépiolite. Plusieurs hypothèses ont été avancées pour la détermination de la genèse du ghassoul.

Quant aux travaux réalisés depuis 1993, en plus des secteurs d'Asla, Ghchioua, Ghachoua, Ras Chaaba, Nakhla, etc. ... sur lesquels des travaux souterrains d'exploitation ont été réalisés, plusieurs secteurs, durant les années 1996 et 1997, ont fait l'objet de travaux sporadiques et ont permis l'extraction de 1066 t de ghassoul brut, équivalent à 639t de ghassoul marchand en 1996 et de 1722t de ghassoul brut, soit 1033t de ghassoul marchand en 1997.

Le programme de travaux de recherche par creusement de tranchées et de galeries, entamé en 1996 sera poursuivi en 1998. Entre 1996 et 1997, treize tranchées totalisant 466, 50m de long ont été réalisées dans le Jbel Rasfat Ben Addou.

La production, depuis Février 1993 à fin 97, s'élève à 25302 t de ghassoul brut équivalentes à 15182 t de ghassoul marchand dont le commentaire de l'évolution de la production mensuelle portant sur ces cinq années est traduit par la fourniture de tableaux et de graphes statistiques.

Les galeries de recherches et d'exploitation travaillées en 1996 et 1997 totalisent 1747m de long de galeries principales, de recoupes, de cheminées et de petits puits.

## **I. - GENERALITES :**

### **I - 1. - SITUATION GEOGRAPHIQUE :**

Le "Jbel Ghassoul" se localise à environ 20 km, à vol d'oiseau, au Nord-Est du village de KSABI, relevant de la Province de BOULEMANE, dans le versant Nord-Ouest de la Vallée de la Moyenne Moulouya " Bassin de Missour " ( Fig. 1 )

Le point le plus culminant du secteur de "Jbel Ghassoul" est de 1439m ( Jbel Rasfat Ben Addou ) d'altitude. Ce jbel est traversé par des ruisseaux et des talwegs , affluants de la rive Nord-Ouest de l'Oued Moulouya.

L'accès au gisement du "Jbel Ghassoul" se réalise à partir de la route MIDELT - MISSOUR et aussi, au niveau de l'ancienne gare de trains , près du village de Tamdafelt , par une piste carrossable de 15 km.

### **I - 2. - HISTORIQUE D'EXPLOITATION DU GHASSOUL :**

Le ghassoul ( rhasoul ) est connu comme produit de blanchissage et comme shampoing naturel depuis des siècles , car les premières exploitations artisanales par galeries de section très réduite , reconnues officiellement, datent du XVIII siècle :

\* Le 14 Mars 1786 apparaît le premier " Dahir d'Intifaa " ( de jouissance ) , édité par le sultan Sidi Mohamed Ben Abdellah Ben Ismail , au profit des " Chorfas Oulad Moulay Ali " de KSABI de la Moulouya pour l'exploitation du gisement de ghassoul du KSABI , qui devaient verser la moitié des redevances au Trésor de l'Etat.

\* Le 23 Mai 1947, les " Chorfa d'Oulad Moulay Ali " de KSABI de la Moulouya et l'Administration des Domaines décidèrent de remettre leurs droits d'exploiter le gisement de ghassoul à une entreprise moderne, la Société des Argiles Bou Adra ( SABA ), chargée de conduire une recherche et une exploitation plus rationnelle du gisement et devant, en contre partie, verser une redevance à partager pour moitié entre le Trésor de l'Etat et les " Chorfas " de KSABI.

\* En 1954, c'est la Société SEFRIQUI qui avall pris la relève, en remplaçant la SABA, jusqu'à ce jour (SOCIETE DU GHASSOUL ET DE SES DERIVES SEFRIQUI S.A).

\* Le 06 Décembre 1960 apparaît un " Dahir " , qui modifia le premier " Dahir " du 14 Mars 1786, concédant la part des " Chorfas " à la Commune Rurale de KSABI de la Moulouya.

\* Actuellement, les droits d'exploitation se font par un CAHIER DES CHARGES réglementant l'adjudication, par soumission sous plis cacheté, du droit de recherches et d'exploiter le Gisement de Ghassoul de KSABI.

### 1-3.- HISTORIQUE DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET TECHNOLOGIQUES DU GHASSOUL :

Les premiers résultats d'analyse chimique d'un échantillon de ghassoul, rapporté par RAVERGIE d'Algérie, membre de la " Commission Scientifique de France en Algérie ", fut analysé par DAMOUR en 1843 ( Tableau I, éch. 1 ).

Postérieurement, en 1923, BARTHAUX avait donné d'autres résultats d'analyse chimique du ghassoul ( Tableau I, éch. 2 )

La première définition macroscopique du ghassoul ou " terre à ghassoul " a été donnée par DAMOUR ( échantillon humide ) et amplifiée postérieurement par BARTHAUX ( échantillon sec ) : Le ghassoul est une terre brun chocolat, tendre, se laissant couper au couteau, à la manière du savon ( DAMOUR, 1843 ). En séchant, il brunit et durcit, devient noirâtre et prend la consistance et la dureté du talc. Elle, "terre à ghassoul", se couvre par exsudation d'une pellicule blanche de sulfate de chaux ( BARTHAUX, 1923 ).

Ces deux résultats d'analyse chimique, ci-dessus, servaient de référence pour classer le ghassoul dans la famille des silicates jusqu'à 1952 : « Le ghassoul a été considéré comme une magnésite par DAMOUR(1843), LACROIX (1893) et BARTHAUX (1923). Postérieurement, il a été assimilé aux sépiolites par MIGEON (1936) et LAPPARENT (1936). L'étude de ghassoul par diffraction des rayons X a révélé qu'il est formé de montmorillonite ( MILLOT, 1949 ) ».

Les résultats d'analyse chimique des quatre échantillons de ghassoul, prélevés par JEANNETTE en 1952 ( Tableau I, éch. 3 à 6 ), confirment la haute teneur en MgO du ghassoul. L'échantillon de ghassoul vert, de fissure ( Tableau I, éch. 6 ), a été décrit par cet auteur comme plus alumineux, vu la teneur élevée en  $Al_2O_3 = 12,85 \%$  et la teneur basse en  $MgO = 13,85 \%$ , par rapport au ghassoul, montrant que seules les argiles brunes ( ghassoul ) étaient très magnésiennes.

MILLOT (1954) avait considéré que le ghassoul est le minéral le plus magnésien de la " série de montmorillonite ", et postérieurement comme stévensite, en abandonnant le nom de " ghassoulite ", vu que le nom de stévensite existait avant celui de " ghassoulite " ( FAUST, HATHAWAY et MILLOT, 1959 ) et que la richesse en lithium le rapproche des hectorites ( tableau I, éch. 7 ).

Depuis 1954, plusieurs travaux de recherches géologiques, technologiques et chimiques ont été réalisés par différents géologues à l'étranger et au Maroc : Lucas J., Aiss M., Prévôt L., Barrakad A., Duranger Ph., Rischer F., Faust G. T., Hathaways J. C., Trauth N., Benamimi M., etc. ...

Des analyses chimiques de vérification et de contrôle ont été réalisées au Laboratoires du Ministère de l'Energie et des Mines à Rabat et à Casablanca, sur tout chaque fois qu'il y a une exportation de ghassoul, à la demande du client. ( Annexes 1 à 4 ).

Tableau I : RESULTATS D'ANALYSE CHIMIQUE DU GHASSOUL EN %

Ech	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	S	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	C <sub>3</sub> O	H <sub>2</sub> O*	FeO	Li <sub>2</sub> O	F	H <sub>2</sub> O	Total
1	55,00	1,20	28,00	0,01	1,40	—	0,52	—	—	—	—	10,35	—	—	—	—	98,48
2	51,42	0,89	20,75	2,92	1,04	0,28	0,56	—	0,34	0,80	—	20,70	—	—	—	—	89,70
3	58,00	1,40	28,10	0,85	0,80	0,60	0,50	0,15	—	0,17	3,00	6,10	—	—	—	—	99,67
4	57,47	0,65	26,90	1,30	1,00	0,40	0,60	0,20	—	0,30	4,80	6,45	—	—	—	—	100,25
5	56,30	2,60	26,50	0,85	0,80	0,70	0,45	0,30	—	0,20	4,80	6,50	—	—	—	—	100,10
6	50,30	12,85	13,85	0,75	3,35	1,05	3,42	0,40	—	0,45	4,75	8,10	—	—	—	—	99,27
7	55,02	1,12	24,89	0,54	—	0,94	0,43	—	—	—	0,30	6,42	0,70	0,36	3,22	7,68	101,80

Ech 1 : DAMOUR, 1843

Ech 2 : BARTHOUX, 1923

Ech 3 à 6 : JEANNETTE, 1952

Ech 7 : FAUST, HATHAWAY et MILLOT, 1959

## **II.- CADRE GEOLOGIQUE :**

### **II - 1.- CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL :**

Le Bassin de Missour de la Moyenne Moulouya est constitué principalement par des dépôts tertiaires et quaternaires avec des butes témoins de formations mésozoïques ( Crétacé ) dans des montagnes à l'intérieur du bassin comme Jbel Tarnil, Jbel Missour et Jbel Tamdafelt. Il se trouve coïncé par le Moyen Atlas à l'Ouest et Nord-Ouest et par le Haut Atlas au Sud et Sud -Est, près de Midelt et par les Hauts Plateaux à l'Est et Nord-Est du bassin ( Fig. 1 ).

Le Jurassique du Haut Atlas et du Moyen Atlas est constitué par des formations calcaro-dolomitiques et dolomies liasiques et par des dépôts calcaro-marneux et marneux du Dogger ( faciès de fosse profonde ).

Le Jurassique des Hauts Plateaux est formé par des calcaires, des calcaires dolomitiques, des dolomies et des calcaires marneux.

La sédimentation durant le Jurassique Supérieur et pendant le Crétacé est constituée par des faciès continentaux et épicontinentaux, principalement de calcaire et de marnes.

La tectonique atlasique et les phénomènes d'affaissement de la Moyenne Moulouya ainsi que l'érosion des formations atlasiques et la sédimentation durant le Tertiaire et pendant le Quaternaire sont la cause de la morphologie du Bassin de Missour.

Dans le Bassin de Tamdafelt, qui fait partie du Bassin de Missour, les formations des bordures occidentales sont constituées par des brèches et conglomérats passant latéralement vers l'intérieur du bassin à des formations détritiques, à des marnes et argiles, à des gypses et des carbonates dolomitiques à intercalations d'argiles verdâtres, des marnes et des argiles mielleuses et noirâtres (ghassoul ) à des nodules de silice. Ces formations sont surmontées par des calcaires dolomitiques silicifiés par place qui constituent les corniches dolomitiques. Le gisement de ghassoul de Jbel Ghassoul se localise sous les formations calcaro-dolomitiques ( " corniche dolomitique " ).

### **II - 2 - CADRE GEOLOGIQUE LOCAL :**

Dans le périmètre du Jbel Ghassoul ( Fig. 2 et 2bis ), les quatre niveaux ou formations rencontrés, de bas en haut, sont :

\* Le premier niveau ou « Série argilo-gypseuse » est formé par des formations argilo-gypseuses ou marno-gypseuses rougeâtres . La topographie de ces faciès nous donne une idée de la richesse du niveau en gypse : La présence des pentes abruptes veut dire que le niveau est riche en gypse, et si la pente est douce, le niveau est plutôt composé par des argiles marneuses à gypse.



