

8/99
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche Scientifique

Ecole Nationale Polytechnique

المدسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

Département Génie Minier

*Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme
d'ingénieur d'état*

THEM

**ESSAIS DE VALORISATION DU 'SABLE
G00'**

(Complexe de Tamazert, JIJEL)

Proposé par :
Mr BOURAHLA

Dirigé par :
Mr M. OULD HAMOU

Fait par :
Mr M. BELMADOU

Promotion 1998/1999

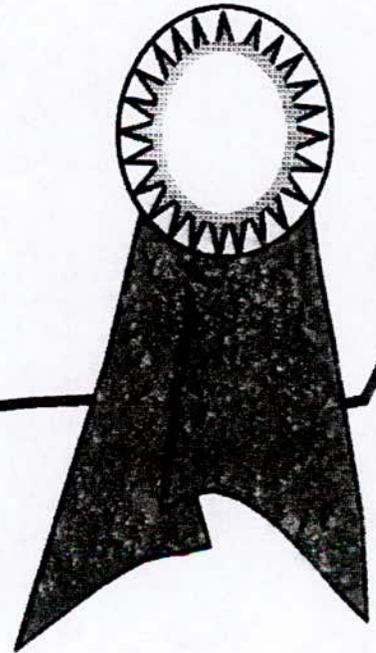
Enp, 10 Avenue Hassan Badi, El_Harrach, Alger, Algérie.
Tél : (02)52.53.01/03 ; Fax : (02)52.29.73 E-MAIL : ENP@IST.CERIST.dz

Dédicace

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

Je dédie ce modeste travail à :

- ma très chère mère,*
- mon père,*
- mon frère.*



Remerciements



J'adresse mes remerciements à :

- ◆ M^r OULD-HAMOU. Malek pour ses précieux conseils et sa bonne volonté dans la direction de ce travail.
- ◆ Les membres de jury : M^r. AIT-YAHYATEN, M^r SAADA, M^r DJADOUN pour avoir bien voulu examiner cet humble travail.
- ◆ Tous les enseignants du département génie minier pour leur contribution à ma formation.
- ◆ Tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à ce travail :
 - Mme CHABOU pour ses aides et ses orientations,
 - M^r. SAAD responsable de laboratoire au département génie minier,
 - M^r. DJADOUN responsable de laboratoire de cristallographie de l'USTHB.
 - A tous les cadres de l'ORGM pour leurs conseils.
 - A MOURAD technicien du département génie minier,
 - A Souhila, Samia, de l'USTHB,
 - A Sofiane, Fateh, Saïd, de l'ENP,
 - A Saïd. O, Mohamed. T, Kamel. A, Taher. M, Didine, Youcef, Mustapha de R.U.B.A.

SOMMAIRE



Dédicace	1
Remerciements	2
Introduction Générale	3
CHAPITRE I : Aperçu géologique	4
1. Situation géographique	4
2. Historique des travaux géologiques	4
3. Aperçu géologique	6
4. Structure et particularités du gisement de TAMAZERT	8
CHAPITRE II : Présentation du complexe de TAMAZERT	10
1. Introduction	10
2. Service d'exploitation(carrière)	11
3. Service de production(usine)	13
3.1. Stockage et homogénéisation	14
3.2. La laverie(récupération)	14
3.3. Décantation	15
3.4. Filtration, et séchage	15
3.5. Stockage(magasins)	15
CHAPITRE III : Partie expérimentale	17
1. Identification et présentation du 'sable G00'	17
2. Déroulement des opérations de pré-traitement et de traitement au laboratoire de l'ENP	20
2.1. Préparation du minerai	21
2.2. Préparation mécanique	22
Broyage	22
Concassage	23
2.3. Séparation électromagnétiques	24
2.4. Lixiviation	25

ملخص

تمثل دراستنا في معالجة الدمل G00 المتواجد بالمنجم المسمى تامزرت بولاية جيجل بواسطة ثلاث طرق هي:

الفصل الكهرومغناطيسي.

حل بالتزحي.

طريقة الطفو.

لغرض الوصول الى مادة صالحة للاستعمال في الصناعة الزجاجية او الصناعة المعدنية.

RESUME

Le travail présent rentre dans la cadre de la recherche de traitement minéralurgique du "sable G00" de gisement de TAMAZERT (W. JIJEL) par trois méthodes :

Séparation électrostatique ;

Lixiviation ;

Flottation.

Dans le but d'avoir un produit marchand utilisable dans l'industrie de verre, ou comme de sable de fonderie.

SUMMARIZED

The present work goes in the centers the research of treatment minéralurgique of the sand G00 of layer of TAMAZERT (W. JIJEL) by three methods:

Electrostatic separation;

Lixiviation;

Flotation.

In the goal to have an usable leading product in the industry of glass, or as of foundry sand.

MOTS CLES

Sable G00, Séparation électrostatique, Lixiviation, Flottation

Introduction générale :

Le complexe de Tamazert est une unité de L'E.N.O.F, se situant dans la Wilaya de Jijel. Il traite un gisement de Kaolin sableux pour la production du kaolin. Le 'sable G00' est un des rejets du traitement du Kaolin, et est composé en majorité de quartz.

Le but de notre étude est de trouver un schéma de traitement du 'Sable G00', pour obtenir un produit de quartz, pouvant éventuellement servir à l'industrie du verre ou comme sable de fonderie.

A cet effet, nous avons pris comme références :[1]

-L'ENAVA, pour la verrerie :

Utilisations	Si O ₂	Fe ₂ O ₃	Ti O ₂	Cr ₂ O ₃
Vert plat (Jijel)	Mini 99 %	Max 0.02	Max 0.10	Max 0.001
Vert creux bouteilles	Mini 98	Max 0.05	Max 0.10	-
Cristallerie(Thénia)	Mini 99	Max 0.015	Max 0.15	Max 0.001
Flaconnage(Chlef)	Mini 98	Max 0.04	Max 0.10	Max 0.001
Gobeletterie(Oran)	Mini 99.3	Max 0.02	Max 0.10	-
Briques de verre(Chlef)	Mini 98	Max 0.08	Max 0.10	-
Isolation électrique	Mini 98	Max 0.08	Max 0.05	-
Verre optique(Thénia)	Mini 99.3	Max 0.015	Max 0.05	Max 0.001

-Et l'ENPH, pour les sables de fonderie :

Teneur en :	Sable Quartzeux destiné au		
	Noyautage	Moulage conventionnel	Moulage haute pression
Si O	Mini 97 %	Mini 97 %	Mini 97 %
Carbonate de Ca+ Mg	Max 0.1 %	Max 0.1 %	Max 0.1 %
Ca O+ Mg O total	Max 0.5 %	Max 0.5 %	Max 0.5 %
Fe O +Al O	Max 0.5 %	Max 0.5 %	Max 0.5 %
K O+ Na O(Soluble en HCl)	Max 0.1 %	Max 0.1 %	Max 0.1 %
Matières solubles en eau	Max 0.2 %	Max 0.2 %	Max 0.2 %
Valeur PH	Mini 6.5 %	Mini 6.5 %	Mini 6.5 %
Perte au feu(950° C)	Max 0.5 %	Max 0.5 %	Max 0.5 %
Point de frittage	Mini 1400° C	Mini 1400° C	Mini 1400° C
Teneur en eau(sable séché)	Max 0.3 %	Max 0.3 %	Max 0.3 %
Température(en état de livraison)	Max 40° C	Max 40° C	Max 40° C

I. 1 Situation géographique : [1][2][5]

Le gisement de Tamazert est situé au douar M'Chit à 17 km au Nord Nord-Ouest de la daïra D'El-Milia, Wilaya de Jijel (Nord-est de l'Algérie)(fig. I. 1).

Il est matérialisé: au Nord-ouest par le Djebel Adjar; à l'Ouest par le douar Oued Boufaâ, au Sud par le douar Boubazine et à l'Est par les collines d'Azarar.

Cette région est constituée par de petites montagnes à reliefs très accentués, à climat méditerranéen, et une pluviométrie qui peut atteindre 1200 mm par an. Le réseau hydraulique est dense, dont la majeure partie rejoint l'oued D'El-Kebir et l'oued Zhour.

Il est à noter que l'unité de traitement est à 11 km du gisement.

I. 2 Historique des travaux géologiques : [1][2][5]

Les premières études géologiques dans la Kabylie de Collo remontent à J.CURIEFLAMAND(1889), dans sa première description des roches éruptives dans la région de Collo. M.F.EHRMAN(1926) a établi la carte géologique d'El-Milia au 1/50000 ème.

M.ROUBOULT (1934) publie sa thèse sur la Kabylie de Collo, dans laquelle il donne une description et une cartographie au 1/100000 ème de la région. J.BOLFOA (1948) donne une description minière du Djebel Tamazert dans une étude, qu'il consacre aux gîtes métallifères de la Kabylie de Collo et de la région de Bône(ANNABA).

La mise à jour d'une stratigraphie et d'une cartographie précise de la région a vu le jour avec les travaux de M.DURAND DELGA (1955).

J.HILLY (1957) donne une étude du massif de l'Edough et du Miocène de la région de Collo. Ces travaux ont été suivis par une monographie des gîtes métallifères du tell sétifien de J.GLACON (1967).

