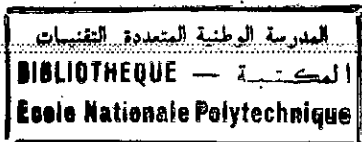


ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT DE GENIE MINIER



MEMOIRE DE MAGISTER

Présenté par : SAUHI Mohamed

Ingenieur d'Etat - Diplômé de l'Université de Annaba

**Méthodologie d'exploitation des matières premières
à ciment dans le Sud Algérien
Cas de la future cimenterie d'El - Abiod - Sidi - Gheikh
(Wilaya d'El - Bayadh)**

SOUTENU EN JUIN 1993 DEVANT LE JURY COMPOSE DE :

Mr S.GUERRAK
Mr M.A. BACHAR
Mr A.AIT YAHIA TEN
Mme S. CHABOU
Mr M. LAROUCI
Mr OUABDESSALEM
Mr A. SATOUR

Docteur d'Etat (MIM)
Docteur d'Etat (ENP)
Docteur es-Sciences (ENP)
Docteur (ENP)
Docteur Ingenieur (SONATRACH)
Docteur ingénieur (ENP)
Ingenieur d'Etat en mines (ERCC)

- Président
- Rapporteur
- Examineur
- Examineur
- Examineur
- Examineur
- Invité

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT DE GENIE MINIER

المدرسة الوطنية للتكنولوجيا
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

MEMOIRE DE MAGISTER

Présenté par : SALHI Mohamed

Ingénieur d'Etat - Diplômé de l'Université de Annaba

**Méthodologie d'exploitation des matières premières
à ciment dans le Sud Algérien
Cas de la future cimenterie d'El - Abiod - Sidi - Gheikh
(Wilaya d'El - Bayadh)**

SOUTENU EN JUIN 1993

REMERCIEMENTS

Nous tenons à exprimer nos plus profonds remerciements à Monsieur MOHAMED AGUID BACHAR, notre principal encadreur, pour son engagement et son souci à vouloir donner à cette étude une dimension utile et concrète à la compréhension de tous les phénomènes liés à l'exploitation des matières à ciment dans le Sud Algérien.

Nous remercions bien évidemment Monsieur GUERRAK, Docteur d'Etat et Président du jury ainsi que les membres du jury d'avoir bien voulu accepté la charge de juger notre travail:

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| - Monsieur A. AIT YAHIA TEN | Docteur es-Sciences (ENP) |
| - Madame S. CHABOU | Docteur (ENP) |
| - Monsieur M. LAROUCI | Docteur Ingénieur (SONATRACH) |
| - Monsieur OUABDESSALEM | Docteur ingénieur (ENP) |
| - Monsieur A. SATOUR | Ingénieur d'Etat en mines (ERCC) |

Nous ne saurions oublier Monsieur WENDA notre premier promoteur qui n'a ménagé aucun effort pour donner à ce travail tout l'intérêt qu'il mérite.

Il est vrai que les promoteurs du Département de Génie minier ont eu beaucoup de peine à nous suivre, tant les préoccupations professionnelles nous ont maintes fois éloignés du sujet. Nous les remercions encore une fois pour leur abnégation et leur disponibilité.

Il est bien évident que le meilleur apport tant technique que moral revient au département de Génie-minier, à travers Monsieur AIT -YAHIA TENE et Monsieur SAADA, Madame CHABOU et Mademoiselle BOUMBAR, avec la collaboration soutenue de Monsieur BELABBES, Professeur au Département de Génie Chimique et de Monsieur OUABDESSLAM, Professeur au Département de Génie Industriel.

Nous ne saurions oublier également de transmettre nos meilleurs remerciements à l'Académie des Mines et de la Métallurgie de Cracovie (Pologne) à travers Messieurs OUBERMAN, Professeur et Directeur de l'Institut d'Exploitation à ciel ouvert, Monsieur BOUALLEGUI Etudiant 3^o Cycle dans ce même Institut et Monsieur KURDOWSKI Professeur à l'Institut de céramique, qui ont eu le souci permanent de l'intéresser à notre travail durant notre séjour parmi eux.

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

Nous remercions par la même occasion, Monsieur ADJOU, Ingénieur Géologue Expert, pour son apport en programmes de traitement informatique des données et Mademoiselle SAHRAOUI, Ingénieur en chimie Industrielle et spécialisée en technologie des ciments pour son aide et ses conseils précieux, ainsi qu'à tous ceux et celles, exerçant à l'UREG (Boumerdès), qui ont apporté d'une manière ou d'une autre leur contribution pour que cette étude se réalise et ait un impact dans le contexte actuel.

Nous ne saurions oublier Madame MERAZKA pour sa disponibilité en matière informatique et ses encouragements ainsi que les Ingénieurs du Département Mines de l'UREG aux quels nous dédions bien amicalement cette étude.

P R E A M B U L E

المدرسة الوطنية المتعددة التخصصات
المكتبة — BIBLIOTHÈQUE
Ecole Nationale Polytechnique

L'intérêt accordé aux matériaux de construction relève d'une demande supérieure à l'offre. Cette inadéquation trouve son origine à travers un retard dû à un outil de production non encore maîtrisé et à un volume de construction considérable en matière d'habitat.

Nous nous intéresserons dans ce contexte à la production de ciment gris appelé dans le commerce CPA (Ciment Portland Artificiel).

En effet, la production nationale installée à ce jour et répartie à travers 12 Cimenteries, est de 12 Mt/an environ.

Malheureusement, la réalité est tout autre car la production arrive difficilement à 8 MT soit 66 % environ alors que les besoins sont estimés à 10 MT, la différence (2 MT) est importée.

Ce bref constat nous conduit paradoxalement à voir "défiler" devant nous 2 MT normalement exportables alors qu'on assiste à l'effet inverse.

Ceci dit, il reste néanmoins à réguler les besoins en matière d'habitat, domaine difficilement maîtrisable où l'on assiste à l'amélioration progressive du niveau de vie et à un taux de croissance démographique qui défie le planificateur.