Ce niveau, en général, constitue une série détritique, car elle est formée par des grains de gypse cimentés par des argiles marneuses. Il se localise dans les parties basses, dans les vallées et les talwegs.

\* Le deuxième niveau est constitué par des formations gypseuses blanchâtres qui surmontent la série de marne gypseuse rougeâtre. Il est formé essentiellement par des gypses massifs, saccharoïde de couleur blanchâtre, avec peu d'argile. Dans ce niveau, on rencontre du gypse fibreux comme remplissage de fractures et de fissures. Il est suivi en général par des argiles verdâtres de la "série à ghassoul".

\* Le troisième niveau ou "série à ghassoul" est constitué par une alternance d'argiles, marnes carbonatées et bancs de carbonates dolomitiques. Les argiles verdâtres, à la base, surmontées par des argiles rougeâtres à cassures conchoïdale passent à des argiles brunes ou noirâtres plus au moins feuilletées. C'est dans ce niveau que se présente le ghassoul constitué d'une ou de plusieurs couches d'épaisseur irrégulière, étant donné l'allure lenticulaire de l'ensemble.

Le gypse est présent dans toutes ces couches : en filonnets, en stockwerk, en amas; en cristaux disséminés, en forme de roses de sable, et parfois intimement imbriqué avec le silex ou silexites.

Le silex ou jaspe ou silexite se trouve associé aux couches de ghassoul et aux bancs de calcaire dolomitique et calcaire marneux, ainsi que le silex qui a épigénisé des cristaux de gypse en gardant leur forme initiale.

Dans des couches à ghassoul ainsi que dans celles d'argile verdâtre, des morceaux d'os de vertébrés ont été rencontrés dans la galerie d'Asla 3; dans des calcaires et marnes, des petits gastéropodes de taille microscopique à millimétrique ont été trouvés. Ils n'ont pas été encore identifiés.

\* Le quatrième niveau ou "corniche dolomitique" est constitué par plusieurs bancs de calcaires et dolomies massifs, silicifiés par place en banc, qui sont séparés par des lits d'argiles et marnes ou par des joints de même nature ou diastèmes.

### **III.-MINÉRALOGIE DU GHASSOUL ET DES NIVEAUX ENCAISSANTS:**

L'étude de la répartition minéralogique des minéraux non argileux et celle des minéraux argileux a été conduite par diffraction de rayons X. Elle a été réalisée sur plusieurs échantillons, prélevés dans le périmètre du Jbel Ghassoul ; de roche totale et de fractions fines inférieures à 2 $\mu$ . Les résultats obtenus sont décrits ci-dessous.

#### **III - 1.- REPARTITION DES MINERAUX NON ARGILEUX :**

\* Le gypse est le minéral le plus abondant dans la Concession. Il se trouve associé à tous les faciès rencontrés, des séries détritiques ( conglomératiques et argileuses ) jusqu'aux formations de carbonates supérieurs ( comiche dolomitique ), en passant par la "série à ghassoul".

\* La dolomite et la calcite sont présentes, à Jbel Ghassoul, dans les formations carbonatées associées aux séries gypseuses, à la " série à ghassoul " et à la série de la "comiche dolomitique " ; par place, c'est la dolomite qui domine et par place, la calcite prédomine.

\* La célestine se rencontre principalement dans les formations dolomitiques, là où la dolomite est abondante et dans les séries gypso-dolomitiques. Elle n'est pas présente dans les zones purement à calcite.

\*La silice est présente, dans le Jbel Ghassoul, sous forme de silex et / ou d'opale plus ou moins cristallisés. Ils sont présents à l'intérieur des couches de ghassoul, sous forme de rognons, à l'intérieur des carbonates, sous forme de nodules ou sous forme de tables de quelques centimètres de puissance ; ces dernières constituant le toit des galeries d'exploitation. Ce type de silice est un indicateur pour la recherche du ghassoul : là où il y a du silex ou silexite, on rencontre le ghassoul.

\* Le quartz en grains cristallisés, détritique, se rencontre principalement à l'Ouest de la Concession, associé aux séries argilo-conglomératiques. Il est de moins en moins présent au centre du bassin.

#### **III - 2.- REPARTITION DES MINERAUX ARGILEUX :**

Dans le périmètre de la Concession de Tamdafelt, ces minéraux sont comme suit :

##### **III - 2 - A.- Minéraux argileux détritiques :**

\* L'illite est le minéral le plus répandu. Elle ne se rencontre pas dans les couches de ghassoul.

\* La chlorite est peu abondante.

### III - 2 - B.- Minéraux argilleux magnésiens d' origine chimique :

\*Le ghassoul est la smectite la plus abondante à Tamdafelt. Il se rencontre principalement dans la " série à ghassoul ". On le reconnaît macroscopiquement, à l'oeil nu. Les autres smectites sont aussi abondantes partout dans presque tous les faciès.

\*L'attapulgite se trouve associée avec des smectites et aussi dans des zones où cette argile est dominante, comme dans les environs du Jbel Hariga, du Château et de la Table.

\*La sépiolite, moins fréquente que l'attapulgite, est associée avec les smectites magnésiennes ( ghassoul ). La présence de la sépiolite pourrait être un indicateur de recherche de ghassoul .

### III - 2 - C.- Smectites alumineuses :

\* Les smectites alumineuses sont fréquentes dans le " niveau à ghassoul " .

#### IV .- GENESE DU GHASSOUL :

La genèse des argiles smectiques ( montmorillonite ) du Maroc a été amplement discutée par plusieurs auteurs :

\* Pour YOVANOVITCH ( 1936 ), FREY et al. ( 1938 ), YOVANOVITCH et FREY ( 1937 ), les argiles smectiques proviennent de l'hydratation de matériel volcanique liquide.

\* Pour DE LAPPARENT ( 1936 , 1937 ), ces argiles smectiques proviennent des produits d'altération de roches volcaniques instables. Ces produits, sédimentés en milieu lacustre ou saumâtre, réagissent avec des sels de magnésium pour former de la montmorillonite

\*URBAIN ( 1941 ), admettant l'hypothèse de DE LAPPARENT, avait considéré la montmorillonite intimement associée à une amphibole ; il avait admis une formation de montmorillonite à partir de silicates aluminomagnésiens, et envisage que cette pseudomorphose peut se faire par altération.

Ces théories s'appliquaient aux smectites calciques, calcosodiques ou sodiques d'origine volcanique : ( type bentonites du gisement de Camp - Bertaux ( Taourirt ), des gisements de bentonites de Providencia, de Bouhoua, etc., de la région de Nador ( Maroc ), les gisements de bentonites de l'Algérie et ceux du Sud-Est de l'Espagne. Tous ces gisements sont associés avec des formations volcaniques néogènes ( Tortono - Messinien ).

Pour le ghassoul, smectite essentiellement magnésienne ( stévensite ) du Bassin de Tadmefelt, qui n'a pas de rapport avec des produits volcaniques, plusieurs origines ont été avancées par différents auteurs :

\* DE LAPPARENT ( 1936 ) a proposé une réaction directe des gels de silice et des sels magnésiens. Cette réaction a été appelée " néoformation " par MILLOT ( 1949 ).

\* JEANNETTE ( 1952 ), reprenant et précisant une idée de DE LAPPARENT ( 1936 ), a considéré que le ghassoul s'est déposé dans un bassin lacustre ou lagunaire, en climat désertique.

\* Pour URBAIN ( 1941 ), MILLOT ( 1949 ), TRAUTH ( 1977 ) et AISS ( 1984 ), le ghassoul ou stévensite était considéré comme une argile de néoformation de bassins évaporitiques.

"Ces argiles, après l'étude du Bassin de Mormoiron et celui de Sallinelles en France, font partie intégrante de la séquence montmorillonite - attapulgite - sépiolite".

Le Jbel Ghassoul a fait l'objet de nombreuses études géologiques : sédimentologiques, géochimiques, minéralogiques... etc. pour préciser la genèse du ghassoul (smectite magnésienne) rencontré dans les sédiments carbonatés dolomitiques et gypseux, (sédimentation chimique).

\*Pour A. CHAH, P.DURINGER, M. AISS et F. RISACHER, la genèse de la stévensite du Jbel Ghassoul est due à une transformation diagénétique précoce de dolomies à silex.

Le ghassoul de Tamdafelt se forme par une transformation diagénétique en trois étapes, après le dépôt de calcaire lacustre, près de la bordure occidentale d'un lac d'eau douce du Tertiaire du Bassin Missour - Ksabi :

- 1.- Dolomitisation du dépôt de calcaire lacustre.
- 2.- Silicification de la dolomie.
- 3.- Argilisation de la dolomie silicifiée (formation de ghassoul ou stévensite).

Le ghassoul de Tamdafelt est associé avec la dolomie silicifiée et au silex. La plupart du temps, le ghassoul est rencontré à l'intérieur de la dolomie silicifiée et altérée ( argilisée ). Le contact entre le ghassoul et la dolomie argilisée n'est visible que par la différence de couleur, brun pour le ghassoul et blanc ou gris pour la dolomie altérée tout en conservant la structure de la dolomie. Par endroit, à vu d'œil et au cas où on ne le touche pas, on rencontre même du ghassoul gris à blanc qui est semblable à la dolomie altérée ( photos 9 à 12 et coupes photos 9 à 12 ).

4.- Postérieurement, il y a eu une gypsification de l'ensemble : on trouve de la dolomie, parfois, transformée partiellement ou totalement en gypse et par place, on rencontre du silex et du ghassoul gypsifiés.

## V.- GEOCHRONOLOGIE DU GHASSOUL :

Plusieurs auteurs ont attribué les formations du Jbel Ghassoul à l'Oligo - Miocène puis au Pliocène sur des bases paléontologiques assez fragiles ( BENAMMI M. et GAEGER J. J. , 1997 ).

L'étude paléontologique réalisée par MM BENAMMI M. ET JAEGER J. J. sur des restes de micromammifères et particulièrement de huit espèces de rongeurs trouvés dans une couche argileuse du Jbel Ghassoul a permis d'attribuer les formations continentales lacustres du Jbel Ghassoul à la partie supérieure du Miocène moyen ( 14 à 12,5 Ma ).

Les huit espèces de micromammifères rencontrées, qui sont communs dans tous les gisements du Miocène moyen supérieur continental du Maghreb, sont :

- Myocricetodon cherifiensis ( Lavocat, 1952 ).
- Africanomys pulcher ( Lavocat, 1961 ).
- Metasayimys jebeli ( Jaeger, 1971 ).
- Protalactaga cf. moghrebiensis ( Jaeger, 1977 ).
- Microdyromys ambiguus ( Jaeger, 1977 ).
- Myocricetodon parvus ( Jaeger, 1977 ).
- Mellalomys ampsagensis ( Coiffait, 1991 ).

L'étude détaillée de ces espèces et de leurs datation du Miocène sont décrites dans le rapport constituant la Thèse Doctorale de Mouloud BENAMMI : " Etude biochronologique et magnetostratigraphique des bassins continentaux néogènes du Maroc ( Bassin d'Aït Kandoufa et formation du Jbel Ghassoul ).

## **VI. - TRAVAUX REALISES ET RESULTATS :**

Entre 1993 et 1997, plusieurs travaux de recherches et d'exploitation par galeries et en surface ont été réalisés. Ces travaux sont confirmés par la production de ghassoul exploité durant cette période ( Tableau II ).