Des travaux plus récents sont apparus avec J.P.BOUILIN (1977), sûr l'étude géologique de la Kabylie de Collo et d'El-Milia.

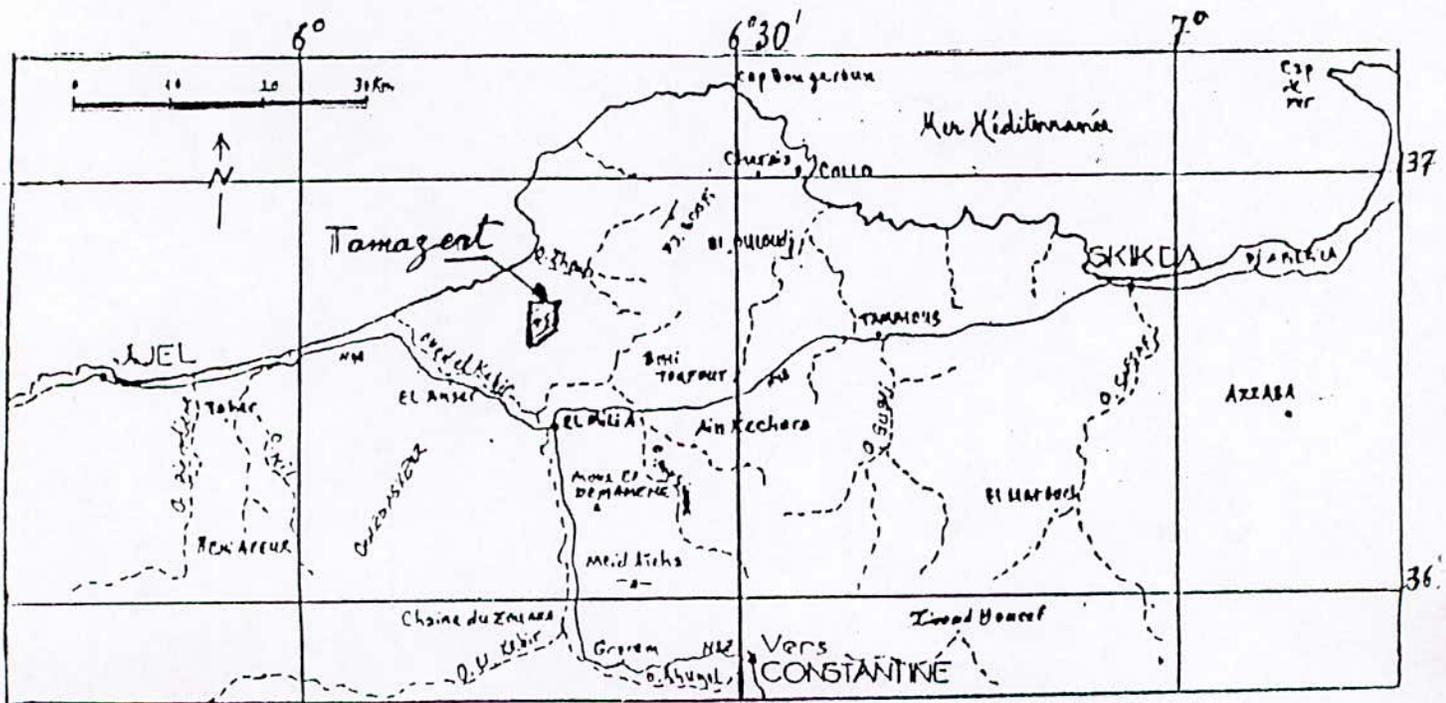


Fig. I. 1: Cadre géologique général de la petite Kabylie.
D'après F.LOUDJHANI, 1997.[5]

Les travaux de A.OUABADI (1981) sont consacrés à la pétrographie du complexe magmatique du Nord de la Kabylie de Collo. Enfin Y.MEHJOUR (1991) présente une étude sur la cinématique des déformations, et l'évolution pression et température anti-alpine en petite Kabylie.

I. 3 Aperçu géologique : [3][5][6]

La région de Djebel Tamazert est une partie intégrante de la petite Kabylie (Kabylie de Collo), plus précisément elle appartient à l'édifice de Beni Ferguene; elle montre un dispositif structural en apparence simple, mais présente des caractères structuraux et métamorphiques complexes (fig. I. 2).

Les corps du Kaolin du Djebel Tamazert sont groupés dans une aire carrée de 2000 m de côté (voir fig. I. 1). Ils sont situés dans une formation gneissique, d'orientation générale Nord-Est, Sud-Ouest, à pendage moyen dirigé vers le Nord-Ouest. Cette formation est flanquée sur son versant Sud par une série de micaschistes à deux micas et à grenats.

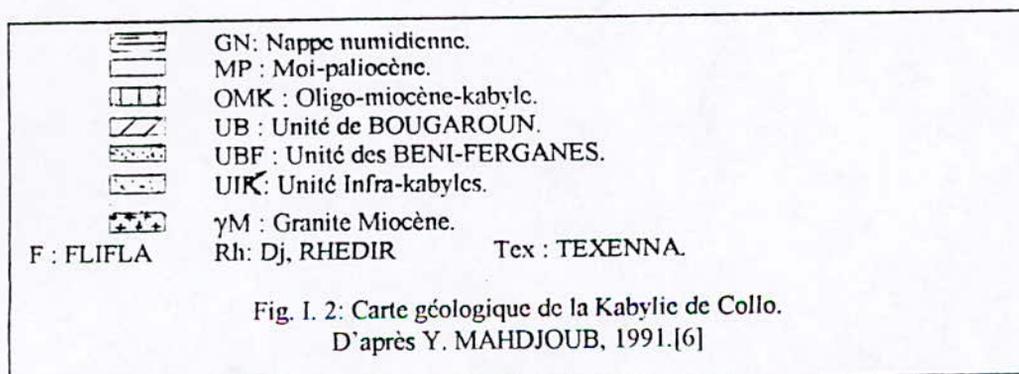
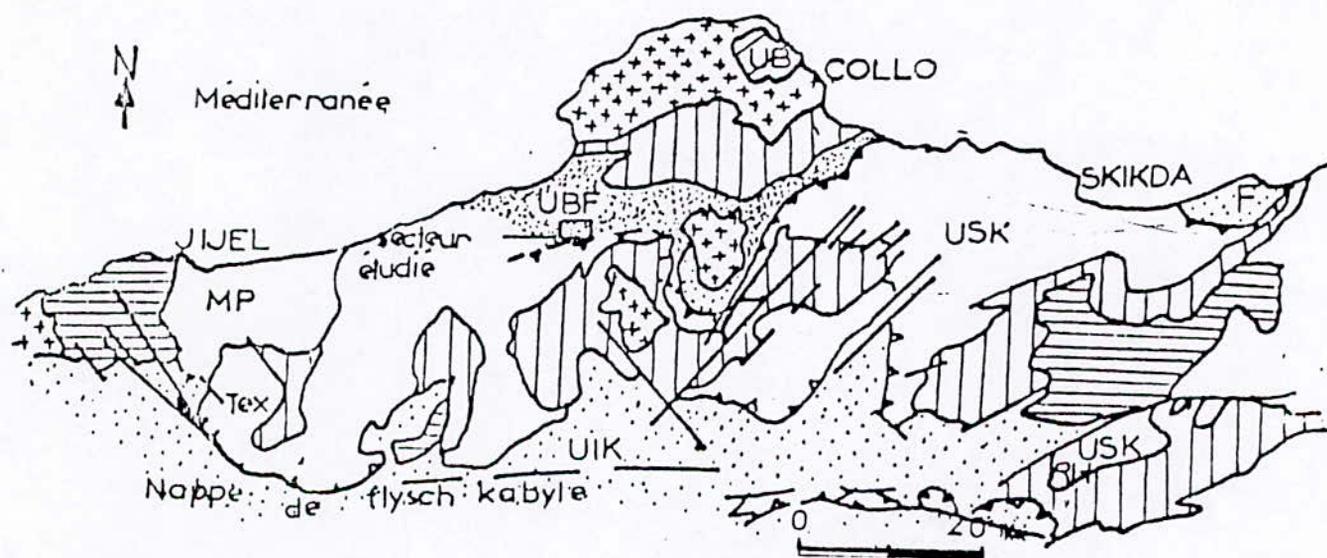
Les roches de Tamazert sont composées essentiellement de gneiss, de micaschistes et accessoirement de granites plus ou moins gneissifiés.

Tout le gisement résulterait de l'altération *in situ* d'un faciès gneissique qui se localise dans la partie supérieure des reliefs. Les gneiss Kaolinisés ainsi engendrés peuvent contenir également l'ossature des collines.

La structure du secteur étudié comme de la petite Kabylie est le résultat d'une succession d'événements tectoniques qui se sont succédés depuis le Paléozoïque jusqu'à nos jours. Ces phases se sont manifestées par des déformations cassantes et des déformations souples.

Dans la région étudiée, le gisement de Djebel Tamazert appartient à un vaste pli anticlinal de direction Nord-Est Sud-Ouest. Ce dernier se trouve affecté par les différentes familles de failles, qui sont :

- Une famille de failles, Est Ouest, normales.
- Une deuxième famille, Nord-Est, Sud-Ouest.