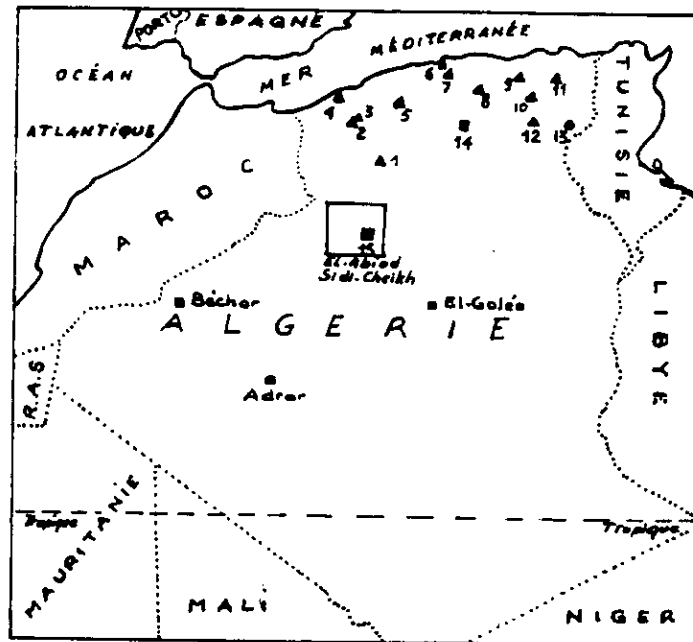
Ces deux facteurs ne peuvent s'accommoder si le second ne se plie pas aux exigences du premier, lequel à son tour, devra déboucher sur une meilleure production, c'est-à-dire atteindre au moins les 80 % et couvrir ainsi les besoins nationaux actuels sans avoir recours à l'importation.

Nous avons tenu à souligner ce rapport niveau de vie/production combien significatif car jusqu'en 1965 alors qu'il était insignifiant, l'Algérie, avec une production de près d'un million de T/an, était alors un pays exportateur de ciment à partir de trois unités seulement, travaillant à voie humide qu'était Meftah (remplacée à partir de 1976 par la cimenterie actuelle) et que sont encore Rais Hamidou (ex. Pointe Pescade) à Alger, et Zahana (Mascara) totalisant à cette époque une production installée de 3 x 400.000 tonnes/an.

Si les besoins en matière de construction "en dur" ne sont pas aussi cruciaux au Sud du pays et les capacités des cimenteries projetées sont de l'ordre de 150.000 à 300.000 t/an selon les régions, donc sensiblement inférieures à celles du Nord, il n'en demeure pas moins qu'il y a urgence dans le domaine.

C'est à la lumière de toutes ces particularités constatées et des expériences vécues que nous nous sommes intéressés à un modèle d'exploitation des gisements de substances utiles pour les futures cimenteries situées en zone saharienne telles que celles de Béchar, d'Adrar, d'El-Goléa et d'El-Abiod-Sidi-Cheikh (Fig: N 1).

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique



- | | |
|--------------------------|---------------------------|
| 1. SAIDA | 10.- HAMMA BOUZIANE |
| 2. 3. ZAHANA | 11. HADJAR SOUD |
| 4. BENI-SAF | 12. AIN TOUTA (BATNA) |
| 5. CHLEF | 13. TEBESSA |
| 6. RAIS HAMIDOU (ALGER) | 14. DJELFA |
| 7. MEFTAH | 15. EL-ABIODH SIDI CHEIKH |
| 8. SOUR EL GHOZLANE | |
| 9. AIN EL KEBIRA (SETIF) | |

Fig.1 Implantation des Cimenteries

- ▲ : en activité
- : en construction
- : en projet

TABLE DES MATIERES

- INTRODUCTION	4
1ère PARTIE : GEOLOGIE DES GISEMENTS	8
Chapitre I : Géologie saharienne - Généralités	9
I.1 - Bref aperçu sur la géologie du Sahara	9
I.2 - Caractéristiques des matières à Ciment étudiées.	11
Chapitre II : Géologie régionale	15
II.1 - Aperçu des études antérieures	15
II.2 - Géomorphologie - Orohydrographie - Climat.	16
II.3 - Lithostratigraphie de la région	19
II.4 - Tectonique	19
II.5 - Aperçu paléographique succinct	19
II.6 - Formations géologiques perspectives.	20
Chapitre III: Le gisement de calcaire d'El-Abiod-Sidi-Cheikh	24
III.1 - Généralités	24
III.2 - Géomorphologie - Orohydrographie	24
III.3 - Lithostratigraphie	24
III.4 - Quelques caractéristiques sur les travaux de recherche.	28
Chapitre IV : Le gisement d'argile d'El-Abiod-Sidi-Cheikh	31
IV.1 - Généralités	31
IV.2 - Géomorphologie - Orohydrographie	31
IV.3 - Lithostratigraphie	31
IV.4 - Quelques caractéristiques sur les travaux de recherche.	34
Chapitre V : Le gisement de sable d'El-Abiod-Sidi-Cheikh	37
V.1 - Généralités	37
V.2 - Géomorphologie - Orohydrographie	37
V.3 - Lithostratigraphie	37
V.4 - Quelques caractéristiques sur les travaux de recherche.	39

2ème PARTIE : EXIGENCES DANS LA FABRICATION DU CIMENT PORTLAND .	41
Chapitre VI : Généralités sur la technologie de fabrication du Ciment Portland.	42
VI.1 - Composition du ciment portland	42
VI.2 - Qualité d'un clinker	42
VI.3 - Procédé de fabrication du ciment portland	43
VI.4 - Résistance du ciment portland.	48
Chapitre VII: Caractéristiques qualitatives des substances utiles.	52
VII.1 - Exigences industrielles envers les matières premières à ciment.	53
VII.2 - Les constituants volatiles dans le processus de cuisson.	54
3ème PARTIE : EXPLOITATION DES GISEMENTS.	57
Chapitre VIII: Spécificités hydrogéologiques d'exploitation	58
VIII.1 - Le gisement de calcaire	58
VIII.2 - Le gisement d'argile	58
VIII.3 - Conditions climatiques et caractéristiques hydrogéologiques.	58
VIII.4 - Exploitabilité du gisement d'argile (sous--dosé).	62
Chapitre IX : Intégration des carrières	72
IX.1 - Estimation du mélange cru moyen suivant les gisements.	72
IX.2 - Optimisation des mélanges crus suivant le couplage des gradins.	84
IX.3 - Analyse statistique des éléments chimiques	102
IX.4 - Isolignes dans les gisements	112
IX.5 - Planning des travaux d'exploitation	117
Chapitre X : Exploitation du gisement d'argile (sous--dosé)	121
X.1 - Système d'exploitation arrêté	121
X.2 - Accès et ouverture de la carrière	122
X.3 - Aires de stockage	127
X.4 - Travaux de découverte	127
X.5 - Extraction, chargement et transport.	129