Durant les années 1996 et 1997, des travaux de recherche et d'exploitation ont été réalisés dans les secteurs suivants ( Fig. 2 et 2bis ) :

### **VI - 1.- SECTEUR DE L'ASLA :**

Les galeries de l'Asla N° 3 et N° 6 ont fait l'objet de travaux avant 1996 et les galeries de recherches l'Asla N° 4 et N° 5 ainsi que la suite de travaux d'exploitation de la galerie de l'Asla N° 3 ont été réalisés en 1997. Elles se localisent dans la partie Nord-Est de Jbel Ghassoul ( Fig. 2 et 2bis ).

#### **VI - 1a.- Galerie de l'Asla N° 6 :**

Elle a été réalisée à flanc de coteau de direction N 75° E à N 35° E et totalise 210m de long, dont 141m. de galerie principale et 69m. de recoupes et niches ( Fig. 3 ). La largeur moyenne et la hauteur moyenne sont de 2m, chacune.

La production de ghassoul extrait de cette galerie pendant les mois d'Avril, Mai et Juin 1996 est de 103t. de ghassoul brut équivalent à 62L de ghassoul marchand.

La galerie de l'Asla N° 6 a été arrêtée fin Juin 1996, vu la faiblesse de la puissance des couches de ghassoul.

#### **VI -1b.- Galerie de l'Asla N° 3 :**

Elle a fait l'objet de travaux totalisant 310m. de long entre la galerie principale et les recoupes ( Décembre 1996 ). En 1997, il a été réalisé 110m de long de galeries. La largeur moyenne est de 2m. et la hauteur moyenne est de 1,50m. Elle est actuellement en activité.

La production des neuf mois ( Avril à Décembre 1996 ) s'élève à 1205 L de ghassoul brut ou 723 t. de ghassoul marchand. Ce ghassoul est d'une très bonne qualité.

#### **VI -1c.- Galerie de l'Asla N° 4:**

La galerie de l'Asla N° 4 se localise au Sud - Est de la galerie de l'Asla N°3, dans le flanc Est du talweg de cette dernière galerie. Les travaux de recherches ont

commencé au deuxième semestre de 1997, totalisant 22m de long de galerie principale et d'une cheminée de 2,10m de hauteur ( Fig. 11 ).

#### **VI - 1d.- Galerie de l'Asla N° 5 :**

La galerie de l'Asla N° 5 se situe entre les galeries de l'Asla N° 3 et l'Asla N° 6. Elle a fait l'objet de travaux de recherches de 21m de long de galerie principale et d'une petite recoupe de 2m de long dans le deuxième semestre de 1997 ( Fig. 11 ).

La production de ghassoul du secteur de l'Asla, Janvier - Novembre 1997 s'élève à 1018,8L de ghassoul brut équivalent à 611,28t. de ghassoul marchand.

#### **VI - 2.- SECTEUR DE GHACHOUA :**

Ce secteur se localise au Nord-Est de la cité d'ouvriers et au Sud du Cot Bèche "Jbel Boulemane " ( Fig. 2 et 2bis ). Dans ce secteur, la galerie N° 1 a été commencée avant 1996 et les galeries N° 2, 3 et 4 l'ont été en 1996.

#### **VI - 2a.- Galerie de Ghachoua N° 1 :**

La galerie de Ghachoua N° 1( Fig. 5 ) a fait l'objet d'un creusement d'une galerie principale de 87 m. de long et de direction N 260° E à N 285° E, de cinq recoupes et d'une cheminée d'aération de 5 m. de hauteur ; au total, 150 m. de galeries ont été creusés. La largeur et la hauteur moyennes sont, respectivement, de 2 m. et de 1,70 m.

La production de ghassoul de cette galerie, entre Avril et Décembre 1996, est de 488 t. de ghassoul brut équivalent à 293 t. de ghassoul marchand.

#### **VI - 2b.- Galerie de Ghachoua N° 2 :**

La galerie de Ghachoua N° 2( Fig. 6 ) est constituée par 19 m. de galerie principale, de direction N 70° E, d'une cheminée de 2 m. de hauteur et d'une galerie supérieure de 7 m. de long ; au total, 28 m. de galerie ont été creusés. La largeur et la hauteur moyennes sont, respectivement, de 2 m. et de 1,50 m.

La production des mois d'Avril, Mai et Septembre 1996 est de 72 L de ghassoul brut soit 43 L de ghassoul marchand.

#### **VI - 2c.- Galerie de Ghachoua N° 3 :**

La galerie de Ghachoua N°3 de direction N 40° E est une galerie de recherche qui a été commencée en Novembre 1996. Actuellement, elle mesure 20m de long ( Fig. 7 ) et est arrêtée provisoirement.



#### **VI- 4b.- Galerie de Nakhla N° 2 :**

La galerie de Nakhla N° 2, de direction N 298° E ( Fig. 10 ), est constituée par une galerie principale de 50 m. de long, et au bout, une cheminée de 2 m. de hauteur, suivie d'une galerie supérieure et une recoupe totalisant 20 m. de long et par 105 m. de recoupes dans la galerie inférieure. Au total, 177 m. de galeries ont été creusés ( fin Décembre 1996 ) avec une largeur et une hauteur moyennes, respectivement, de 2 m. et de 1,70 m.

Entre Janvier et Novembre 1997, 39m de galerie et quatre cheminées totalisant 11m de long dans cette galerie.

Les deux galeries de Nakhla ont produit 986 t. de ghassoul brut équivalent à 591 t. de ghassoul marchand, entre Août et Décembre 1996 et entre Janvier et Novembre 1997, 1423t de ghassoul brut ou 854t de ghassoul marchand. Le ghassoul de ces galeries est d'une très bonne qualité ( photos 9 à 12 et coupes photos 9 à 12).

#### **VI - 5.- SECTEUR FARAJI :**

Le secteur de Faraji se localise dans le versant Ouest du talweg principal du Jbel Ghassoul, séparant la montagne du Jbel Ghassoul proprement dit et le Jbel Boulemane (Fig. 2 et 2bis ).

#### **VI - 5a.- Galerie de Faraji N° 1 :**

La galerie de Faraji N° 1, de direction N 276° E a fait l'objet de travaux de recherche en 1997 qui consistent en 35m de long de galerie principale et de deux recoupes totalisant 14m de long ( Fig. 12 ).

La production de cette galerie est incluse dans la production des travaux divers de 1997.

#### **VI - 6.- SECTEUR HAUCHE :**

Le secteur Haouche se situe dans le versant Ouest du talweg principale du Jbel Ghassoul, près de la cité des ouvriers de la mine ( Fig. 2 et 2bis ).

#### **VI - 6a.- Galerie de Haouche N° 1 :**

Cette galerie de recherche de direction N 290° E a été commencée dans le deuxième semestre de 1997. 25m de galerie principale ont été creusés ainsi qu'une recoupe de 5m qui a percé des anciens travaux ( Fig. 13 ).

La production de ladite galerie fait partie de la production des travaux divers de 1997.

#### **VI - 7.- SECTEUR SAIDA :**

Le secteur Saïda se trouve dans le flanc Sud du Jbel Ghassoul, à l'Ouest de la cité des ouvriers ( Fig. 2 et 2bis ). Il a fait l'objet de travaux de recherches pendant le deuxième semestre de 1997 par deux galeries sur le même niveau topographique suivant la même couche de ghassoul.

##### **VI -7a.- Galerie de Saïda N° 1 :**

La galerie de Saïda N° 1 de direction N 350 E est constituée de 41m de galerie principale et de Trois recoupes totalisant 22m de long ( Fig. 14 ).

##### **VI - 7b.- Galerie de Saïda N° 2 :**

Cette galerie est matérialisée de 16m de galerie principale de direction N 8° E et d'une cheminée de 3,20m de hauteur ( Fig. 14 ).

La production des deux galeries est comptabilisée avec la production des travaux divers de 1997.

#### **VI - 8.- SECTEUR GHCHIOUA :**

Ce secteur se localise dans l'extrémité Est de la " Concession de Jbel Ghassoul " ( Fig ; 2 et 2bis ). Ce secteur a fait l'objet de travaux de recherches par quatre galeries en 1997.

##### **VI - 8a.- Galerie de Ghchioua N° 1 :**

La galerie de Ghchioua N° 1 de direction N 50° E est matérialisée par 16m de galerie principale et par plusieurs recoupes totalisant 46m de long ( Fig. 15 ).

##### **VI - 8b.- Galerie de Ghchioua N° 2 :**

Cette galerie est constituée par une ouverture à ciel ouvert de 4m de long suivie par 28m de galerie principale de direction Nord ( 300° ) et par 10m de recoupes ( Fig. 15 ).

##### **VI - 8c.- Galerie de Ghchioua N° 3 :**

La galerie de Ghchloua N° 3 consiste en 5m d'ouverture à ciel ouvert et de 7m de galerie principale de direction N 250° E ( Fig. 16 ).

#### **VI - 8d.- Galerie de Ghchioua N° 4 :**

Cette galerie est composée par 2m d'ouverture à ciel ouvert et de 14m de galerie principale de direction N 250° E ( Fig. 16 ).

La production du secteur de Ghchioua est comptabilisée avec la production des travaux divers de 1997.

#### **VI - 9.- TRAVAUX DIVERS :**

Sur plusieurs secteurs, des travaux sporadiques de surface et de galeries ont été réalisés pour l'extraction des fines de ghassoul ( ghabra ) et de ghassoul massif ( toba ). Ces travaux ont abouti à la production de 1066 t. de ghassoul brut ou 639 t. de ghassoul marchand, entre Avril et Décembre 1996 et entre Janvier et Novembre 1997 la production est de 1722t de ghassoul brut équivalent à 1033t de ghassoul marchand.

#### **VI - 10.- TRAVAUX DE RECHERCHE PAR TRANCHEES :**

Un programme de recherche par tranchées sur la " série à ghassoul " a commencé en 1996 dans le versant Ouest de Jbel Rasfat Ben Addou ( Fig. 2 et 2bis; photos 1 à 4 et coupes photos 1 à 4 ).

Le Jbel Rasfat Ben Addou est la continuité Nord du Col Bâche, avec une altitude de 1439 m. ; altitude maximale des montagnes de "Jbel Ghassoul".

Sur ce secteur, treize tranchées de recherche totalisant 466,50m. de long ont été réalisées entre 1996 et 1997. Leur largeur est de 0,80 m. et la profondeur varie entre 0,60 m. et 2 m. Des indices de ghassoul ont été mis à jour ( photo 4 ). Sur cette même photo, on remarque aussi des haldes noirâtres.

#### **VI- 10a.- Tranchée TBH n° 1 :**

Cette tranchée se localise dans le flanc Sud - Ouest du Jbel Rasfat Ben Addou, près du Col Bêche. Elle a été creusée à flanc coteau d'inclinaison topographique 32° par rapport à l'horizontale, sur une distance de 45m de long et une direction SW - NE : N 65° E ( Fig. 2bis et 17 ). Elle a été refaite en 1997.

Dans cette tranchée, nous avons rencontré la succession lithologique des couches ci-après avec leurs puissances, de la « Série à ghassoul » située sous les calcaires dolomitiques de la « Série de la corniche dolomitique » ( Fig. 17 ):

- Entre 0,00 et 10,00m, on a 5m d'argile rougeâtre à gypse en petits cristaux et en filonnets centimétriques.

- De 10 à 20m : Nous avons de dolomie blanchâtre silicifiée, altérée et à gypse par places ainsi que de cinq lits de ghassoul qui varient entre 5 et 30cm.

- De 20 à 23m : Il y a 3,40m d'argile rougeâtre à des taches verdâtres.