-Troisième groupe, Nord Sud, recoupe la deuxième famille,

-Des failles Nord-Ouest, Sud-Est, recoupe le deuxième et le troisième groupe.

Enfin, la tectonique était accompagnée par des manifestations hydrothermales le long des failles et des fissures, en provoquant des phénomènes de séricitisation, de Kaolinisation, et de silicification dans les gneiss.

I. 4 Structure et particularités du gisement de Tamazert : [5]

'Le gisement de Kaolin de Tamazert se présente sous forme de nappes affleurantes plurimétriquement plus ou moins profondes; dans ces nappes se sont accumulés le Kaolin sableux et les gneiss kaolinisés, issues de l'altération in situ d'un gneiss formant la roche mère.'(F. LOUDJHANI, 1997 [5]).

La composition, que ce soit du Gneiss kaolinisés ou du Kaolin sableux, évoque un processus pneumatolytique qui aurait donné trois formes d'altération :

-La tourmalinisation,

-La séricitisation,

-La kaolinisation.

La minéralisation s'étend en couverture sur les reliefs avec une profondeur qui peut atteindre les 80 m dans le cas du corps central.

Le contact entre le minerai et son encaissant direct(Gneiss) ne se limite généralement pas par une zone de séparation nette, mais également à un passage progressif de l'un vers l'autre.

Contact progressif irrégulier entre le minerai et son encaissant direct(Gneiss) qui débute généralement par un faciès de transition composé de Gneiss peut kaolinisé en Kaolin sableux. Ce contact est le plus fréquent.

Contact net d'allure régulière entre le minerai et les micaschistes.

La texture du minerai est relativement simple. Celui-ci possède une texture sableuse à grains grossis de quartz visible à l'œil nu.

Les structures gneissiques sont plus répandues, surtout dans la périphérie des Gneiss. L'aspect gneissique est dû à l'agencement entre Kaolinite, Halloysite, Quartz, et Micas.

La structure rubanée correspond à des argiles, qui se rencontrent la partie sommitale du gisement et qui sont caractérisés par des passages clairs, et des passages sombres et ferrugineux, dus probablement à des eaux météoritiques.

Alors que la structure massive correspond à des argiles à teinte plus claire et contenant des cristaux de quartz longs de 0.5 mm à 3 mm enrobés dans une pâte lisse.

Au Djebel Tamazert, apparaissent des roches furrugineuses. De couleur brune 'rouille', occupant des petites fissures centimétriques ou même des failles d'extension métrique. En termes de terrain, ce sont des limonites.

'Les limonites rencontrées semblent être liées à l'altération de rares niveaux pyriteux rencontrés dans les gneiss en profondeur, atteints par les eaux météoritiques le long des fissures ou des fractures de la masse rocheuse.' (F. LOUDJHANI, 1997 [5]).

II. 1 Introduction : [1][2][4][5]

Le gisement de Tamazert, a été signalé en 1925, faisant l'objet d'une exploitation artisanale à partir de 1927 par la compagnie franco-africaine, équipant une usine de traitement ; elle installa, un transport aérien «téléphérique » de 10 km, et une station d'embarquement sur la côte, à l'embouchure de l'Oued Zhour.

En 1933, la carrière a été abandonnée à cause d'une apparition sur le marché international d'un Kaolin de qualité supérieure à celle de ce gisement.

En 1951, la société française CELLUNAF a entrepris l'étude du gisement; suite aux résultats d'analyses et d'essais, qui ont été jugés défavorables (élimination de l'oxyde de fer, faible rendement du Kaolin), l'exploitation a été carrément abandonnée en 1953.

En 1967-1968, une mission chinoise de prospection a effectué des travaux de recherche en Sub-surfaces, et en profondeur.

En 1969, le B.R.G.M(Bureaux de Recherche Géologique Magribines) a réalisé une étude minéralogique, chimique, géologique, et technologique.

En 1973-1976, les plus importants travaux de prospection d'analyses ont été réalisés par SONAREM, dans le but d'une évaluation quantitative du gisement.

En 1982, une étude d'aspect géologique a été faite par le B.R.G.M.

De 1983 à 1987, une étude a été faite par la société KHD, en quatre (04) phases. Depuis l'étude bibliographique, l'évaluation économique du montage de l'usine, passant par les essais technologiques.

En 1992, la société française OCCR inter G a réalisé un calcul des réserves, ainsi que des essais technologiques.

Le complexe de Tamazert a été construit en 1992, pour traiter le Kaolin; il comprend deux quartiers : le service d'extraction et le service de production.

Le Kaolin inssi produit est destiné à: L'imprimerie, au secteur sanitaire, et à la faïence.

II. 2 Service d'exploitation(carrière) :

Le gisement de Tamazert est divisé en trois principaux quartiers dénommés : Corps Central, corps Nord, et corps de Sidi-Kader (voir fig. II. 1). La répartition des réserves est présentée dans le tableau II. 1.

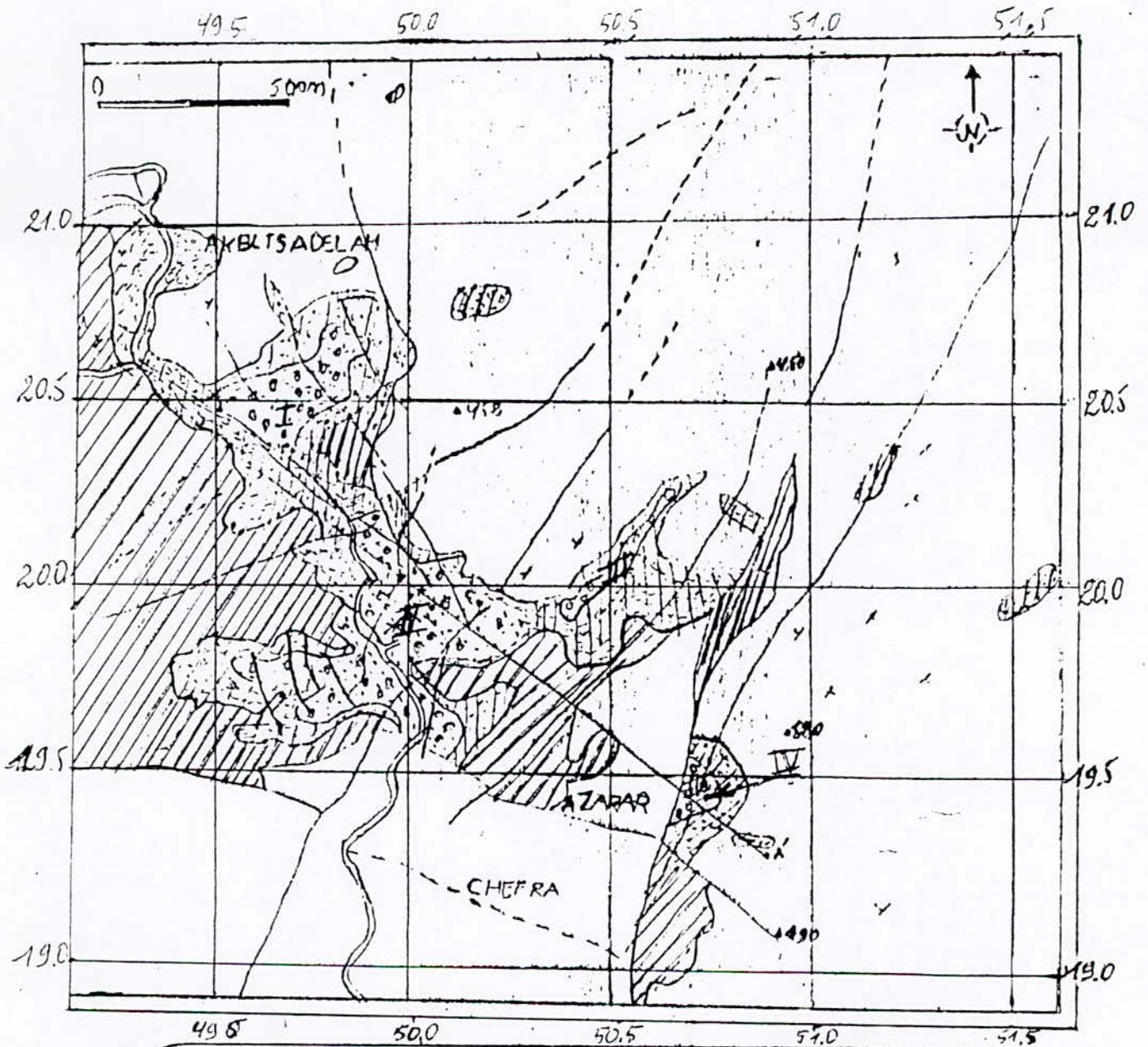
Tableau II. 1 : Les réserves géologiques de Djebel Tamazert. D'après H.CHIRIFI. 1994.[2]

Corps	Catégorie	Réserves géologiques en milliers de tonnes
Corps Central	B	2478.50
	C	3193.54
	Total	5672.04
Corps Nord	C	2393.00
Corps Sidi-Kader	B	0199.26
	C	0226.00
	Total	0425.26
Total	B	2677.76
	C	5812.54
	Total	8490.30

Le premier est la plus importante réserve géologique, le second vient en deuxième position, tandis que le troisième est moins important en réserves, mais apparemment le meilleur en qualité les derniers sont représentés sous formes de lentilles, qui s'étendent sur plusieurs mètres, avec une épaisseur moyenne de 20 mètres.