Chapitre XI : Exploitation du gisement de calcaire (sur-dosé).	136
XI.1 - Système d'exploitation arrêté	136
XI.2 - Accès et ouverture de la carrière	137
XI.3 - Chargement et transport	139
XI.4 - Travaux d'abattage	140
Chapitre XII: Exploitation du gisement de sable (ajout siliceux)	153
XII.1 - Système d'exploitation arrêté	153
XII.2 - Accès et ouverture de la carrière	154
XII.3 - Chargement et transport	156
XII.4 - Travaux d'extraction.	156
Chapitre XIII: Moyens de réalisation.	157
XIII.1 - Moyens matériels	157
XIII.2 - Moyens humains	158
- CONCLUSION	160
- BIBLIOGRAPHIE.	163
- ANNEXES HORS TEXTE (N° 1 à 7)	

INTRODUCTION

Notre sujet traitera du mode d'exploitation qu'il conviendra d'adapter aux gisements de matières premières à ciment que sont :

- le calcaire (sur-dosé)
- l'argile (sous-dosé)
- le sable (ajout siliceux)

pour l'alimentation de l'usine projetée à El-Abiod-Sidi-Cheikh avec une production de 300 000 t/an de clinker dans la wilaya d'El-Bayadh et par là-même de toutes les futures cimenteries programmées dans le cadre du plan, au Sud du pays.

En effet, que ce soit à El-Abiod-Sidi-Cheikh, à Béchar, à El-Goléa ou à Adrar, les gisements de matières premières présentent les mêmes particularités morphologiques, géochimiques et hydrogéologiques, soit dans l'ensemble, des conditions technico-minières complexes dans le fond et relativement simples dans la forme.

- 1- Les gisements carbonatés (ou sur-dosés) sont homogènes du point de vue chimisme et facilement exploitables (sauf celui de Béchar).
- 2- Par contre, les gisements d'argiles (ou sous-dosés) présentent quatre particularités essentielles :
 - 2.1 - hétérogénéité dans leurs formations, intercalations de grès, schistes ...et se présentent surtout avec des fluctuations chimiques importantes (d'où exploitation sélective).
 - 2.2 - gisements relativement plats (d'où exploitation en fouille).
 - 2.3 - niveaux statiques de l'eau peu profonds (7 à 12 m).
 - 2.4 - teneurs en éléments nocifs (MgO, alcalis, chlore, sulfates) très élevées dans la partie sèche et diminuent avec l'augmentation de la profondeur (argile saturée d'eau).

Ces deux dernières particularités nous amènent à deux alternatives:

- a) - extraire la partie argileuse sèche et s'assurer un mélange cru convenable avec les autres composants tout en garantissant des réserves suffisantes.

- b) - extraire sur toute la puissance du gisement, ce qui conduirait à procéder à l'évacuation de l'eau souterraine ou à utiliser une toute autre méthode.

3- Le sable : quant à lui, se présente sous forme dunaire, facilement exploitable.

En égard à cela, l'exploitation des argiles sèches seulement nous conduirait à se poser deux questions :

- l'une sur la disponibilité des réserves.
- l'autre sur la qualité des argiles à extraire.

Par ailleurs la production prévue de l'usine est de 300 000 t/an de clinker correspondant à 2 fours de 150 000t chacun.

Les gisements de matières premières ont été recherchés et étudiés par l'UREG/ENDMC de Boumerdès (Unité Recherches et Etudes Géologiques / Entreprise Nationale de Développement et de Recherche Industriels des Matériaux de Construction) de 1983 à 1987. (Tableau N°1).

Tableau N° 1 Réserves des matières à ciment à El-Abiod-Sidi-Cheikh

GISEMENTS	CATEGORIES			
	B	C1	C2	B+C1
CALCAIRE	26 510 745	22 140 748	11 574 351	48 651 494
ARGILE	6 622 058	9 132 112	774 369	15 754 170
SABLE	2 383 266	2 132 773	-	4 516 339

Les essais de synthèse du clinker réalisés dans les laboratoires de l'UREG ont permis l'obtention d'un clinker à 4 composants par la voie sèche.

Les analyses chimiques réalisées et ayant fait l'objet d'un contrôle par le laboratoire Tchecoslovaque GEOINDUSTRIA sur 10% des échantillons prélevés ont confirmé les résultats obtenus à l'UREG. (Tableau. 2)

Tableau N° 2 Analyses Chimiques moyennes des différents composants à El-Abiod-Sidi-Cheikh

COMPOSITION	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	TiO2	MnO	P2O5	F	Cl-	P.F	TOT.
CALCAIRE	1,21	0,44	0,17	54,11	0,37	0,13	0,069	0,042	0,023	0,003	0,05	0,093	0,007	42,95	99,66
ARGILE	42,46	11,63	5,49	10,94	7,18	0,28	3,82	0,21	0,68	0,081	0,161	0,160	0,026	16,76	99,87
SABLE	94,28	1,42	0,49	1,25	0,22	0,43	0,44	0,03	-	-	-	-	-	1,19	99,75

Nous adoptons de fait le mélange à 4 composants qui a été testé et arrêté lors des essais de laboratoire (obtention de clinker synthétisé).

Le 4ème composant, étant le minerai de fer de Ouenza, à la composition chimique suivante : (en %).

Tableau N° 3 Composition chimique moyenne du minerai de Fer de OUENZA

4° COMPOSANT	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	P.F	TOT.
Minerai de Fer OUENZA	8,00	1,00	67,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,00	100

Par ailleurs, il n'existe pas à l'heure actuelle une étude de cette importance, à plus forte raison pour les projets de cimenteries dans le cadre du développement du Sud Algérien.

En effet, l'exploitation des gisements de matières premières à ciment est tributaire d'un ensemble de paramètres liés à la technologie de fabrication du ciment gris avec toutes les contraintes que cela implique (exigences chimiques, minéralogiques et technologiques).

Quant aux conditions technico- minières des différents gisements à exploiter simultanément, leur impact, tout en restant intimement lié à la confection d'un mélange cru convenable à l'obtention du clinker, doit permettre une régularité dans la qualité et la quantité, à travers une prise en charge des problèmes liés à la morphologie des sites, à la structure géologique, à la présence d'eau souterraine et à l'environnement.

L'objet de la présente recherche est de concilier toutes ces conditions et de proposer une méthodologie d'exploitation des matières premières à ciment dans le Sud Algérien .