- De 23 à 45m : Nous avons 11,30m de dolomie blanchâtre silicifiée et allérée par places et d'intercalations d'argile verdâtre et de huit niveaux de ghassoul et de "ghabra" ( ghassoul sale à silex, dolomie altérée, gypse et argile verdâtre ), d'une puissance variant entre 5 et 80cm. Finalement, 50cm de silex constituant le toit de la tranchée.

A la fin de la tranchée on a creusé une ouverture de galerie sur 3,50m de long et une petite niche de 1m de long afin d'étudier la couche supérieure qui paraît prometteuse

Ces niveaux sont cachés par des éboulis de formations de pente d'une puissance jusqu'à 1,50m

Le reste est couvert par des éboulis, cachant la " Série gypseuse blanche " et la partie supérieure de la " Série argilo-gypseuse rougeâtre ". Il est à noter qu'à 10 m. à l'ouest de la tranchée, il y a un affleurement d'argile rougeâtre.

#### VI - 10b.- Tranchée TBH n° 2 :

Elle est située dans le flanc Sud - Ouest du Jbel Rasfat Ben Addou, au Nord Ouest de la tranchée TBH n° 1. Elle a été creusée, à flanc coteau de 29° d'inclinaison topographique, en 1996 et refaite en 1997 pour enlever les éboulis et étudier les niveaux et couches en place de dolomie, d'argile et de ghassoul ( Fig. 2bis et 18 ). La direction de la tranchée est SW - NE ( N 50° E ) et la longueur est de 61m.

La succession lithologique relevée dans cette tranchée avec leurs puissances est décrite, de haut en bas, comme suit ( Fig. 18 ):

- De 0 à 30m : 15m. d'alternance d'argile verdâtre, de dolomie blanchâtre altérée et silicifiée, de ghassoul, de "ghabra" et de silex. On a repéré 24 lits de ghassoul et de "ghabra" d'une puissance variant entre 3 et 15cm.

- De 30 à 50m : 8m. de dolomie gris blanchâtre altérée et silicifiée par places et d'intercalations de niveaux d'argile verdâtre de puissances jusqu'à 30cm et d'un lit de ghassoul de 5cm à la côte 45m de la tranchée.

- De 50 à 61m : 6,50m. d'alternance d'argile verdâtre, d'argile rougeâtre et de dolomie gris - blanchâtre altérée par places.

Les 30 premiers mètres sont prometteur où il faut réaliser des ouvertures de galeries en 1998 afin d'étudier l'évolution de la puissance des lits de ghassoul vers l'intérieur de la montagne ainsi que la qualité du ghassoul.

Ces niveaux sont surmontés par des éboulis de formations de pente et le reste, en dessous de la tranchée, est couvert par des éboulis qui cachent les

formations de la " Série gypseuse blanche " et celles de la " Série argilo-gypseuse rougeâtre ".

#### **VI - 10c.- Tranchée TBH n° 3 :**

Cette tranchée se localise au Nord - Ouest de la tranchée TBH n° 2. Elle a été creusée en 1996 et refaite en 1997 à flanc coteau d'une inclinaison topographique de 33° sur une direction presque Sud - Nord ( N 352° ) et une longueur de 33m ( Fig. 2 bis et 19 ).

Le creusement de cette tranchée nous a montré les successions lithologiques suivantes ( Fig. 19 ):

- Entre 0 et 2m : 1,50m d'alternance de dolomie altérée, d'argile gris - blanchâtre à éléments de silex et de lits de ghassoul à silex.

- De 2 à 8m : 2,75m d'alternance de dolomie, d'argile verdâtre et d'argile brunâtre.

- Entre 8 et 12m : 2,30m d'argile rougeâtre.

- De 12 à 33m : 12m de dolomie gris - blanchâtre altérée et silicifiée par places et d'intercalations de plusieurs lits de ghassoul et de "ghabra" d'une puissance qui varie entre 3 et 60cm ainsi que des niveaux d'argile verdâtre et de silex.

Au niveau de la côte 26m, une petite ouverture de galerie de 3m de long a été réalisée suivant une couche de ghassoul et de "ghabra" de 50cm de puissance.

La partie supérieure de la tranchée, entre 18 et 33m est prometteuse. Des travaux de recherche par ouvertures de galeries sont envisagés dans cette partie de la tranchée.

#### **VI - 10d.- Tranchée TBH n° 4 :**

Elle est située dans le flanc Ouest du Jbel Rasfat Ben Addou, au Nord - Ouest de la tranchée TBH n° 3. Elle a été creusée à flanc coteau d'inclinaison topographique de 34° sur une direction SW - NE ( N 70° E ) et une longueur de 59m ( Fig. 2 bis et 20 ).

Dans cette tranchée, nous avons rencontré la succession lithologique suivante ( Fig. 20 ):

- Entre 0 et 20m : 13,50m de gypse argilisé de la partie supérieure de la « Série gypseuse ».

- De 20 à 31m : 5,50m d'argile rougeâtre à éléments de gypse et intercalations de lits de 10cm d'argile verdâtre.

- Entre 31 et 59m : 15m de dolomie gris - blanchâtre et d'intercalations d'argile verdâtre, d'argile rougeâtre, de silex, de ghassoul et de "ghabra" ainsi que d'éléments de gypse. La puissance des couches et lits de ghassoul et de "ghabra" varie entre 5 et 80cm.

La partie supérieure de la tranchée, entre 35 et 59m s'avère prometteuse. Des ouvertures de galeries de recherches sont envisagées en 1998 afin d'étudier la puissance et la qualité des couches de ghassoul.

#### **VI - 10e.- Tranchée TBH n° 5 :**

Cette tranchée se trouve sur le flanc Ouest du Jbel Rasfat Ben Addou, au Nord - Ouest de la tranchée TBH n° 4. Le creusement de la tranchée a été réalisé à flanc coteau d'inclinaison topographique de 26° sur une direction Ouest - Est ( N 88° E ) et une longueur de 37m ( Fig. 2 bis et 21 ).

Elle a révélé la succession lithologique suivante ( Fig. 21 ) :

- Entre 0 et 11m : 5m de dolomie gris - blanchâtre altérée et à des taches rosâtres.

- De 11 à 23m : 5,25m de dolomie gris - blanchâtre altérée et d'intercalations d'argile verdâtre, de ghassoul et de "ghabra" ainsi que de silex.

- Entre 23 et 32m : 6,50m de dolomie gris - blanchâtre altérée à gypse, ainsi que deux lits de ghassoul de 5 à 40cm de puissance et de silex.

La partie prometteuse de la tranchée se situe entre 15 et 37m où des travaux de recherches par ouvertures de galeries s'avèrent nécessaires.

#### **VI - 10f.- Tranchée TBH n° 6 :**

Elle est localisée dans le flanc Nord - Ouest du Jbel Rasfat Ben Addou, au Nord de la tranchée TBH n° 5. Elle a été creusée à flanc coteau de 30° d'inclinaison sur une direction presque Est - Ouest ( N 109° E ) et une longueur de 54,50m ( Fig. 2 bis et 22 ).

La succession lithologique rencontrée dans cette tranchée est comme suit ( Fig. 22 ) :

- Entre 0 et 20m : 10m d'alternance de dolomie gris - blanchâtre et d'argile verdâtre à des taches d'argile brunâtre.

- De 20 à 54,50m : 17m de dolomie gris - blanchâtre silicifiée et argilisée par places et d'intercalations d'argile verdâtre et de six lits de ghassoul de 2 à 5cm de puissance.

Cette tranchée n'est pas prometteuse. Entre les tranchées TBH n° 5 et TBH n° 6, vers le Nord du Jbel Rasfat Ben Addou, le secteur peut être considéré comme on peut le voir aussi sur les tranchées TBH n° 7 et TBH n° 8.

#### VI - 10g.- Tranchée TBH n° 7 :

Cette tranchée se situe dans le flanc Sud - Est du Jbel Rasfat Ben Addou. Elle a été creusée à flanc coteau de 30° d'inclinaison topographique sur une direction NE - SW ( N 235° E ) et une longueur de 40m ( Fig. 2 bis et 23 ).

La lithologie recoupée dans cette tranchée ( Fig. 23 ) est décrite ci-après :

- Entre 0 et 10m : 6m de dolomie argilisée et silicifiée par places et d'intercalations d'argiles rougeâtre et verdâtre ainsi que d'un filonnet de gypse de 10cm de puissance.

- De 10 à 40m : 15m d'alternance de dolomie gris - blanchâtre silicifiée et argilisée par places et d'argiles rougeâtres et verdâtres.

Cette tranchée ne contient pas de ghassoul. Elle est négative.

#### VI - 10h.- Tranchée TBH n° 8 :

Elle se localise dans le flanc Est du Jbel Rasfat Ben Addou, au Sud de la tranchée TBH n° 7. Elle a été faite à flanc coteau d'inclinaison 22° sur une direction NE - SW ( N 250° E ) et une longueur de 23m ( Fig. 2 bis et 24 ).

La succession lithologique traversée par cette tranchée ( Fig. 24 ) est comme suit :

- Entre 0 et 9m : 3,50m de dolomie gris - blanchâtre argilisée et silicifiée par places et d'intercalations d'argiles rougeâtres et verdâtres et d'un lit de 5 à 10cm de ghassoul.

- De 9 à 16m : 3,75m d'argile verdâtre avec un peu de dolomie altérée au sommet de cette argile.

- Entre 16 et 23m : 3m de dolomie gris - blanchâtre silicifiée et altérée par places avec deux lits de ghassoul de 5 à 10cm chacun.

Cette tranchée n'est pas prometteuse, malgré des traces de ghassoul.

#### VI - 10i.- Tranchée TBH n° 9 :

Cette tranchée se situe dans le flanc Est du Jbel Rasfat Ben Addou et au Sud de la tranchée TBH n° 8. Elle a été creusée à flanc coteau de 27° d'inclinaison topographique, sur une direction NE - SW ( N 245° E ) et une longueur de 21m ( Fig. 2 bis et 25 ).

Elle a traversée la succession lithologique suivante ( Fig. 25 ) :

- Entre 0 et 7m : 2m d'argile verdâtre avec des traces de ghassoul dans le toit, entre cette argile et la dolomie surmontante.

- De 7 à 11m : 3m de dolomie argilisée et silicifiée par places avec une intercalation de 5cm d'argile verdâtre.

- Entre 11 et 15m : 2m de dolomie argilisée et silicifiée avec rognons de silex et d'intercalations de ghassoul, de "ghabra" et de lits de silex et d'argile verdâtre.

- De 15 à 21m : 3m de dolomie silicifiée et argilisée avec un lit de 10 à 20cm de "ghabra".

Le niveau à ghassoul, entre 11 et 15m, est prometteur et mérite une ouverture de galerie de recherche.

#### VI - 10j.- Tranchée TBH n° 10 :

Elle est localisée dans le coin Sud - Est du Jbel Rasfat Ben Addou ( flanc Sud ) et au Sud - Ouest de la tranchée TBH n° 9. Elle a été creusée à flanc coteau de 26° d'inclinaison sur une direction presque Sud - Nord ( N 340 E ) et une longueur de 31,50m ( Fig. 2 bis et 26 ).

Nous avons rencontré la succession lithologique décrite comme suit ( Fig. 26 ) :

- Entre 0 et 9m : 3m d'argile rougeâtre à éléments de gypse.