L'exploitation se fait à Ciel ouvert, du fait que la découverte du gisement est jugée rentable, et, elle nous permet la succession des travaux de creusement, de découverte, et surtout d'exploitation dans un ordre bien déterminé.

CHAPITRE II : PRESENTATION DU COMPLEXE DE TAMAZERT



Micaschistes à deux micas et à grenats.	Kaolin sableux.
Formation gnéissique.	Contours géologiques.
Gnéiss kaolinisés.	Accident tectonique: a: suivis, b: supposé.
Pendage et direction.	Routes.
Points topographiques.	

I) Corps nord. II) Corps central. III) Corps SIDI-KADER. IV) Corps est.

Fig. II.1: Carte géologique du Djebel TAMAZERT.
D'après SONAREM, 1968. modifiée par ENOF, 1995. [3].

Les moyens appropriés à cette méthode sont la pelle rétro, et le bull dozer pour le ripage, le défonçage, et l'ameublissement du minerai abattu.

Le gisement est constitué de Kaolin sableux et illitique ; et lors des périodes humides il est glissant, c'est pour cela qu'on a jugé utile de diviser la carrière en (02) deux types de quartiers à savoir :

Chantier hiver et Chantier été.

On détermine l'extension en largeur des niveaux exploitables à environ 30 m pour chaque gradin sur une hauteur moyenne de 05 m. L'eau, sera évacuée en appliquant une pente douce.

Le chargement s'effectue par deux pelles 950f, et la pelle rétro 9411. Dont le temps d'un cycle est estimé en moyenne à 30 secondes, d'où le rendement d'un chargement sera 424.28 t/h.

Le transport du Tout-Venant de la carrière aux points de déchargement(Usine), est parmi les plus coûteux des processus d'exploitation ; ce transport est assuré par sept(07) camions, à base de calcul de 63 mn/rot.

II. 3 Service de production(usine) : [4]

Le minerai extrait de la carrière est transformée en des produits finis, après avoir subi un traitement. Ce traitement consiste, en une récupération du Kaolin, qui n'est autre que la fraction granulométrique de 0 à 20 μm , en une élimination d'eau pour aboutir à une humidité de 10+2 %.

Le Tout-venant est homogénéisé et stocké. Puis, il est lavé, épaissi, filtré ; en fin, ensaché, et expédié(fig. II. 2).

L'usine de traitement se compose de quatre secteurs distincts.

-Le stockage et l'homogénéisation,

-La laverie.

-La filtration et le séchage,

-L'ensachage et l'expédition.

II. 3.1 Stockage et homogénéisation :

Le minerai est transporté par camions à partir de la carrière jusqu'au Hall d'homogénéisation, où s'effectue une répartition linéaire et uniforme du Tout-venant, sur deux tas, de 15000 tonnes chacun par le stockeur. La quantité de ces deux tas est le stock prévisionnel pour le fonctionnement de la laverie, pendant un mois. D'autre part, lorsqu'un tas alimente la laverie, le deuxième est en formation.

II. 3.2 La laverie(récupération) :

Le traitement est effectué à voie humide ; il consiste en des opérations de séparations granulométriques successives.

Le traitement débute par une trémie. Le minerai est mis en suspension dans un trommel, et subit une première séparation (par grille) dans la maille est de 80 mm. Le refus est un rejet final.

Le passant est amené jusqu'à un crible vibrant d'une ouverture d'1 mm. Le refus subit un concassage à l'aide d'un concasseur à cylindres, et sont contrôlés par un classificateur mécanique à vis sans fin, dont les fines rejoignent le passant du crible vibrant pour le traitement du kaolin.

Tandis que les grosses(plus de 1 mm) forment le rejet appelé 'Sable G00' (fig. II. 3), qui font l'objet de notre présente étude.

Pour la suite du traitement de Kaolin: le passant du crible qui contient le Kaolin subit une troisième séparation dans un hydrocyclone, d'une maille de partage de 70 μm .

La surverse alimente les cyclones secondaires (batterie), qui effectuent la quatrième séparation. Le produit obtenu est le F2(inférieur à 20 μm).

Une partie de ce produit subit à son tour une cinquième séparation par les cyclones de la Batterie(2S07), pour obtenir la deuxième qualité de produit et qui est le F3(inférieur à 15 μm).

Ces produits fins F2 et F3 seront répartis sur trois panneaux tamiseurs chacun, qui vont éliminer les dernières particules hors normes (impuretés organiques, et Micas).

La pulpe du Kaolin, sera amenée dans des bassins de décantation.

Toutes les sous-verses de cyclonage sont soumis à un retraitement par cyclone, et un égouttage.

II. 3.3 Décantation :

Elle s'effectue dans des bassins, qui ont pour destination la séparation par sédimentation des particules solides en suspension dans une pulpe. Il s'agit d'un épaissement.

Ces bassins reçoivent la pulpe de Kaolin de la laverie; un produit flocculant est ajouté à cette pulpe afin d'accélérer la décantation.

II. 3.4 Filtration, et séchage :

La pulpe alimentant les quatre filtres presses, où s'effectue l'élimination des eaux pour obtenir des gâteaux avec un taux d'humidité de 33+1 %.

Le filtrat est amené au malaxeur à l'entrée du séchoir, pour obtenir un produit fini avec une humidité de 10+2 %.

Le Kaolin destiné à l'industrie du papier nécessite un indice de blancheur élevé; La pulpe destinée à ce produit subit un traitement chimique de blanchiment qui consiste à : Acidifier la pulpe par l'acide sulfurique, ajouter de l'hydro-sulfite de sodium pour réduire l'oxyde de fer.

L'eau utilisée dans les différents niveaux de production, est récupérée et recyclée.

II. 3.5 Stockage(Magasins) :

A la sortie du séchoir, le produit est transporté vers les magasins de stockage. D'où les produits seront expédiés en BIG BAG de 1000 kg

CHAPITRE II : PRESENTATION DU COMPLEXE DE TAMAZERT

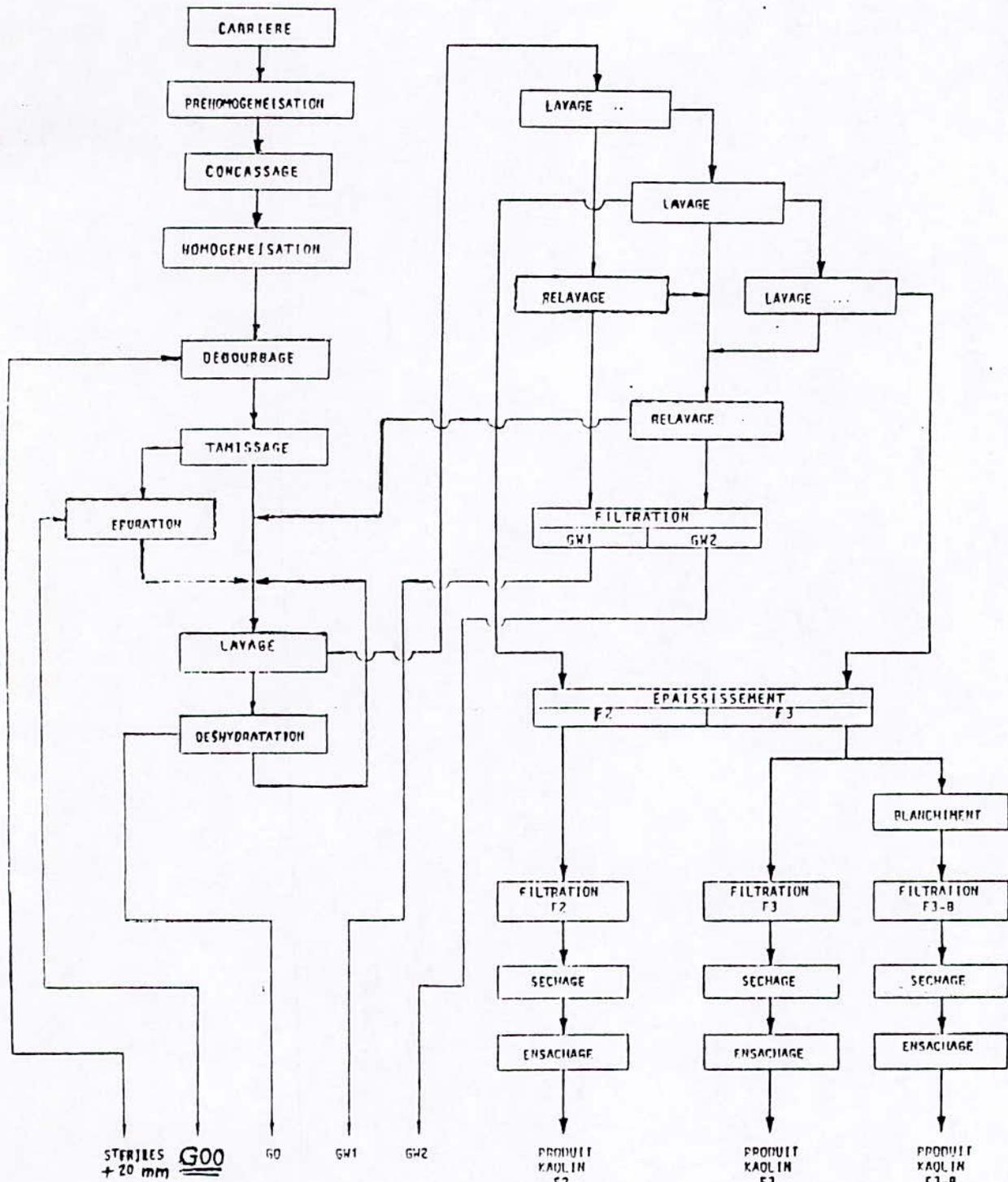


Fig. II. 2 : Schéma détaillé du traitement de Kaolin de Tamazert, et la récupération de 'Sable G00'. D'après KHD, 1987 [4].