Néanmoins, cette étude ne prétend pas illustrer toutes les phases d'une exploitation classique, l'objectif étant centré autour d'une méthodologie de travail et d'approche, en insistant sur l'essentiel, c'est-à-dire l'optimisation des matières premières à ciment et l'intégration des carrières à exploiter. Il reste entendu aussi que tous les détails présentés conventionnellement ont été omis volontairement.

Toutes ces phases et tous ces détails sont supposés connus et maîtrisés, alors que l'approche et la voie à définir et qui permettent de prendre option , le sont beaucoup moins.

Ainsi, nous traiterons le cas des matières à ciment de la future cimenterie d'El-Abiod-Sidi-Cheikh qui présentent - à l'image d'un modèle - toutes les particularités citées, comme illustration à la méthodologie proposée dans le cadre de cette étude.

1ère PARTIE
GEOLOGIE DES GISEMENTS

CHAPITRE I - GEOLOGIE SAHARIENNE - GENERALITES

GENERALITES :

Par géologie Cimentière, on entend toutes les formations géologiques pouvant servir de source de matières premières pour les ciments.

En faisant un bref rappel, on peut dire que le Sahara Algérien est constitué de deux grands ensembles géologiques :

- un socle rigide très ancien constitué par des formations effusives et intrusives plus ou moins métamorphisées.
- une couverture sédimentaire beaucoup plus jeune reposant horizontalement et formant une structure simple au Nord et au Sud du socle.

Les perspectives en matières premières à ciment dans ces ensembles géologiques sont assez complexes.

S'agissant du socle proprement dit, on n'a décelé jusqu'à présent aucun site favorable pour l'implantation d'une Cimenterie par manque de matières sous-dosées et même de sur-dosées.

En effet, les seules formations carbonatées localisées dans le Nord de SILET à environ 140 Km au Nord-Ouest de Tamanrasset contiennent une teneur en Oxyde de Magnésium (MgO) assez variable de 0,2 à 17 % et des intercalations de roches vertes stériles.

La couverture sédimentaire, comporte plusieurs niveaux pouvant donner sous des conditions parfois difficiles les matières recherchées.

Dans les Chapitres qui suivent, nous tenterons de donner les caractéristiques géologiques et géochimiques des niveaux prospectifs étudiés et aussi de trouver un lien entre les différents problèmes rencontrés.

I.1 - BREF APERCU SUR LA GEOLOGIE DU SAHARA [1]

I-1-1. - Le socle ou le bouclier du Hoggar :

Il s'agit d'un ensemble rigide d'âge antécambrien formé par des roches intrusives et effusives métamorphisées à différents degrés et affecté par une tectonique intense.

I-1-2. - La couverture sédimentaire :

On entend par couverture sédimentaire toute la structure comprise entre le bouclier du Hoggar et la limite Sud de l'Atlas Saharien.

L'âge des faciés formant cette couverture varie du Cambro-Ordovicien au Quaternaire ; mais dans leur ensemble ces niveaux géologiques sont constitués par les faciés suivants :

- Le Cambrien :

Il est formé par une série épaisse de roches détritiques, grès et conglomérats affectés parfois par des intrusions doléritiques (régions d'Adrar et de Tindouf).

- L'Ordovicien :

Il est représenté aussi par une série détritique principalement des grès qui caractérisent en particulier la série de l'Ougarta.

- Le Silurien :

Il affleure sur une grande partie du Sahara. Il est constitué par une partie inférieure gréso-argileuse et une partie supérieure entièrement argileuse.

- Le Dévonien :

Il couvre aussi, en une série très épaisse, la majeure partie du Sahara Algérien ; il est représenté par des grès, des calcaires durs avec des dolomies et des argilites.

- Le Carbonifère :

Il affleure surtout sur le flanc Sud du bassin de Tindouf sur la bordure des Eglabs où il forme de grandes dalles gréseuses et calcaireuses.

- Le Permo-Trias :

Il est représenté par des formations argilo-gréseuses et parfois salifères.

- Le Jurassique :

Il est formé par des roches carbonatées et argileuses et parfois salifères.

- Le Crétacé :

Il est représenté par des sédiments argileux et carbonatés parfois très épais.

I-2. CARACTERISTIQUES DES MATIERES A CIMENT ETUDIEES :

I-2-1. Zaouiet - Kounta (Adrar) [2]

- Le sur-dosé :

Les formations sur-dosées sont représentées par des calcaires organogènes de couleur sombre avec des intercallations de silts argileux d'âge paléozoïque. La structure formée par ces calcaires est monoclinale avec un pendage maximal de 15°.

Outre les intercalations de silts argileux, la structure est limitée au Nord-Ouest par un important corps de dolérites d'âge plus jeune et qui peuvent jouer un rôle dans le métamorphisme de contact qui affecte les calcaires.

Du point de vue géochimique, on peut subdiviser les calcaires en trois couches distinctes : la couche A, la couche B et la couche C. Les caractéristiques géochimiques de chaque couche sont données dans le tableau ci-dessous .

Tableau N° 4 Composition chimique moyenne des couches de calcaires de Zaouiet-Kounta (%)

TYPE COUCHE	C O M P O S I T I O N C H I M I Q U E										
	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	Cl-	P.F	TOT.
A	2.64	1.13	0.71	52.00	1.57	0.41	0.15	0.05	-	41.18	99.84
B	13.74	3.69	1.66	40.94	3.76	0.78	0.91	0.19	0.051	33.76	99.48
C	5.05	2.68	1.01	49.34	1.39	1.46	0.36	0.10	-	39.63	101.0
MOY. A+B	7.53	2.16	1.17	46.99	2.64	0.70	0.46	0.12	0.031	37.99	99.79

- Le sous-dosé :

Les formations sous-dosées sont des argiles et argiles sableuses à grains très fins d'âge quaternaire et formant des dépôts très étendus aux alentours du gisement de calcaire. La caractéristique principale est le taux élevé en chlore.

Tableau N° 5 Composition chimique moyenne des argiles de Zaouët-Kounta (%)

GISEMENT	C O M P O S I T I O N C H I M I Q U E										
	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	Cl-	P.F	TOT.
MOYENNE	53.16	18.30	7.30	3.00	3.35	0.87	3.22	0.71	0.46	33	99.70

- Conclusion :

Comme conclusion principale et au vu des caractéristiques géochimiques des matières sur-dosées et sous-dosées, on peut constater que le problème majeur réside dans la teneur élevée en chlore dont on doit tenir compte lors du choix du procédé de fabrication et des équipements ainsi qu'au niveau du couplage des gradins lors de l'exploitation des gisements.