- De 9 à 15m : 4m d'intercalations d'argile verdâtre, de dolomie altérée et silicifiée par places et de deux lits de ghassoul de 10 et 30cm de puissance.

- Entre 15 et 26m : 4,50m de dolomie silicifiée et argilisée et d'intercalations de ghassoul et de "ghabra" d'une puissance variant entre 5 et 80cm et d'un niveau de silex de 30cm de puissance.

- De 26 à 31,50m : 3m d'argile verdâtre avec des traces de ghassoul.



La partie comprise entre 11 et 26m, de cette tranchée, est prometteuse. Une ouverture de galerie de recherche a été creusée sur une longueur de 5m. D'autres travaux de recherche par galerie s'avèrent nécessaires.

#### **VI - 10k.- Tranchée TBH n° 11 :**

Cette tranchée est située au Nord - Ouest de la tranchée TBH n° 10, dans le coin Sud - Est du Jbel Rasfat Ben Addou. Elle a été faite à flanc coteau de 33° d'inclinaison topographique sur une direction SW - NE ( N 58° E ) et d'une longueur de 21m ( Fig. 2 bis et 27 )

La succession lithologique trouvée dans cette tranchée ( Fig. 27 ) est la suivante :

- Entre 0 et 17m : 9m de dolomie gris - blanc altérée et siliciifiée à éléments de gypse et d'intercalations de ghassoul et "ghabra" d'une puissance variant entre 5 et 80cm et d'un lit de 10cm d'argile verdâtre. On rencontre du gypse et du silex dans les lits de ghassoul et de "ghabra".

- De 17 à 21m : 3m d'alternance de dolomie gris - blanc avec taches rosâtres et d'argile verdâtre ainsi que 25cm de gypse cristallin ( filonnet ).

Cette tranchée s'avère prometteuse. Elle mérite des travaux de recherches par ouvertures de galeries entre 3 et 15m. Une petite ouverture de 2m de long a été déjà réalisée et qui sera prolongée en 1998, ainsi qu'une autre ouverture entre 6 et 8,50m de la tranchée.

#### **VI - 10l.- Tranchée TBH n° 12 :**

Elle se localise dans le flanc Sud du Jbel Rasfat Ben Addou, dans le versant Ouest du talweg de direction Nord - Sud et au Nord - Ouest de la tranchée TBH n° 11 ( Fig. 2 bis et 28 ). Elle a été creusée à flanc coteau d'inclinaison topographique de 30° sur une direction SE - NW ( N 300° E ) et une longueur de 14m.

Cette tranchée a montrée la succession lithologique suivante ( Fig. 28 ) :

- Entre 0 et 4m : 1,70m d'argile brunâtre avec filonnets de gypse cristallin ainsi que des traces de ghassoul associé au gypse entre les côtes 3,90 et 4,50m où l'on observe un changement latéral de faciès (l'argile brunâtre passe à argile verdâtre).

- De 4 à 10m : 3,50m d'argile verdâtre avec des taches d'argile rosâtre par places et d'intercalations de lits de ghassoul et silex entre les côtes 7 et 10m.

- Entre 10 et 11m : 0,80m d'argile brunâtre avec un lit de 2cm de ghassoul

- De 11 à 14m : 1,70m de dolomie gris - blanc altérée et d'intercalations de cinq lits de ghassoul et de "ghabra" de 5 à 15cm de puissance ainsi que d'un lit de 5cm d'argile verdâtre.

Des travaux de recherche par ouvertures de galeries est envisagé dans le secteur et dans cette tranchée.

#### **VI - 10m.- Tranchée TBH n° 13 :**

Cette tranchée est située au Sud - Ouest de la tranchée TBH n° 12. Elle a été faite à flanc coteau d'inclinaison topographique de 33° sur une direction Est - Ouest ( N 275° E ) et une longueur de 27,50m ( Fig. 2 bis et 29 ).

La totalité de cette tranchée ( Fig. 29 ), entre 0,00 et 27,50m, est constituée par de la dolomie gris - blanchâtre silicifiée et altérée par places avec intercalations de plusieurs lits de ghassoul et silex d'une puissance variant entre 2 et 10cm et des lits de "ghabra" de 5 à 75cm de puissance ainsi que des rognons de silex. La puissance totale est de 15m.

Cette tranchée mérite des travaux de recherches par ouvertures de galeries ainsi que le creusement à la base de la même tranchée afin de recouper et d'étudier d'autres lits possibles de ghassoul et de "ghabra".

#### **N.B :**

D'autres travaux de recherche par quatre tranchées ont été réalisés sur la montagne située à l'Est du Jbel Rasfat Ben Addou, où on a observé des lits de ghassoul et de "ghabra", leur levé et leurs études sont entamées.

#### **Remarque :**

Les 13 tranchées réalisées dans le « Niveaux à ghassoul » du Jbel Rasfat Ben Addou sont insuffisants pour le calcul des réserves de ghassoul de ce jbel, vu l'irrégularité de la puissance des lits et des couches de ghassoul.

Des travaux par creusement de galeries de recherches s'avèrent nécessaires pour l'estimation des potentialités de ghassoul du secteur de Jbel Rasfat Ben Addou et de la montagne située au Nord du secteur de Ghchioua.

Les secteurs du Jbel Ghassoul proprement dit ( Asla, Ras Chaaba, etc. ... ) ainsi que le secteur de Ghachoua ont été exploités depuis longtemps par des centaines de galeries, ce qui rend l'estimation des potentialités de ces secteurs impossible. Néanmoins, au rythme actuel d'une production moyenne annuelle de 5000t de ghassoul brut, soit 3000t de ghassoul marchand ( 1993 - 1997 ), les potentialités du " Gisement de Ghassoul de Tamdafelt sont suffisantes pour une exploitation pour une durée de 20 ans au moins.

## **VII - PRODUCTION DE GHASSOUL :**

Les travaux de recherche et d'exploitation de ghassoul par travaux souterrains entre Février 1993 et Décembre 1997 ont abouti à la production 25302L de ghassoul brut, équivalent à 15182t. de ghassoul marchand ( Tableau II et Graph. 6 ).

Le commentaire de l'évolution de la production mensuelle de ghassoul pour chaque année est comme suit :

### **VII - 1.- EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE 1993 :**

La production de ghassoul a commencé vers le 15 Février. C'est pour cette raison qu'on remarque que la production mensuelle minimale est celle du mois de Février ( 150 t. de ghassoul brut, équivalent à 90 t. de ghassoul marchand ). Les mois de Juin et de Novembre ont eu une chute dans la production. La production maximale a été réalisée pendant le mois de Décembre, qui est de 830 t. de ghassoul brut, soit 498 t. de ghassoul marchand ( Tableau II et Graph. 1 ). La production durant cette année s'élève à 4067 t. de ghassoul brut équivalent à 2440 t. de ghassoul marchand.

### **VII - 2.- EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE 1994 :**

La production a baissé pendant les mois de Novembre ( production minimale : 285 t. de ghassoul brut ou 171 t. de ghassoul marchand ) et de Mai. Les meilleurs mois de production sont ceux de Février et de Septembre où la production maximale est de 610 t. de ghassoul brut, équivalent à 366 t. de ghassoul marchand ( Tableau II et Graph. 2 ).

La production annuelle s'élève à 5548 t. de ghassoul brut, soit 3329 L de ghassoul marchand.

### **VII - 3. - EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE 1995 :**

Pendant cette année, la production minimale a été enregistrée durant le mois de Mai ( 216 t. de ghassoul brut ou 130 t. de ghassoul marchand ) et la maximale, durant le mois de Septembre, est de 569 t. de ghassoul brut, soit 358 t de ghassoul marchand ( Tableau II Graph. 3 ).

La production annuelle de cette année est semblable à celle de l'année 1994. Elle s'élève à 5518 t. de ghassoul brut, équivalent à 3311 t. de ghassoul marchand.

#### **VII- 4. - EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE 1996 :**

La production minimale, durant cette année, a été réalisée pendant le mois de Mai (242 t. de ghassoul brut donnant 145 t. de ghassoul marchand). Au mois d'Août, la production maximale est de 585 t. de ghassoul brut correspondant à 361 t. de ghassoul marchand ( Tableau II et Graph. 4 ). On observe que, entre les mois d'Août et de Décembre, la production a baissé de 585 t. à 360 t. de ghassoul brut ou de 361 t. à 216 t. de ghassoul marchand.

Les moyennes de la production journalière, du mois d'Avril au mois de Décembre 1996, sont données dans le tableau III.

La production annuelle est de 5281t de ghassoul brut, équivalent à 3169t de ghassoul marchand.

#### **VII- 5. -EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE 1997 :**

La production a baissé pendant le mois de Janvier avec 268t de ghassoul brut équivalent à 161t de ghassoul marchand et la production maximale a été réalisée en Mars qui est de 542t de ghassoul brut ou 325t de ghassoul marchand ( Tableau II et Graph. 5 ).

Les moyennes de la production journalière durant cette année sont données dans le Tableau IV.

La production annuelle de 4888t de ghassoul brut soit 2933t de ghassoul marchand a baissé par rapport à l'année précédente.

#### **VII - 6. -EVOLUTION ANNUELLE DE LA PRODUCTION DE 1993 A 1997 :**

La production annuelle minimale a été enregistrée durant l'année 1993 où 4067 t. de ghassoul brut correspondant à 2440 t. de ghassoul marchand ont été extraites. Cela est dû aux travaux d'exploitation qui ont été entamés durant la deuxième quinzaine de Février. La production maximale a été réalisée durant l'année 1994 et elle est de 5548 t. de ghassoul brut équivalent à 3329 t. de ghassoul marchand ( Tableau II et Graph. 6 ).

La production totale, durant la période de 1993 à 1997, s'élève à 25302 t. de ghassoul brut équivalent à 15182 t de ghassoul marchand.

## GISEMENT DE GHASSOUL DE TAMDAFELT

Tableau II : EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE GHASSOUL

	Année 1993		Année 1994		Année 1995		Année 1996		Année 1997	
	T. brut	T. march	T. brut	T. march	T. brut	T. march	T. brut	T. march	T. brut	T. march
Janvier	-	-	480	288	423	254	386	232	268	161
Fevrier	150	90	605	363	495	297	359	215	353	212
Mars	377	226	505	303	426	256	416	250	542	325
Avril	318	191	489	293	379	227	492	295	422	253
Mai	288	173	336	202	216	130	242	145	462	277
Juin	214	128	413	248	370	222	464	278	451	277
Juillet	358	215	445	267	596	358	534	320	373	224
Aout	387	232	467	280	488	293	585	351	399	239
Septembre	408	245	610	366	569	341	506	304	391	235
Octobre	483	290	461	277	502	301	461	277	457	274
Novembre	254	152	285	171	519	311	476	286	413	248
Decembre	830	498	452	271	535	321	360	216	347	208
TOTAL	4057	2440	5548	3329	5518	3311	5281	3169	4888	2933

## GISEMENT DE GHASSOUL DE TAMDAFELT

Tableau III : MOYENNE JOURNALIERE DE PRODUCTION ( AVRIL - DECEMBRE 1996 )

MOIS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Jours ouvr.	23	22	26	25	26	26	26	24	26
Prod. brut	492	242	464	534	585	506	461	476	360
Prod. march.	295	145	278	320	351	304	277	286	216
Moy. jour. brut	21,39	11	17,85	21,36	22,5	19,46	17,73	19,83	13,85
Moy. jour. march.	12,83	6,59	10,69	12,8	13,5	11,69	10,65	11,92	8,3

## GISEMENT DE GHASSOUL DE TAMDAFELT

Tableau IV : MOYENNE JOURNALIERE DE PRODUCTION ( JANVIER - DECEMBRE 1997 )

MOIS	JANVIER	FEVRIER	MARS	AVRIL	MAI	JUIN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DECEMBRE
Jours ouvr.	27	23	25	25	24	26	24	25	25	26	24	26
Prod. brut	268	353	542	422	462	461	373	399	391	457	413	347
Prod. march.	161	212	325	253	277	277	224	239	235	274	248	208
Moy. jour. brut	9,9	15,3	21,7	16,9	19,2	17,7	15,5	16	15,6	17,6	17,2	13,3
Moy. jour. march.	5,9	7,8	13	10	11,5	10,6	9,2	9,6	9,4	10,5	10,3	8

## VIII - CONCLUSION :

Le ghassoul, connu comme produit de blanchissage et shampoing naturel depuis des siècles, a été analysé en 1843 et défini comme terre à ghassoul.