III. 1 Identification et Présentation du 'sable G00' :

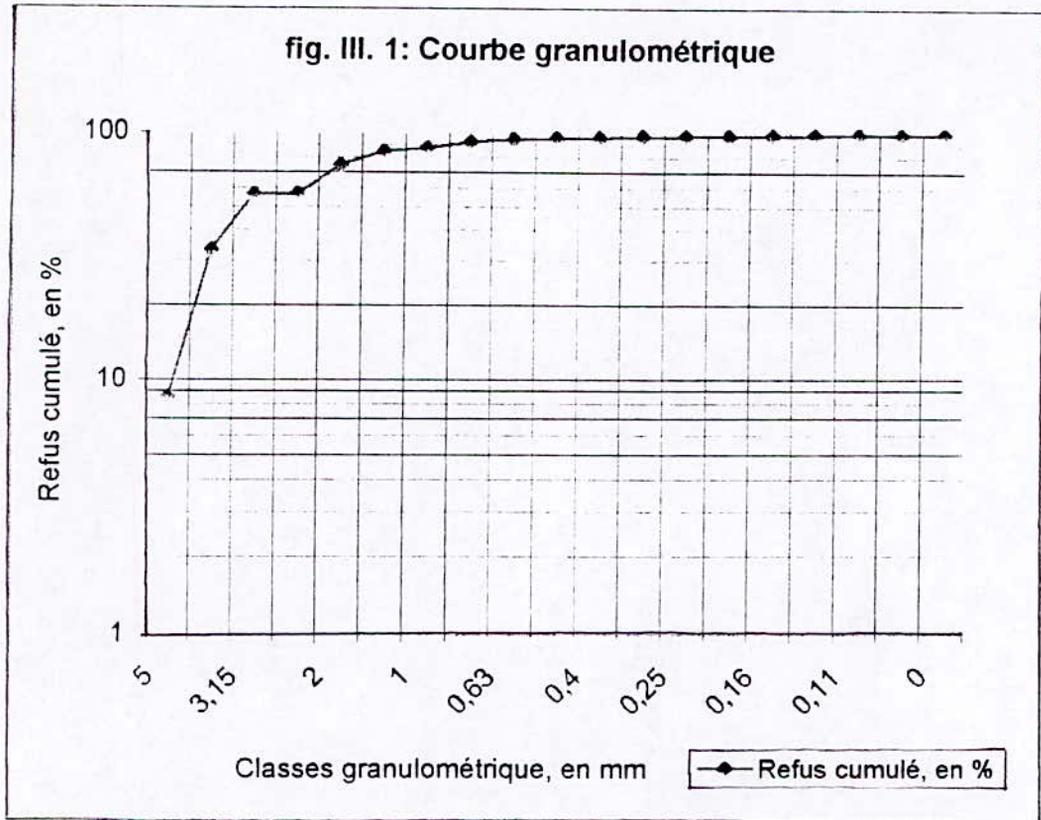
Les travaux ont été réalisés sur un échantillon de 50 kg de Kaolin, ramené du complexe de Tamazert, appelé 'sable G00'.

Ce matériau est un sable, dont la taille des grains est supérieure à 1 mm. Il est composé essentiellement de quartz.

Pour l'identification du 'sable G00', j'ai fait une analyse granulométrique suivant une série de tamis de la norme AFNOR, dont les résultats sont présentés dans le tableau III. 1. La courbe granulométrique est également représentée dans la figure III. 1. Nous avons procédé à l'analyse de ce matériau au laboratoire de cristallographie et minéralogie à l'université de Bab-Ezzouar(U.S.T.H.B), présentée dans le tableau III. 2, et la figure III.2.

Tableau III. 1 : Présentation de l'étude granulométrique.

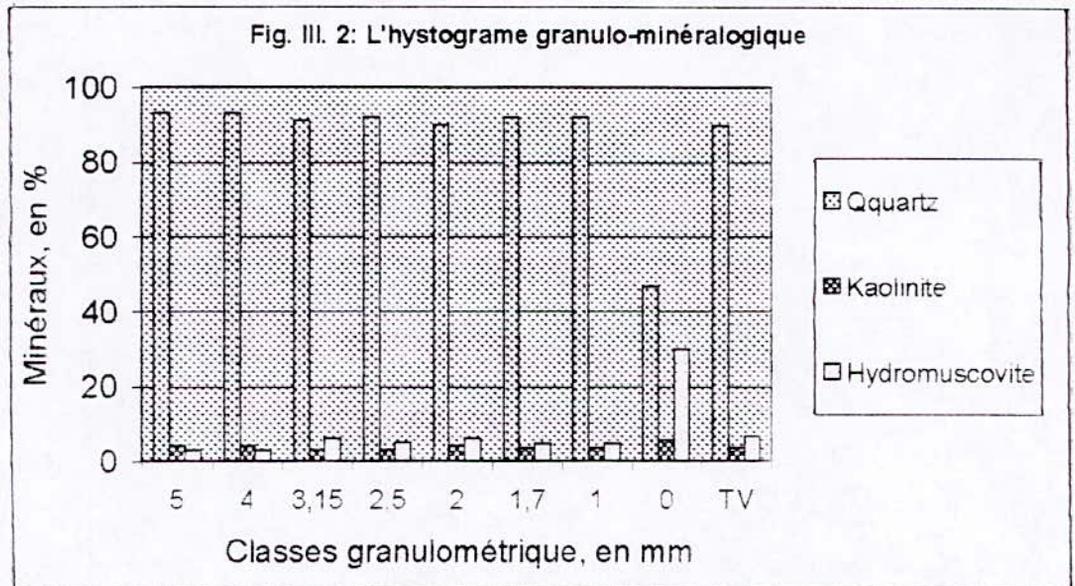
Classes granulométrique, en mm	Refus, en %	Refus cumulé, en %
+5	8.48	8.48
5- 4	24.57	33.05
4- 3.15	23.56	56.61
3.15- 2.5	18.03	74.64
2.5- 2.0	9.98	84.62
2.0- 1.7	2.71	87.33
1.7- 1	4.90	92.23
1- 0.8	2.43	94.66
0.8- 0.63	1.04	95.70
0.63- 0.5	0.69	96.39
0.5- 0.4	0.9	97.37
0.4- 0.315	0.28	97.65
0.315- 0.25	0.14	97.79
0.25- 0.2	0.13	97.92
0.2- 0.16	0.62	98.54
0.16- 0.125	0.73	99.27
0.125- 0.1	0.30	99.57
0.1- 0.08	0.18	99.75
0.08- 0.00	0.23	99.98
TV	100 %	100.00



Plus de 92 % des grains du 'Sable G00' ont un diamètre supérieur à 1 mm.

Tableau III.2 : Présentation des résultats de la diffraction au rayon 'X'.

Classes granulométrique, en mm	Analyse par diffraction au rayon 'X'		
	Quartz, en %	Kaolinite, en %	Hydromuscovite, en %
+5	93	4	3
5- 4	93	4	3
4- 3.15	91	3	6
3.15- 2.5	92	3	5
2.5- 2.0	90	4	6
2- 1.7	92	3.5	5
1.7- 1	92	3.5	5
1- 0	46	5.5	30
TV	90	4	7



La 'sable G00' est composé de 89.7 % de quartz, de 6.6 % d'hydromuscovite et de 3.7 % de Kaolinite.

Les Minéraux présents dans le 'Sable G00', sont :

- La Goëthite(FeOOH) : de couleur brun noir à brun rouge foncé, d'éclat terreux et de masses parfois poreuses.
- L'hydromuscovite(synonyme : Illite) : Terme de passage entre la muscovite et la montrollinite, de masses finement écailleuses, blanchâtres et d'éclat submétalique sur le clivage.
- La Kaolinite($\text{Al}_4[(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{O}_{10}]$) : Grenue d'allure argileuse. Couleur blanche, jaunâtre. Eclat mât.
- La Magnétite(FeFe_2O_4) : Spinelles ferrifères. Couleur noir. Opaque. Eclat semimétalique. Très magnétique.
- Le Quartz(SiO_2) : Incolore. Eclat vitreux. Pouvoir réflecteur très faible.
- La Sidérite(FeCO_3) : Couleur jaune brun. Eclat vitreux.

Les minéraux de fer(Gôethite, Magnétite, Sidérite) N'apparaissent pas par diffraction aux rayon 'X' à cause de leur faible pourcentage.