I-2-2. Béchar : [3]

- Le Sur-dosé :

Il est formé par des calcaires d'âge carbonifère, affectés par endroits par une dolomitisation secondaire.

Les couches de calcaires forment une structure monoclinale redressée à 60+70% vers le Sud.

L'assise utile est caractérisée par une homogénéité assez continue sur l'ensemble du gisement étudié.

Les caractéristiques géochimiques des calcaires sont les suivantes, (en %) :

Tableau N° 6 Composition chimique moyenne des calcaires de Béchar (%)

GISEMENT	C O M P O S I T I O N C H I M I Q U E										
	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	Cl	P.F	TOT
MOYENNE	1.36	0.39	0.18	53.93	0.64	0.10	0.07	0.03	0.003	42.86	99.56

- Le Sous-dosé :

Généralement de même âge que les calcaires mais à un niveau légèrement supérieur, le gisement de matière sous-dosée est représenté par des schistes argileux formant des couches redressées à plus de 75° et présentant à leur partie supérieure (de 0 à 4 m) une altération très poussée. Comme caractéristiques géochimiques, la composition moyenne suivante est observée, (en %) :

Tableau N° 7 Composition chimique moyenne des schistes argileux de Béchar (%)

GISEMENT	C O M P O S I T I O N C H I M I Q U E										
	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	Cl	P.F	TOT
MOYENNE	60.16	17.38	7.10	2.11	2.74	0.55	2.51	1.29	0.005	5.23	99.07

Nous citerons la présence d'un niveau aquifère situé à 10 m de profondeur dont il faudra tenir compte lors de l'exploitation de ce gisement.

I-2-3. - El-Goléa : [4]

- Le sur-dosé :

Il s'agit de calcaires crayeux d'âge cénomanien formant de grandes étendues et surmontant une assise argileuse sous-dosée. La structure horizontale formée par ces calcaires simplifie davantage leur éventuelle exploitation et met en relief leur homogénéité.

Leurs caractéristiques géochimiques moyennes sont les suivantes:

Tableau N° 8 Composition chimique moyenne des calcaires d'El-Goléa (%)

GISEMENT	C O M P O S I T I O N C H I M I Q U E										
	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	Cl	P.F	TOT
MOYENNE	0.72	0.25	0.25	54.74	0.31	0.15	0.08	0.03	0.012	43.14	99.82

- Le sous-dosé :

Les argiles du gisement de sous-dosé qui appartiennent aussi au Céno-manien, forment également une structure horizontale mais avec un fort taux de recouvrement, la couverture étant représentée par des sables éoliens dunaires.

L'assise utile est formée par des argiles versicolores plastiques intercalées avec des passées lenticulaires de sable et de dolomies. Un niveau aquifère est signalé à 12 m de profondeur et constitue encore une fois une caractéristique des gisements sous-dosés du Sud Algérien, très présente lors de l'exploitation.

Du point de vue géochimique, nous signalerons un taux en chlore (Cl-) et en Oxyde de Potassium (K2O) plus élevé que la normale qui est, respectivement de 0.17 % et de 4.93 %, ce qui nécessitera une technologie spécifique.

Tableau N° 9 Composition chimique moyenne des argiles
d'El-Goléa (%)

GISEMENT	C O M P O S I T I O N C H I M I Q U E										
	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	Cl	P.F	TOT
MOYENNE	56.79	13.45	6.62	3.62	3.98	0.39	4.93	0.83	0.17	8.64	99.42

CHAPITRE II - GEOLOGIE REGIONALE :

II-1. - APERCU DES ETUDES ANTERIEURES :

Cette région n'est pas connue d'une façon régulière, seule la carte géologique au 1/500.000 éditée en 1951 / 52 couvre la totalité de la surface à étudier. En 1972, des cartes géologiques au 1/200.000 à base de photos aériennes (rédaction rédigée par A. CORNET) furent éditées par le Ministère de l'Industrie et de l'Energie de l'époque, couvrant une surface délimitée par les villes de Mechria, El-Abiod-Sidi-Cheikh, Chellala Dahrania.

En 1976/79, la SONAREM d'alors a réalisé un levé géologique au 1/200.000 des feuilles N° 1 - 30 - XII (Mechiria), VII N° 1 -31 (Chellala Dahrania) et N° 1 - 31 - VIII (El-Bayadh) donnant un bref aperçu sur la disponibilité de matières utiles pour certains types de matériaux de construction.

En 1976, la SONAREM a réalisé également une étude de reconnaissance dans la région d'El-Bayadh - El-Abiod-Sidi-Cheikh pour une estimation "diagnostic" des réserves de calcaires, d'argiles et de gypse. Ces travaux ont porté sur l'étude des affleurements des calcaires turoniens à proximité de la ville d'El-Bayadh, des dépôts gypsifères du Kimméridgien reposant au sud d'El-Bayadh (oued de Mérisis) et au Nord-Est de la localité de Boualem ainsi que des gypses et anhydrides cénomaniens au sud-ouest d'El-Abiod-Sidi-Cheikh et des dépôts argileux à l'ouest d'El-Bayadh.

En 1981, l'UREG alors DREG (Division Recherche et Etudes Géologiques) a entrepris une reconnaissance des argilites albiennes près de la ville de Ain-Sefra, puis en 1982-83, a exécuté des prospections très poussées de matières premières à ciment à travers le territoire limité par les villes de Tlemcen, Ain-Sefra, Beni-Ounif, El-Abiod-Sidi-Cheikh, Aflou, Tiaret, Frença, El-Bayadh et Mechiria .

Ces travaux ont abouti à l'établissement de la documentation de 126 affleurements de roches potentiellement aptes à la production de ciment. Aux alentours de la ville de Tlemcen, il s'agit de la zone d'affleurements du Jurassique inférieur et du Jurassique supérieur (Sebdou, Beni Bahdel, Khemis) qui fut retenue pour une cimenterie à part.

La région de Ain-Sefra se caractérise par des dépôts turoniens (Djebel Khoundjaa) et celle d'El-Abiod-Sidi-Cheikh par des dépôts datant du Turonien - Néocomien (Djebel Rhelida), alors que celle d'El-Bayadh donne également des affleurements de dépôts turoniens (Zouireg).