Le bassin de Missour, coincé entre le Moyen Atlas à l'Ouest et Nord Ouest, le Haut Atlas au Sud et par les Hauts Plateaux à l'Est est constitué principalement par des dépôts tertiaires et quaternaires avec des butes témoin du Secondaire à l'intérieur du bassin. La morphologie de ce bassin est due à la tectonique atlasique et aux phénomènes d'affaissement de la Moyenne Moulouya et à la sédimentation durant le Tertiaire et le Quaternaire.

Le Jurassique est constitué par des formations calcaro-dolomitiques du Lias et calcaro- marnes du Dogger pour le Haut et le Moyen Atlas et par des calcaires, des dolomies et des calcaires marnes pour les Hauts Plateaux.

Dans le Jbel Ghassoul, situé à l'intérieur du Bassin de Tamdafelt qui fait partie du Bassin de Missour, quatre niveaux sont constitués par des formations argilo-gypseuses ( 1<sup>er</sup> niveau ), par des formations gypseuses blanchâtres ( 2<sup>ème</sup> niveau ), par une alternance d'argiles, de marnes carbonatées et de calcaires dolomitiques ( 3<sup>ème</sup> niveau ) et par des calcaires dolomitiques constituant la " corniche dolomitique " ( 4<sup>ème</sup> niveau ). C'est le troisième niveau qui est porteur de la minéralisation de ghassoul.

Le gypse est présent dans tous ces niveaux sous forme de filonnets de stocwerks, d'amas tandis que le silex est associé avec les couches de ghassoul et avec les calcaires dolomitiques.

Plusieurs auteurs se sont penchés sur l'étude de sa composition et actuellement, le ghassoul est défini comme une argile smectique magnésienne ( stévensite ) faisant partie des argiles de la série de Montmorillonite comme c'est le cas du ghassoul du Bassin de Tamdafelt. Certains auteurs et non des moindres ont considéré que la genèse de ghassoul de ce bassin est due, parmi d'autres hypothèses, soit à une néoformation de bassins évaporitiques à cause de l'abondance du gypse dans tous les faciès ( Urbain, Millot, Trauth et Aiss ) soit à une transformation diagénétique de dolomie à silex ( Chahi, Düringer, Aiss et Risacher ).

L'étude de la répartition des minéraux non argileux a relevé que les 3 minéraux, gypse, dolomites et calcite, viennent en tête, suivis par la célestine, la silice sous forme de silex, d'opale ou de quartz en grains.

Quant aux minéraux argileux, en plus de ghassoul ou stévensite, on notera que l'attapulgite est associée avec les smectites et où elle domine tandis que la sépiolite est présente avec les smectites magnésiennes.



Contrairement aux smectites alumineuses, l'illite ne se rencontre pas dans les couches à ghassoul et la chlorite est peu abondante.

Depuis 1993 à 1997, plusieurs travaux de recherches et d'exploitation par galeries et en surface ont été réalisés. Ces travaux ont abouti à la production de 25302t. de ghassoul brut équivalent à 15082t. de ghassoul marchand. L'évolution de cette production est synthétisée dans les tableaux et graphiques annexés.

Pour les années 1996 et 1997, des travaux de recherches et d'exploitation ont été réalisés et ont concerné les secteurs d'Asla, de Ghachoua, de Ghchioua, de Ras Chaaba et de Nakhla ( Fig. 3 à Fig. 16 ) ainsi que sur d'autres secteurs d'une façon sporadique où 2788t de ghassoul brut équivalent à 1672t de ghassoul marchand ont été extraites .

Le volume des travaux réalisés durant ces années a consisté en 750m. de galeries, 297m. de recoupes et niches et 9m. de cheminées en 1996 et le creusement 672m de galeries et 19m de cheminées en 1997. La largeur et la hauteur de ces galeries varient de 1,50 à 2m. Les travaux de recherche par treize tranchées totalisant 466,50m. de long ont été réalisés entre 1996 et 1997.

Les potentialités de Jbel Rasfat Ben Addou ne peuvent être déterminées actuellement à cause du volume des travaux de recherche qui doivent être développés.

Par ailleurs, les travaux réalisés dans le Jbel Ghassoul permettent l'estimation de réserves de ghassoul pour une production de même volume qu'actuellement pouvant durer au moins 20 ans.

La poursuite de travaux par tranchées de recherche et par creusement de galeries de recherches et d'exploitation est envisagée pour la période 1998 et 2002.



B. EL REGEMI  
BUREAU D'ETUDE DE RECHERCHES  
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES  
Cité Ibn Sina, Lamm. P.O. Box. 70  
Agdal - Rabat - Tél : 77.36.66

## **IX.- PERSPECTIVES ET RECOMMANDATIONS :**

Pour l'avenir, deux zones ont été retenues pour la recherche et parallèlement pour l'exploitation de ghassoul : la zone du Gisement du "Jbel Ghassoul" et celle du Gisement de Chmourhia ( Fig. 1 ).

### **IX - 1.- ZONE DU GISEMENT DU "JBEL GHASSOUL":**

Dans cette zone, un programme de recherche par tranchées a été commencée en 1996. Actuellement, treize tranchées totalisant 466,50m de long sont déjà réalisées.

Le futur programme consiste en :

a) Une campagne de tranchées et d'ouvertures de galeries de recherches et d'exploitation seront creusées à flanc de coteau dans la zone à ghassoul à partir de l'année 1998. La longueur de chaque tranchée est variable, avec une largeur de 0,80 m. et une profondeur de 0,50 à 2 m.

b) Prévision d'ouverture de galeries de recherche et d'exploitation dans les secteurs de Ghachoua et de Ghchioua, de Jbel Rasfat Ben Addou et de la montagne située à l'Est du Jbel Rasfat Ben Addou, ainsi que dans ceux de la montagne de Jbel Ghassoul proprement dit où des travaux d'exploitation et de recherche par galeries sont en cours de réalisation.

c) Révision du levé géologique au 1 : 5000.

d ) Analyse chimique des éléments majeurs suivants :  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{Li}$ ,  $\text{S}$ ,  $\text{F}$ ,  $\text{Sr}$ .

e ) Tests minéralogiques sur produit naturel, après traitement à l'éthylène-glycol et après chauffage à  $400^\circ\text{C}$ , pendant deux heures :

\* Analyse par diffraction des rayons X.

\* Analyse thermique différentielle ( ATD ), avec une montée de température de  $10^\circ\text{C}/\text{minute}$  pour étudier les phénomènes endothermiques.

f ) Traitement technologique d'un échantillon représentatif pour les études suivantes :

\* Broyage et tamisage par tamis de 200 mesh.

\* Réalisation des analyses de a) à e) notées ci-dessus.

\* Rendement viscométrique et filtrat AP1 en milieu d'eau douce, d'eau salée saturée et d'eau de mer.

\* Indice de gonflement :

- Capacité d'absorption de phases hydrophiles.

- Capacité d'absorption de phases lipophiles.

\* Capacité d'échange de cations.

- Etude et analyses des phénomènes d'inhibition et de gonflement.

- Etude de la qualité et du rôle des cations échangeables.

- Le calcul et l'importance du déficit de charge provoqué par les phénomènes de substitution dans les structures tétraédriques et octaédriques.

### **IX - 2.- ZONE DU GISEMENT DE CHMOURHIA :**

Le gisement de ghassoul de Chmourhia se localise à 7 Km. A vol d'oiseau au Nord de Ksabi et à 20 Km. Au Sud-Ouest du gisement de Jbel Ghassoul.

La zone de ce gisement, fera l'objet de travaux de recherche, à partir de l'année 1998, par l'établissement d'un levé topogéologique au 1/5000, par des tranchées totalisant et par des petites galeries. Les galeries de recherche positives, feront l'objet de travaux d'exploitation parallèlement aux travaux de recherche.

Les tranchées et galeries seront levées au 1 / 200 et au 1 / 500 et échantillonnées pour analyses de contrôle et les analyses du chapitre IX - 1.

### **IX - 3.- RECOMMANDATIONS :**

a) En vu de satisfaire et d'augmenter les commandes et de respecter la qualité demandée par les clients, le futur programme de " Jbel Ghassoul" et de Chmourhia doit être réalisé.

b) Les recoupes devraient être perpendiculaires à la galerie principale tout en ayant 1,70 à 2m de hauteur et de largeur pour être pratiques pour l'exploitation du ghassoul et du stérile. Il serait souhaitable que la distance entre deux recoupes soit de 10 m. ainsi que pour les galeries secondaires et tertiaires.

c) Lors des travaux sporadiques, il serait très indiqué de faire très attention à la sécurité quant au soulèvement pour éviter des éboulements et à l'aérage.

## BIBLIOGRAPHIE :

- AIS M. ( 1983 -1984 ) : Etude géologique du gisement de " rhassoul " de Tamdafelt ( Bassin de Missour ). Mém. Cert. Etudes Approf. Faculté des Sciences. Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. Fés ( MAROC ).
- BAKKALI A. ( 1996 ) : Travaux de recherche et d'exploitation du Gisement de Ghassoul de Tamdafelt ( J. Ghassoul ) Bassin de Missour - Ksabi.
- BARRAKAD A. ( 1981 ) : Ghassoul in roches et minéraux industriels du Maroc. Mine, Géologie et Energie N° 49, pp. 138 à 142.
- BARTHAUX J. ( 1923 ) : Note de métallogénie marocaine. A. Mines. Paris. 12° série, t. 3 ; pp.261 à 275.
- BENAMMI M. ( 1997 ) : Etude Biochronologique et magnétostratigraphique des bassins continentaux néogènes du Maroc ( Bassin d'Ait Kandoula et formations du Jbel Rhassoul ). Thèse du Doctorat de l'Université Montpellier II.
- CHAHI A., DURANGER PH., AIS M. et RISACHER F. : Genèse de stévensite par transformation diagénétique très précoce de dolomie à silex. Nouvelles données sur la genèse du ghassoul (Bassin tertiaire de Missour, Maroc). Univer. Louis Pasteur, Inst. de Géol. Strasbourg ( France ).
- CHOUBERT G. ( 1938 ) : Le Dogger des Hauts-Plateaux et de la Moyenne Moulouya. C. R. Acad. Sci. Paris. T. 206, N° 4 ; pp.265 à 267.
- CHOUBERT G. ( 1945 ) : Note préliminaire sur le Pontien du Maroc. ( Essai de synthèse orogénique du Maroc Atlasique ). B. Soc. Géol. Fr. ; 5° série, t. 15, fasc. 9, pp. 667 à 764.
- DE LAPPARENT J. ( 1936 ) : C. R. Acad. Sci. Paris N° 203, pp. 553 à 555.
- DUBAR G. ( 1932 ) : Le Lias et le Jurassique de la Haute Moulouya et du Haut Atlas ( Sud et Sud-Est de Midelt ). B. Soc. Géol. Fr. ; 5° série, t. 2, fasc. 8 et 9, pp. 573 à 594.
- FAUST G. T., HATHAWAY J. C. et MILLOT G. ( 1959 ) : A restudy of stévensite and allied minerals. Amer. Min., N° 44, pp. 342 à 370.
- JEANNETTE A. ( 1952 ) : Argiles smectiques et rhassoul, in : Géologie des gîtes minéraux marocains. Notes et Mem. Sér. Géol. Maroc N° 87.
- LUCAS J. ( 1984 ) : Considération sur le rhassoul et sa définition. Institut de Géologie. Université Louis Pasteur de Strasbourg ( France ).