La fiche technique du 'sable G00' établie par l'ENOFest présentée dans le tableau III. 3.

Tableau III. 3 : Fiche technique du 'sable G00', d'après l'ENOF(1999).

Analyse chimique. en %	SiO ₂	93.30
	Al ₂ O ₃	3.53
	Fe ₂ O ₃	0.91
	Ti O ₂	0.14
	Ca O	0.10
	Mg O	0.08
	Na ₂ O	0.03
	K ₂ O	0.77
	P ₂ O ₅	-
	Ba O	-
	P.A.F	1.02
	Analyse granulométrique. en %	+4
+2		-
+1		92.5
1- 0.5		3.0
0.5- 0.2		1.3
0.2- 0.1		0.8
0.1-0.04		0.7
-0.04		1.7

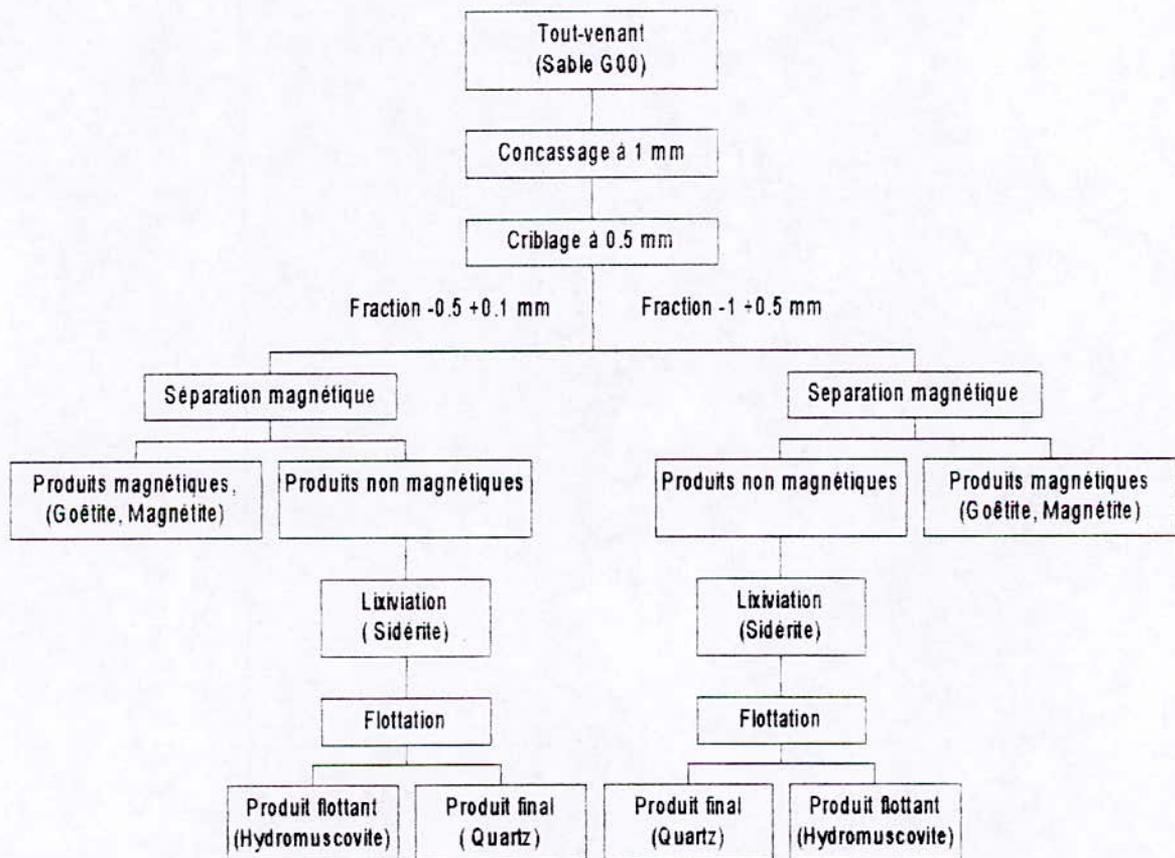
III. 2 Déroulement des opération de prétraitement et de traitement au laboratoire de l'E.N.P :

En se basant sur l'identification du 'Sable G00',et tenant compte des moyens existants au niveau de laboratoire du département Génie Minier, Nous avons opté pour un schéma de traitement suivant : (fig. III. 3)

- Une préparation mécanique, pour la libération des minéraux.
- Une déférisation par séparation électromagnétique.
- Une élimination des carbonates par lixiviation :

-Une élimination des micas par flottation à l'eau

Fig. III. 2: Schéma général de la valorisation étudiée



III. 2. 1 Préparation du minerai :

-Le Tout-venant ramené de Tamazert a été partagé en portions identiques. Pour cela, il subit une opération d'homogénéisation, et de quartage.

-L'homogénéisation réside dans l'élaboration et la reconstitution du tout-venant en forme de cône, par une pelle.

-Le Quartage est la division du tout-venant en quatre (04) portions identiques. Pour cela, le cône déjà construit, est aplati en une couche aussi mince que possible, de forme ronde. Puis découpé en quatre.

-dans les opérations de quartage et de division, la différence de poids entre les portions ne doit pas dépasser les $200 \cdot D$ (D : Diamètre maximum d'un grain, en cm).

Les quartiers 1 et 3 sont destinés à l'identification du tout-venant. Le quartier 2 pour les essais. Et le quatrième, comme témoin. Pour pouvoir faire tous les essais, des fractions supplémentaires on été prises des quartiers 1 et 3.

Les résultats de l'étude granulométrique, sont présentés dans le tableau III. 1. Pour la suite des travaux, toutes les fractions utilisées (quels que soient leur poids ou leur destinations), sont obtenues par division :

III. 2. 2 Préparation mécanique :

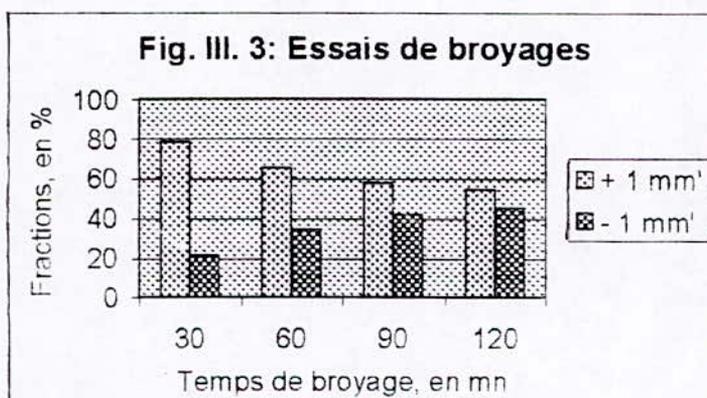
Etant donné que la particule la plus grosse acceptée par le séparateur électromagnétique est de 1 mm et se référant à notre analyse granulométrique du tout-venant, nous avons entrepris deux tests : Un test de broyage et un test de concassage.

Broyage :

On utilise un broyeur à boulets en porcelaine afin d'éviter toute contamination par le fer. Ces résultats sont présentés dans le tableau III. 4.

Tableau III. 4 : Présentation des résultats des essais de broyage.

Temps. en mn	Fraction, en %	
	+ 1 mm	- 1 mm
30	78.56	21.44
60	65.52	34.48
90	57.70	42.29
120	54.73	45.26



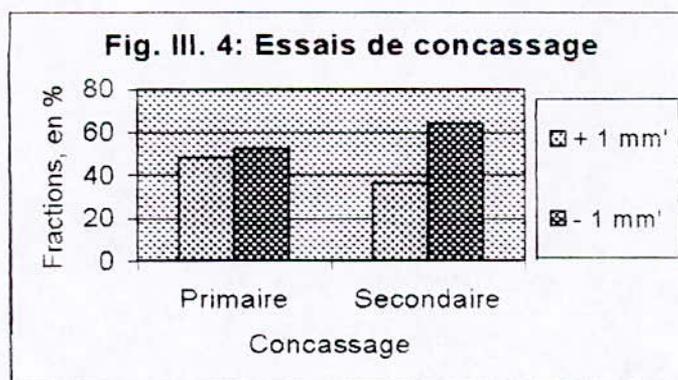
Le tableau montre un rendement de broyage(45.26% pour 2 heures) avec des variation faibles en fonction de temps.

Concassage :

On utilise un concasseur à cylindres, avec une ouverture entre les deux cylindres inférieure à 0.5 mm. Le concassé subit un criblage à 1 mm. la fraction grosse passe par un deuxième concassage(concassage seconde).

Tableau III. 5 : Présentation des résultats des essais de concassage.

Concassage	Fraction. en %	
	+ 1 mm	- 1 mm
Primaire	48.08	51.91
Secondaire	36.07	63.94



On remarque que nous avons plus de la moitié de la charge concassée inférieure à 1 mm. et que le concassage secondaire est plus efficace.

L'efficacité du concassage secondaire est due probablement au fait que

l'alimentation a une marge métrique plus réduite et plus régulière que l'alimentation du primaire.

Si nous comparons le broyage et le concassage, on peut conclure que pour une fragmentation du 'Sable G00' à moins de 1 mm il est préférable d'utiliser un concassage en deux passes.