Si la région de Ain-Sefra (indice - Khoundjaa) montre des conditions d'exploitation technico-minières complexes et une présence d'intercalations de silex au sein de l'assise utile, celle d'El-Abiod-Sidi-Cheikh bénéficie de conditions de stratification relativement simples et d'une infrastructure assez favorable.

Cette dernière région a fait l'objet en 1983/84 d'une recherche préliminaire sur l'indice de calcaires et d'argiles (UREG -G.DVORNIKOV ingénieur géologue) suivie en 1984/85 d'une recherche détaillée laquelle a servi de documents de base pour la réalisation du présent projet. A noter que l'indice de Zouireg (El-Bayadh) n'a pas été retenu par manque de sous-dosé .

II-2.- GEOMORPHOLOGIE - OROHYDROGRAPHIE - CLIMAT :

II-2-1. - La géomorphologie :

La région des gisements reconnus se voit attribuée à la terminaison sud-ouest de la série du versant sud de l'Atlas saharien, représenté par un système de chaînes de montagnes d'extension Nord-Est et séparées par des vallées intermontagneuses.

La région offre deux importants systèmes montagneux : Monts des Ksour et Djebel Amour (Fig.2).

Plus au Sud, l'Atlas Saharien fait place à l'immense Plaine Saharienne située sur le versant Sud-Est du Djebel Rhelida, les gisements sont attribués à la limite de l'Atlas Saharien et de la Plaine Saharienne.

Dans la région du gisement de sur-dosé, la cote absolue maximale du sommet de Djebel Msegma Mta Sidi-Cheikh s'élève à 1087 m et la cote absolue minimale, observée sur le flanc Sud du gisement est de 965,2 m.

Le gisement de sous-dosé est attribué à une vaste vallée intermontagneuse (3 Km) à caractère régulier, bornée par le Djebel El-Aradha au Nord et le Djebel Msegma Mta Sidi Cheikh au sud (extension du sud-ouest au nord-est). (Fig.3)

La ville d'El-Abiod-Sidi-Cheikh est située sur la Plaine Saharienne. La cote absolue de la ville est de 903 m.

Un soulèvement à allure anticlinale, orienté vers le nord-est (Djebel Tismert) se trouve à 9 Km au sud-ouest de la ville.

II-2-2. - Orohydrographie :

Le réseau hydrographique de la région est représenté par un système de petits oueds qui sont dirigés généralement vers le sud et, parfois, vers le Sud-Est et le Sud-Ouest, c'est-à dire vers la Plaine Saharienne.

Les plus importants sont les oueds Ennamous et Ghassoul. Les oueds El-Abiod et El Djerot coulent dans la région de la ville d'El-Abiod-Sidi-Cheikh.

Les oueds El-Rechag et El- Manhar coulent à l'Est des gisements de sous-dosé et de sur-dosé. La majeure partie de l'année, les oueds demeurent presque secs. Le débit d'eau y augmente en automne/hiver sans devenir vraiment important.

Hormis ces oueds, on y observe un système complexe d'oueds plus petits, fortement ramifié, qui a été formé durant une longue période géologique pour donner l'aspect géomorphologique général actuel de la région.

II-2-3. - Climat :

Le climat de la région est continental.
La température de la région se caractérise par de forts écarts annuels et journaliers qui sont surtout sensibles au printemps, à raison de 20 à 25°C.
(Le détail est indiqué plus loin dans le chapitre VIII - 3).

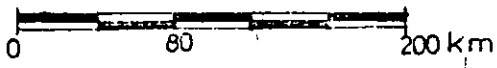
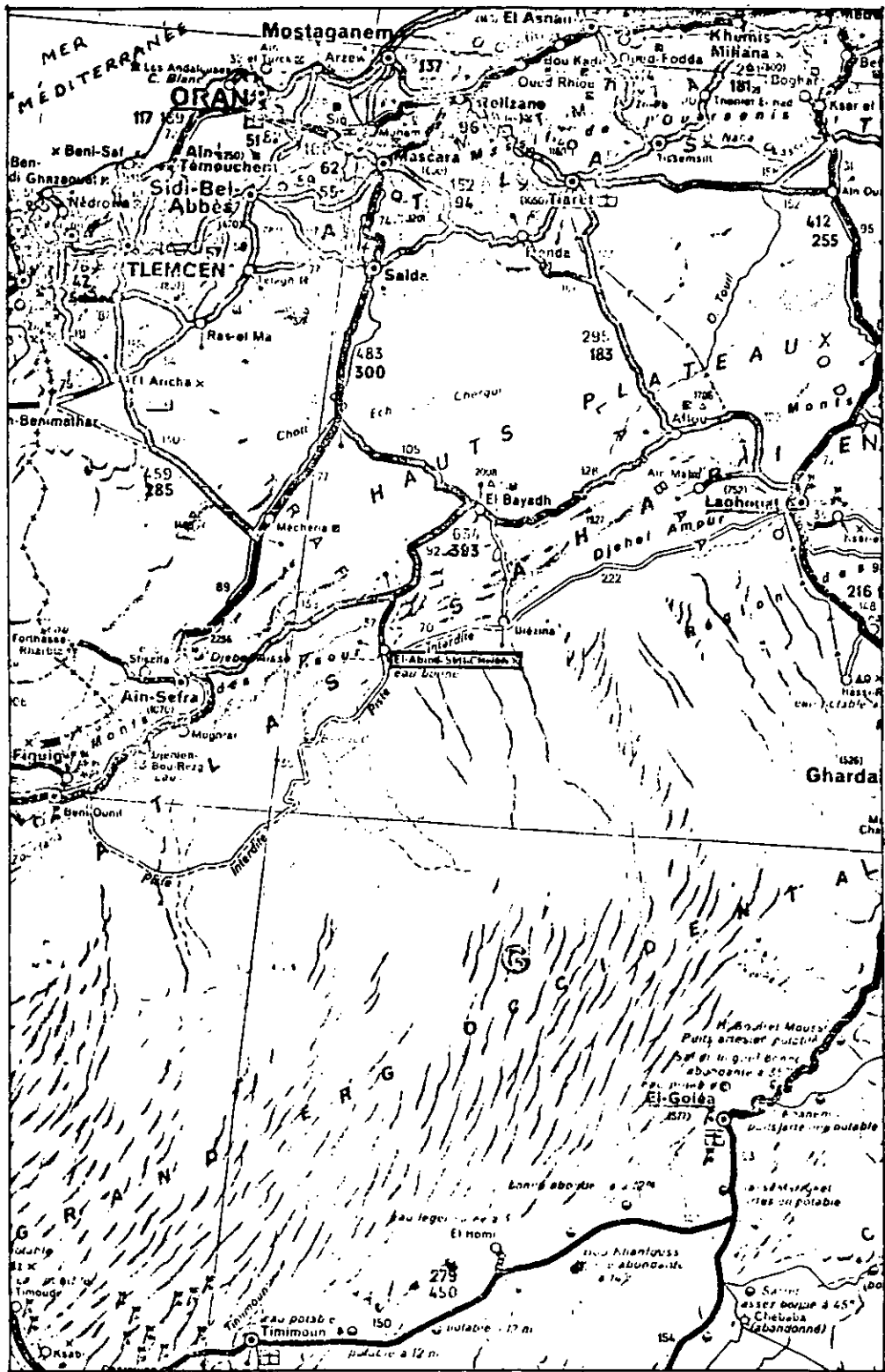