LUCAS J. et PREVOT L. ( 1976 ) : Etude géologique du gisement de ghassoul de Tamdafelt ( Ksabi ). Rapport interne, CNRS, 16 p. Strasbourg.

LUCAS J. , PREVOT L. et AIS M. :Etude du gisement de ghassoul de Ksabi de la Moulouya. Institut de Géologie. Université Louis Pasteur. Strasbourg.

MILLOT G. ( 1954 ) : La Ghassoulite, pole magnésien de la série des montmorillonites ; C. R. Acad. Sci. Paris., t. 238, N° 2, pp. 257 à 259.

RAYNAL R. ( 1952 ) : Quelques données nouvelles au sujet de l'Oligo- Miocène du bassin de la Moulouya ( Maroc ). C. R. Som. Soc. Géol. Fr. N° 3, pp. 43 à 45.

RUSSO PH. ( 1930 ) : Le plongement du Moyen Atlas sous la plaine de la Moulouya ( Maroc Septentrional ). C. R. Acad. Sci. Paris ; t. 190 N° 26, pp. 1571 et 1572.

RUSSO PH. ( 1930 -31 ) : Sur la présence et la signification des dépôts du Miocène Continental rouge dans la Moyenne Moulouya ( Maroc Oriental ). C. R. Cong. Ass. Fr. avancé. Sci. Alger, 1930 ; pp. 189 à 191.

TRAUTH N. ( 1977 ) : Argiles évaporitiques dans la sédimentation carbonatée continentale et épicontinentale tertiaire. Bassin de Paris, de Mornoiron, de Salinelles ( France ) et de Jbel Ghassoul ( Maroc ). Sci. Géol. ; Mem. N° 49, 191 p .

MINISTRE DE L'ÉNERGIE ET DES MINES

DIRECTION DE LA GÉOLOGIE

DIVISION DES LABORATOIRES

SÉRIE DE CHIMIE

## PROCES VERBAL D'ANALYSE

N° 17 465

RABAT, LE 22 AVRIL 1996

mandé par : SOCIÉTÉ CHASSOUL

échantillons prélevés par : M. ESSAFROUJ SALAH

objet de la demande : Analyse des métaux

nature présumée et origine de l'échantillon, coordonnées de Lambert : Argile de couleur  
sable de province de Missour - TANLAPHIT

échantillon a fait l'objet de l'analyse N° : 1 - 2

analyse est demandée dans le cadre du projet suivant :

résultat fera l'objet d'une publication :

analyse a été effectuée par	{	analyste ou préparateur : M. BOUHAOUJI
		méthode : classique et Absorption Atomique
		Appareil : Perkin Elmer 2380

échantillon est déposé le :

sous le N° d'enregistrement : 9913 - 9914 - L.C.C

RÉSULTATS

(VOIR AU VERSO)

Royaume du Maroc

MINISTERE DE L'ENERGIE  
ET DES MINES  
Laboratoire de Casablanca  
403, boulevard Ibn Tachfine  
Té : 24-55-55

المملكة المغربية  
وزارة الطاقة والمعادن  
مخبر الدار البيضاء  
403 شارع ابن تاشفين  
الهاتف: 24-55-55

## تقرير التحليل

## PROCES-VERBAL D'ANALYSE

N° 1516 رقم

Casablanca, Le 5 / 8 / 96 19 في الدار البيضاء

Demandé par TRADE TRANSIT طلبه

CASA

Objet de la demande GHASSOUL موضوع الطلب

DUM N° 2250

Origine et marque de l'échantillon منشأ وعلامة العنموذج

## Résultat de l'Analyse

## نتيجة التحليل

SiO <sub>2</sub>	...	=	54,50 %
CaO	.....	=	2 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	...	=	3 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	...	=	2 %
MgO	.....	=	16 %

L'ingénieur-Chimiste  
Chef du Laboratoire

Il s'agit d'un Ghassoul

المهندس الكيميائي  
رئيس المخبر



Signé: Driss CHAMINE

Royaume du Maroc

MINISTRE DE L'ENERGIE  
ET DES MINES  
Laboratoire de Casablanca  
403, Boulevard Ibn Tachfine  
Tél: 24-55-55

المملكة المغربية  
وزارة الطاقة والمعادن  
مخبر الدار البيضاء  
403 شارع ابن تاشفين  
الهاتف: 24-55-55

# تقرير التحليل

F 238

## PROCES-VERBAL D'ANALYSE

N° 1517 رقم

Casablanca, Le 5 / 8 / 96 19 في الدار البيضاء في

Demandé par TRADE TRANSIT طلبه  
CASA  
Objet de la demande GHASSOUL موضوع الطلب  
N° DUM 2251 N  
Origine et matière de l'échantillon منشأ وعلامة النموذج

### Résultat de l'Analyse

### نتيجة التحليل

$SiO_2$	..... =	56 %
$CaO$	..... =	2,78 %
$Al_2O_3$	..... =	2 %
$Fe_2O_3$	..... =	4 %
$MgO$	..... =	18 %

Il s'agit d'un Ghassoul.

L'ingénieur chimiste  
Chef du Laboratoire

المهندس الكيميائي  
رئيس المخبر



Signé: Dries CHAHINE



Royaume du Maroc

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE  
ET DES MINES  
Laboratoire de Casablanca  
403, boulevard Ibn Tachfine  
Tél: 24-55-55

المملكة المغربية  
وزارة الطاقة والمعادن  
مخبر الدار البيضاء  
403 شارع ابن تاشفين  
الهاتف: 24-55-55

## تقرير التحليل

F. 237

## PROCES-VERBAL D'ANALYSE

N° 1518

رقم

Casablanca, Le 5 / 8 / 96 19

الدار البيضاء في

Demandé par TRADE TRANSIT

طلبه

CASE

Objet de la demande GHASSOUL

موضوع الطلب

DUM N° 2252

Origine et marque de l'échantillon

منشأ وعلامة النموذج

## Résultat de l'Analyse

## نتيجة التحليل

SiO<sub>2</sub> .... = 48 %

CaO .... = 2,95 %

Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ... = 4 %Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ... = 6 %

MgO .... = 19,20 %

Il s'agit d'un Ghassoul

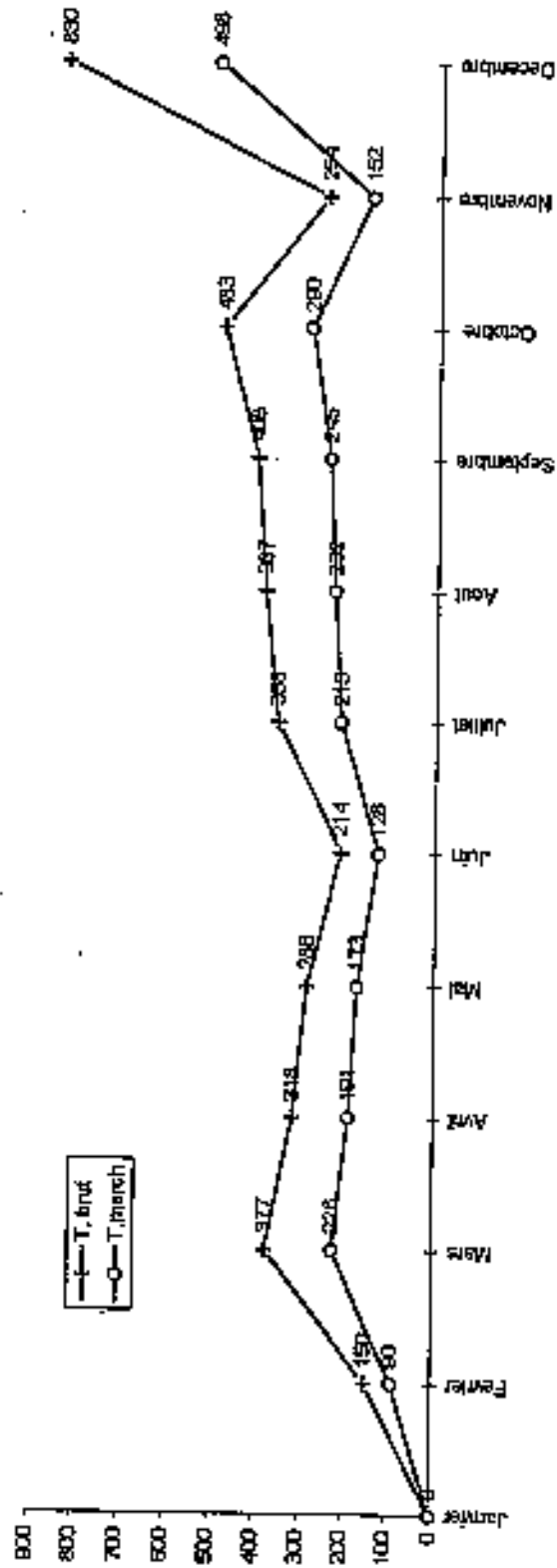
L'ingénieur-Chimiste  
Chef du Laboratoireالمهندس الكيميائي  
رئيس المختبر