NOTE :

Pour la suite des essais, nous avons volontairement exclu la classe de moins de 100 μm , qui représente 7% du poids après concassage, parce qu'au dessous de cette granulométrie, on n'a pas pu d'approche quantitative.

III. 2. 3 Séparation électromagnétique :

Cette étape du travail a pour but l'élimination de la Goëtitite présente dans le 'Sable G00'.

Dans cette déférisation, on essaie d'étudier L'influence des paramètres électriques (intensité du courant) sur la séparation.

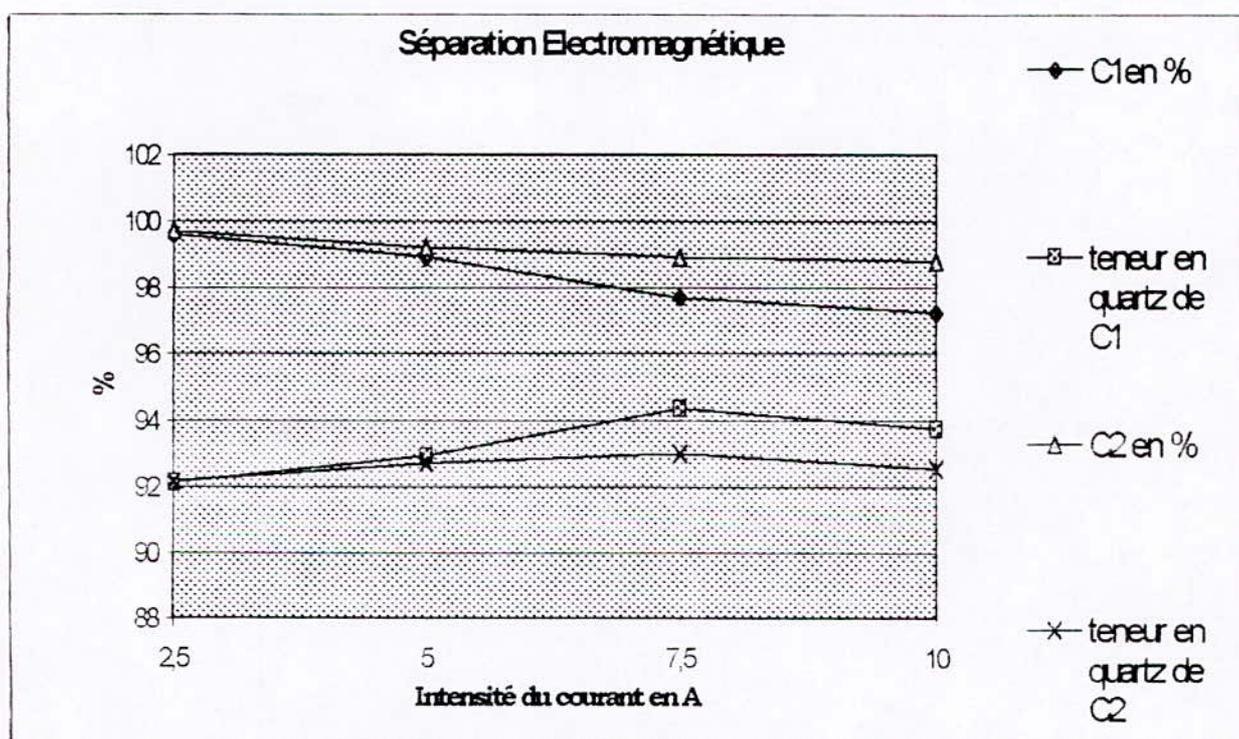
L'alimentation en tout-venant du séparateur est réglée de façon à obtenir une nappe de grains très régulière en évitant l'encombrement de ces dernières. Le clapet est placé à son plus petit angle(le plus bas possible).

Pour obtenir une meilleure qualité de concentré, et dûe à la grande fourchette granulométrique (de 1 à 0.1 mm) de l'alimentation, et pour minimiser l'effet des dimensions des grains. Le tout-venant a été divisé en deux classes granulométriques. l'une de 1à 0.5 mm et l'autre de 0.5 à 0.1 mm.

La séparation à été effectuée sous, différentes intensités de 2.5, 5.0, 7.5, et 10 A(ampère); les résultats sont présentes dans le tableau III.6, et la figure III.6, ci dessous :

Tableau III.6: Présentation des résultats de la séparation électromagnétique.

Intensité du courant en A	Classe granulométrique. en mm							
	1-0.5				0.5-0.1			
	Concentré(C1)		Rejet		Concentré(C2)		Rejet	
	Récupération poids, en %	Teneur en Quartz	Récupération poids, en %	Teneur en Quartz	Récupération poids, en %	Teneur en Quartz	Récupération poids, en %	Teneur en Quartz
2.5	99.60	92.13	0.40	69.84	99.70	92.14	0.30	12.82
5.0	98.90	92.91	1.10	25.98	99.20	92.72	0.80	13.79
7.5	97.70	94.34	2.29	3.85	98.91	92.99	1.09	9.16
10.0	97.24	93.75	2.76	37.79	98.78	92.55	1.21	57.14



On voit que la meilleure séparation est obtenue à l'intensité de 7.5 Ampères. indépendamment des dimensions des grains.

La classe granulométrique de 1 à 0.5 mm donne un résultat légèrement meilleur.

III.2.4- Lixiviation :

Il s'agit d'éliminer les calcaires (la sidérite) présents dans le sable 'GOO' par attaque à l'acide chlorhydrique à 5 N.

Les essais ont porté sur les deux classes (-1 mm + 0.5 mm & -0.5 mm + 0.1 mm).

On a utilisé à cet effet, de l'acide chlorhydrique (HCl) à 5 N(normalité), c.a.d 8.14 %, pour une durée de 5 mn. Le rapport liquide/ solide est de 1.

Tableau III.7: Résultats de la lixiviation.

Classes granulométriques en mm	Concentré de lixiviation en %	
	Récupération poids, en %	Teneur en Quartz
+ 1 -0.5	99.54	94.78
+ 0.5 -0.1	98.50	94.21

Bien que la teneur en quartz de la classe granulométrique 1 à 0.5 mm après lessivage soit meilleure, l'augmentation de cette teneur est plus appréciable pour la classe 0.5 à 0.1 mm. Ce résultat est à titre indicatif; donc, il est souhaitable de varier le temps de lixiviation.

III.2.5- La flottation:

Afin d'éliminer les micas, et faute de réactifs, nous avons opté pour la flottation à l'eau pure. A cet effet, nous avons utilisé un cylindre en Plexiglas, muni à sa base, d'un orifice pour l'alimentation d'eau. Le produit est en forme de couche, d'une épaisseur d'un dixième du diamètre du cylindre. le produit flottant(les micas) est déversé par un deuxième orifice qui est placé à une hauteur égale à trois fois l'épaisseur de la couche(voir la figure III.7).

Tableau III.7: Résultats de la flottation.

Classes granulométrique en mm	Concentré		Rejet	
	Récupération poids, en %	Teneur en quartz	Récupération poids, en %	Teneur en quartz
-1 -0.5	100	94.78	0.00	0.00
-0.5 -0.1	97.31	95.63	2.69	0.83

III.3- Récapitulation et évolution de la valorisation:

Chaque concentré obtenu par une méthode de séparation devient produit d'alimentation(le tout-venant) pour la séparation suivante. Pour avoir une vision de l'ensemble des étapes de la valorisation. J'ai rapporté tous les résultats sur les tableaux III. 9 et III. 10 et je les est illustré dans la figure III. 6.

Les deux colonnes du Tout-venant sont celles des deux classes granulométriques(-1 +0.5 mm et -0.5 +0.1 mm)après concassage.

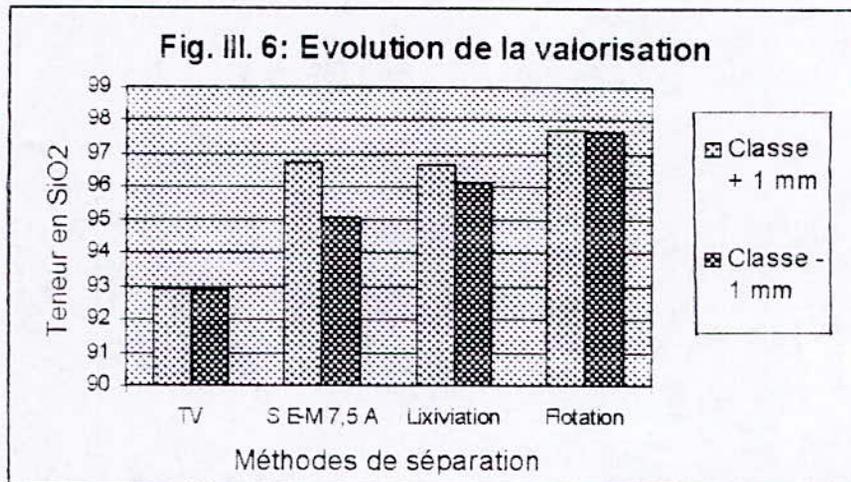
CHAPITRE III : PARTIE EXPERIMENTAL

Tableau III.9 : Présentation des résultats obtenu pour la classegranulométrique (-1 +0.5 mm).