Fig.2 Carte de situation

II-3. - LITHOSTRATIGRAPHIE DE LA REGION :

Les dépôts du Trias, du Jurassique, du Crétacé, du Néogène et du Quaternaire constituent la région d'étude.

II-4. - TECTONIQUE :

La tectonique de la région des gisements de sur-dosé et de sous-dosé reconnus se rapporte à la zone anticlinale de l'Atlas Saharien. Cette zone se caractérise par une alternance de plis anticlinaux étroits et étendus sur des dizaines de Kilomètres et de plis synclinaux larges avec un fond régulier.

La plupart des plis offrent une structure assymétrique : un flanc étant à pente raide, souvent renversé, l'autre relativement doux. La direction dominante de toutes les structures convexes est orientée vers le Nord-Est, c'est-à-dire, subatlassienne. [5]

Dans la région même des gisements reconnus, le plan général de structure se caractérise par un large pli synclinal compris entre deux structures anticlinales.

L'anticlinal est affecté de plusieurs ruptures dirigées, généralement, vers le Nord-Est.

Deux plis anticlinaux de deuxième ordre se distinguent dans le contexte général de la structure. Le flanc Sud de la structure anticlinale est constitué par des roches du Jurassique Supérieur, du Crétacé Inférieur et du Crétacé Supérieur qui font la base des gisements de sur-dosé.

A la hauteur du sommet de Djebel Msegma Mta Sidi Cheikh, les angles de pendage des calcaires sont inférieurs à $15 \div 20^\circ$ et deviennent encore moins forts (3 à 5°) dans la partie Sud-Est du gisement de sur-dosé. Pour cette raison, le bord Nord de la chaîne est escarpé et son bord Sud est à pente douce. (Fig N° 3).

Le territoire compris entre Djebel-Msegma-Mta-Sidi-Cheikh et Djebel Tismert forme un syclinal à surface régulière, large de 15 Km, dont le centre est occupé par la ville d'El-Abiod-Sidi-Cheikh. Les calcaires turoniens y sont recouverts par un manteau de dépôts néogènes et quaternaires de sable-argile d'une faible puissance (10 à 15 m).

II-5. - APERCU PALEOGEOGRAPHIQUE SUCCINT : [5]

Au début du Trias (secondaire) la région d'études se caractérise par un dépôt dominant de sédiments continentaux. Le Trias moyen voit commencer une vaste transgression embrassant la partie Nord-Est des Hauts plateaux.

Des sels gemmes s'accumulent dans de larges lagunes existantes au sud des Hauts plateaux.

Les surfaces de sédimentation lagunaire se développent au Trias supérieur.

Le socle préalpien témoigne de l'apparition des ruptures ou de la réactivation des failles existantes, ce qui conduit à des épanchements sous-marins de basaltes. Le régime lagunaire est propre également à l'Atlas Saharien. Vers la fin du Trias, l'eau du bassin lagunaire devient de plus en plus douce, la quantité de roches carbonatées augmente.

Le Jurassique inférieur voit la mer avancer en permettant l'accumulation des dépôts de dolomies et de calcaires.

Au Dogger, l'Atlas saharien et les Hauts plateaux se trouvent au fond de la mer. C'est à partir du Bathonien qu'a lieu un soulèvement de la zone rapprochée de la rupture de l'Atlas Sud, soulèvement accompagné d'une subsidence des fosses attenantes. Une assise de grès et d'argilites se dépose alors. Des assises de calcaires et de dolomies sont en train de se former. Une sédimentation continentale alterne à plusieurs reprises avec celle du type littoral marin dans la partie Ouest de l'Atlas Saharien.

Durant le Crétacé et en conformité avec la suite de la formation tectonique de l'Atlas Saharien, la partie Ouest de la région connaît un dépôt de sédiments continentaux. A partir de l'Aptien, la sédimentation, qui s'est stabilisée au Cénomanién pour provoquer la formation de vastes lagunes, lieux de dépôt de sédimentaires de marnes et de calcaires, se caractérise par un régime à caractère littoral marin.

Au Turonien, l'Atlas Saharien est couvert par la mer caractérisée par des Hauts-fonds qui donne lieu à la formation des assises calcaires assez homogènes.

Au cours de la période de l'étape supérieure géosynclinale de l'orogénèse alpine (Turonien - Lutétien) les jeux ascendants ont embrassé la partie Ouest de l'Atlas saharien et conduit à la formation de soulèvements à allure anticlinale de telle manière que vers le Tortonien, l'Atlas Saharien prend son aspect actuel.

Au cours de l'étape d'orogénèse supérieure, la partie Ouest de l'Atlas Saharien se soulève de manière intense pour dominer les fosses l'entourant. Les cadences de soulèvement deviennent moins accentuées à partir du Pliocène supérieur.

II-6. - FORMATIONS GEOLOGIQUES PERSPECTIVES :

En tenant compte de l'aspect paléogéographique général de la région, les recherches des indices de calcaires aptes à la production de ciment se sont déroulées dans les régions de développement des formations propres aux bassins marins de haut-fond à régime salifère. De tels dépôts sont attribués aux sédiments du Lias, du Portlandien - Barriasien et du Turonien. Les dépôts du Lias apparaissent dans la région de Sebdo sur l'axe d'Ain-Sefra à Chellama Dahrana et dans la région de Mecheria tandis que ceux du Portlandien - Barriasien le sont dans la région d'Aflou.