Signé: Dries CHAINE

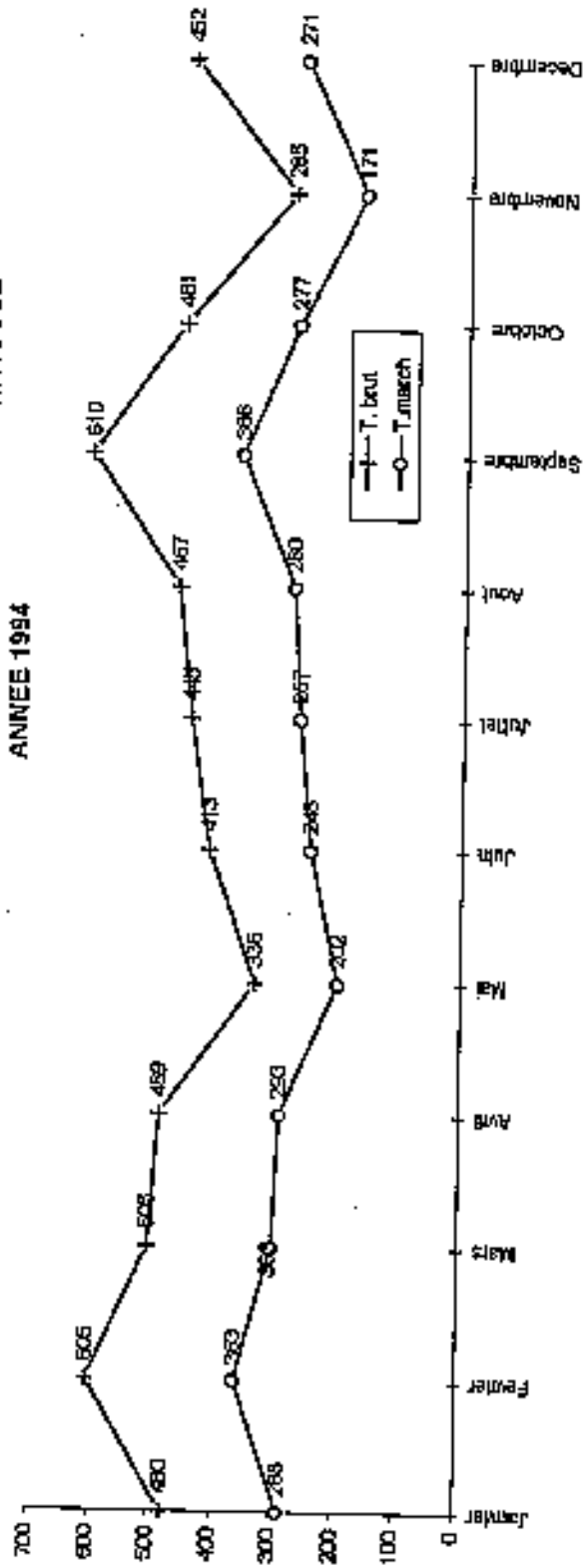
## LISTE DE GRAPHIQUES

- Graph. 1.- Evolution mensuelle de la production de ghassoul, année 1993.**
- Graph. 2.- Evolution mensuelle de la production de ghassoul, année 1994.**
- Graph. 3.- Evolution mensuelle de la production de ghassoul, année 1995.**
- Graph. 4.- Evolution mensuelle de la production de ghassoul, année 1996.**
- Graph. 5.- Evolution mensuelle de la production de ghassoul, année 1997.**
- Graph. 6 .- Evolution annuelle de la production de ghassoul, années 1993 à 1997.**

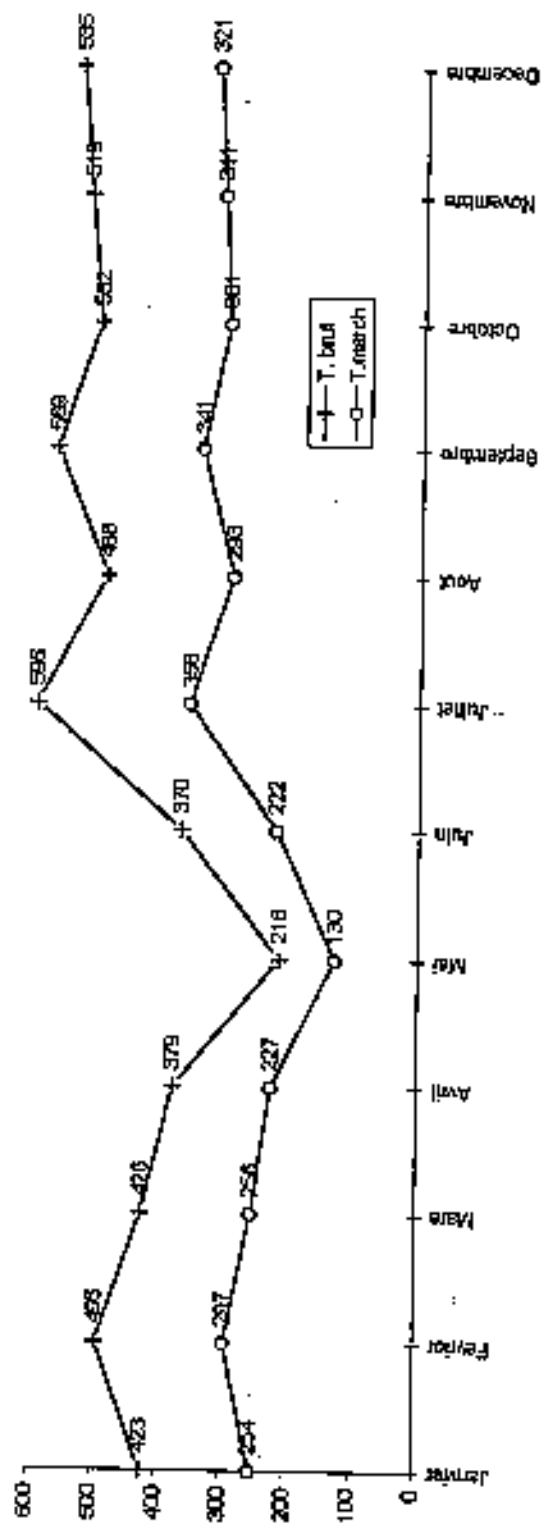
Graph. 1  
**GISEMENT DE GHASSOUL DE TAMDAFELT**  
 EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE GHASSOUL  
 ANNEE 1993



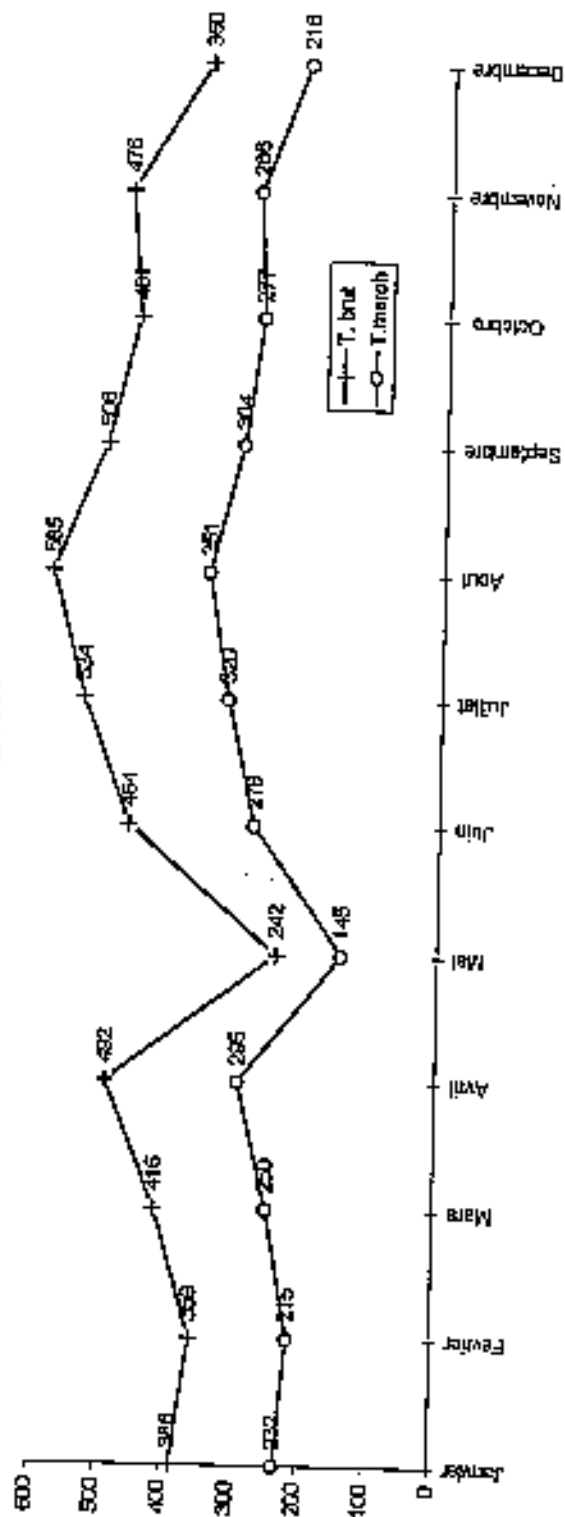
Graph. 2  
**GISEMENT DE GHASSOUL DE TAMDAFELT**  
 EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE GHASSOUL  
 ANNEE 1994



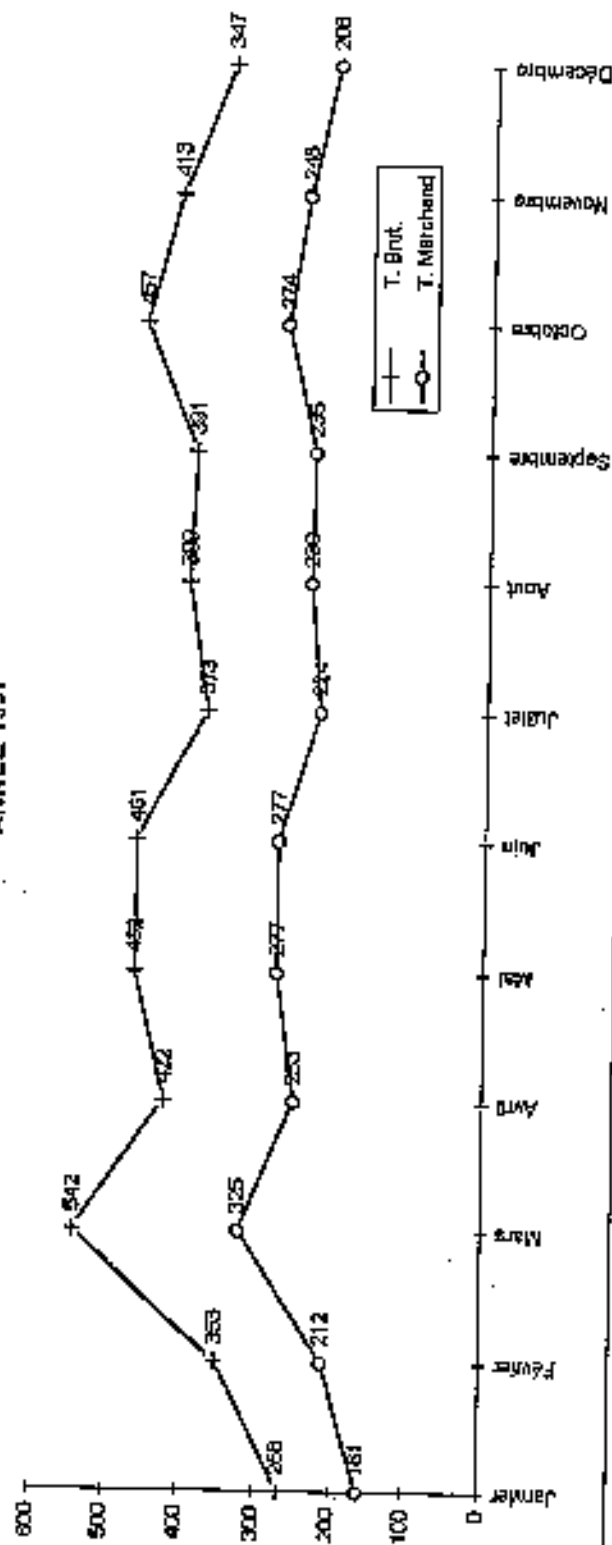
Graph. 3  
**GISEMENT DE GHASSOUL DE TAMDAFELT**  
**EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE GHASSOUL**  
**ANNEE 1995**



Graph. 4  
**GISEMENT DE GHASSOUL DE TAMDAFELT**  
 EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE GHASSOUL  
 ANNEE 1996



Graph. 5  
**GISEMENT DE GHASSOUL, DE TAMDAFELT**  
**EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE GHASSOUL**  
**ANNEE 1997**



Graph. 6  
**GISEMENT DE GHASSOUL DE TAMDAFELT**  
**EVOLUTION MENSUELLE DE LA PRODUCTION DE GHASSOUL**  
**ANNEES 1993 A 1997**