Minéraux	Tout-venant	Concentres obtenus par les méthodes de séparation					
		électromagnétique				lixiviation	flottation
		2.5	5	7.5	10		
Quartz	90.70	92.13	92.91	94.75	93.75	94.78	94.78
Kaolinite	4.8	4.6	4.6	4.4	4.3	4.2	4.2
KýHydromus covite	1.3	1.1	1.7	1.3	1.3	1.0	1.0
Magnétite	1.4	0.8	-	-	-	-	-
Gôethite	1.4	0.9	0.4	-	0.1	-	-
Sédérite	0.5	0.5	0.4	0.4	0.6	-	-
Silise (SiO ₂)	92.90	94.25	95.03	96.77	95.73	96.71	97.71

Tableau III.10 : Présentation des résultats obtenus pour la classegranulométrique (-0.5 +0.1 mm).

Minéraux	Tout-venant	Concentres obtenus par les méthodes de séparation					
		Electromagnétique				lixiviation	flottation
		2.5	5	7.5	10		
Quartz	90.70	92.14	92.72	92.99	92.55	94.21	95.60
Kaolinite	4.8	4.6	4.6	4.5	4.6	4.2	4.4
KýHydromus covite	1.3	1.2	1.4	1.8	1.8	1.4	-
Magnétite	1.3	0.8	1.1	-	-	-	-
Gôethite	1.4	0.9	0.6	-	0.5	-	-
Sédérite	0.5	0.4	0.6	0.7	0.7	-	-
Silice (SiO ₂)	92.90	94.26	94.83	95.06	94.67	96.14	97.65



III. 4 Conclusion :

Nous pouvons remarquer que pour les deux tranches (1 à 0.5 mm. 0.5 à 0.1 mm), que le 'sable G00' est totalement dégagé des impuretés :

- ♦ La séparation électromagnétique pour les minéraux ferreux.
- ♦ La lixiviation pour les carbonates.
- ♦ La flottation pour les micas.

Conclusion générale :

Les travaux et résultats présentés précédemment permettent de conclure que :

- Le rejet appelé sable 'GOO', du complexe de Tamazert, est dominé par le quartz et il a comme impuretés des minéraux ferreux, de l'hydromiscovite et de la kaolinite.
- Sa purification exige plusieurs méthodes de séparation, qui correspondent aux types des impuretés.

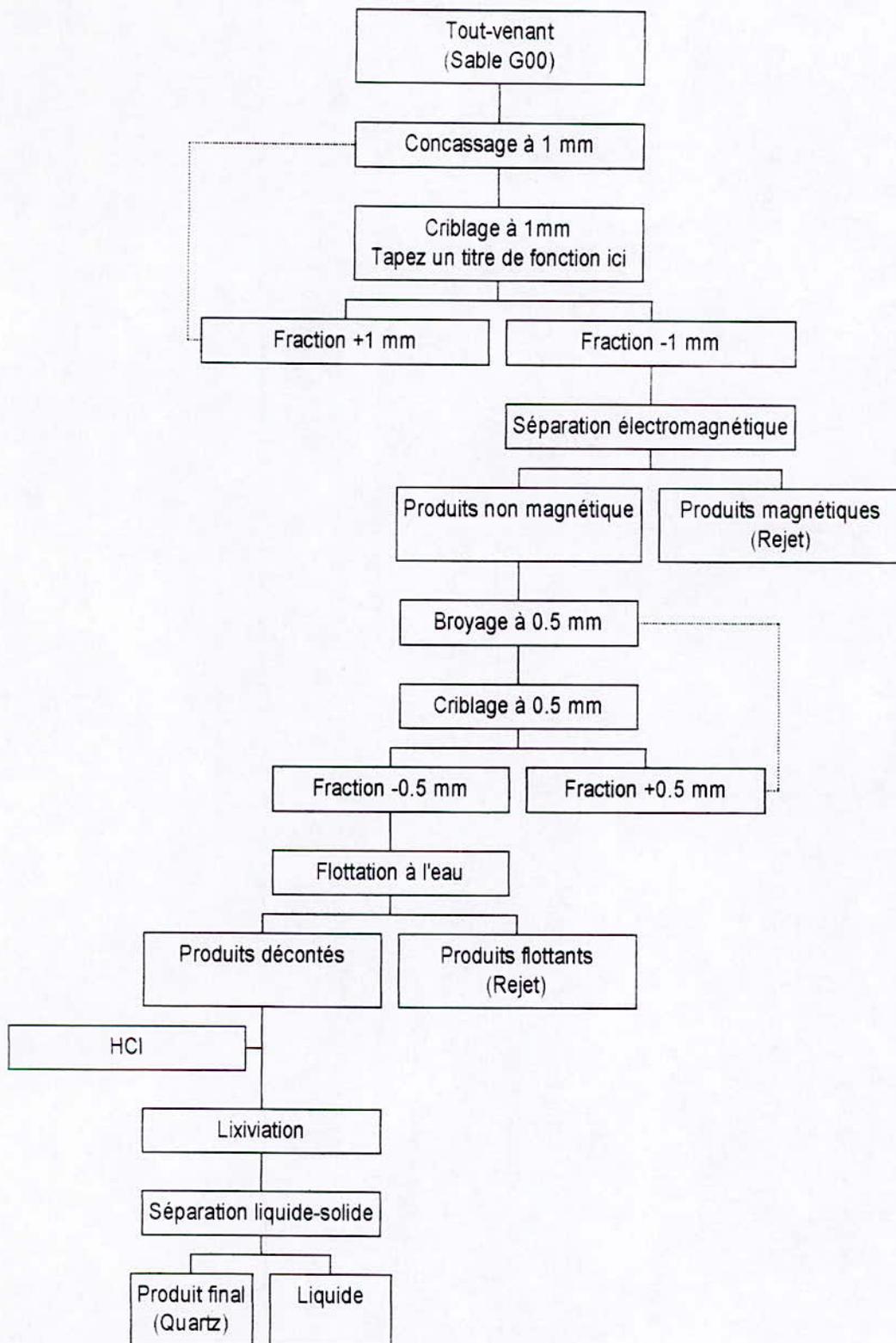
Les résultats des travaux entrepris nous permettent de proposer le schéma de valorisation suivant (voir la figure IV. 1):

- Préparation mécanique à 1 mm, par concassage ;
- Déférisation par séparation électromagnétique à 7.5 A;
- Broyage à -0.5 mm;
- Lixiviation par attaque à l'acide chlorhydrique;
- Flottation à l'eau.

Recommandations: Pour les travaux à venir, on recommande de:

- Optimiser les paramètres de la Lixiviation et de la flottation ;
- Etudier le broyage du sable 'GOO', par des charges broyantes en matériaux synthétique exempt de fer.
- Etudier la rentabilité économique du traitement du sable 'GOO'.

Fig. IV. 1: Schéma retenu pour la valorisation de 'Sable G00'



Référence

- 1 B.R.G.M.(1998) : Rapport d'analyse et de synthèse sur le projet 'Kaolin' de 'Tamazert'.
- 2 CHERIFI.H (1994) : Exploitation sélective du Kaolin de Tamazert, P.F.E, E.N.P, Alger.
- 3 E.R.E.M(Ex : Sonarem)(1967-1968) : Rapport interne de la mission chinoise sur le Kaolin du Djèbel Tamazert.
- 4 KHD HUMBOLDT WEDAG(1987) : Etude technique et économique de mis en valeur du gisement de Kaolin de Tamazert.
- 5 LOUDJHANI.F(1996) : Contribution à l'étude du gisement de Kaolin de Djèbel Tamazert (El_Milai). P.F.E, Constantine.
- 6 MAHJOUR.Y (1991) : Cinématique des déformations et évolution P.T anté_alpine en petite Kabylie.Thèse de Doctorat d'Etat, E.S Sciences, U.S.T.H.B, Alger.

Bibliographie

ARCHIVES DES MINES(Constantine) : Notes de G.BETIER(1927) et H.RENOUDIN(1929).

BOLFA. JOSEPH(1948) : Contribution à l'étude des gîtes métallifères de la Kabylie de Collo et de la région de Bône. Bul.géo. Algérie. 6^{ème} série.

BOUREZG. M(1989) : Etude minéralogique et géochimique du chapeau de fer dans le Nord-Est Algérien (Thèse magister). IST Constantine, Algérie.

FOUCAULA RAOULT. T(1984) : Dictionnaire de géologie, 2^{ème} édition MASSON, Paris.

JOHAN.P et PICOT.P(1977) : ATLAS des minéraux métalliques, édition B.R. G.M, Paris.

KHD HUMBOLDT WEDAG(1984) : Etude technique et économique de mis en valeur du gisement de Kaolin de Tamazert.(Rapport des essais pilote).

PARFENOFF.A, POMEROL. C, et TOURNQ.J(1970) : Les minéraux en grains(Méthodes d'étude et détermination), édition MASSON et Cie, EDITEURS, Paris.

2.5. <i>La Flottation</i>	26
3. <i>Récapitulation et évolution de la valorisation</i>	27
4. <i>Conclusion</i>	28
<i>Conclusion Générale</i>	29
<i>Référence</i>	31
<i>Bibliographie</i>	31