- Les dépôts Turoniens constituent, au sein de l'Atlas Saharien des noyaux de structures synclinales de deuxième ordre et sont les plus potentiellement aptes à la production du ciment.

- Les dépôts argileux sont développés d'une façon irrégulière dans la région et attribués aux dépôts du Néocomien et du Barremien - Aptien -Albien. Les plus prospectifs sont les dépôts du Néocomien.

- Les grés et les sables sont, au contraire, fortement développés.

Les grés sont attribués aux dépôts Jurassiques et Crétacés. Les sables forment dans la région d'El-Abiod-Sidi-Cheikh d'importantes dunes de la Plaine Saharienne.

-Les dépôts de gypse s'observent dans les diapirs triasiques et dans les dépôts du Kimméridgien et du Cénomaniien.

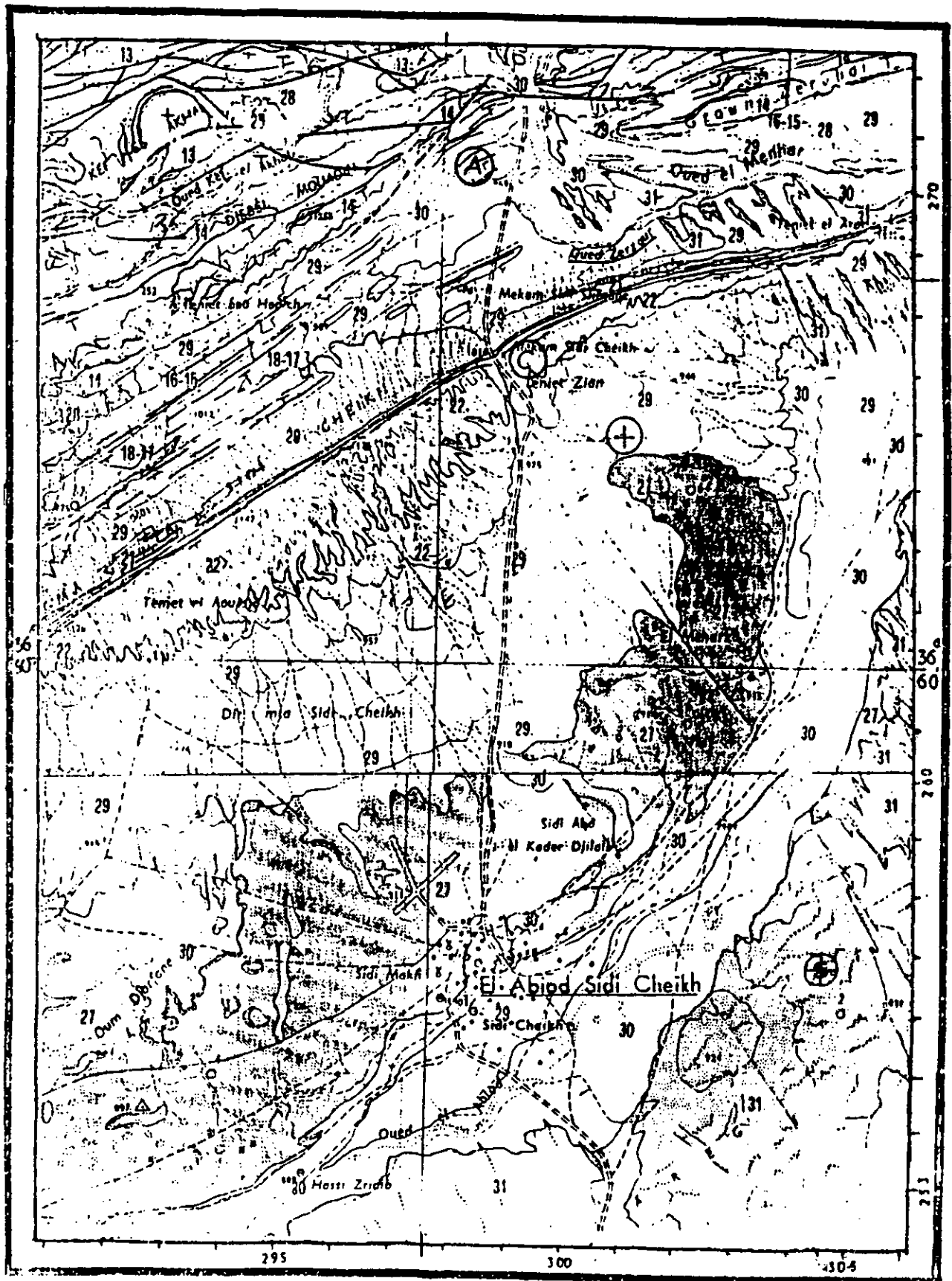


Fig.3 Situation géographique et géologique locale
(Echelle : 1/100.000)

+ Site cimenterie
X = 300.600
Y = 265.800

Sites gisements
C - Sur-dosé
A - Sous-dosé
S - Sable

COL.STRAT

GEOL.REG.
CM.EASC

Prof(m)	Forage		Echant.			Strat	Log	Desc.
	For (m)	Reo(m)	de	à	Code			
100.00	100.00	0.0	50.0	31	Ter.Hainc. Quatern.	[Diagramme]	- Formations d'indres et alluvions - Craie calcaire	
50.00	50.00	50.0	100.0	29.30				
200.00	200.00	100.0	150.0	29.30	Craie. sup.	[Diagramme]	- Formations rouges foncées constituées de sable argileux et de calcaire lacustre à 20 cm.	
50.00	50.00	150.0	200.0	22-27				
350.00	350.00	200.0	250.0	22-27	Turonien	[Diagramme]	Argiles ou marnes gypseuses (n'apparaît pas en affleurement).	
400.00	400.00	250.0	300.0	21	Cenem.	[Diagramme]	Calcaires marneux bleus parfois dolomitiques avec des joints marne-calcaires à moineux en gros bancs. Présence de diolases et de cavernes dans la partie sommitale.	
800.00	800.00	400.0	600.0	19-20	Albien	[Diagramme]	Argile gypseuse et marne avec rares passées de grès.	
1200.00	1200.00	600.0	1200.0	18-19			Aptien	[Diagramme]	Formation marneuse grasseuse rouge brique avec des inter-lits grasseux argileux.
1800.00	1800.00	1200.0	1600.0	18-19	Barremien	[Diagramme]	Grès en gros bancs à grains fins siliceux parfois friables	
1800.00	1800.00	1600.0	1800.0	18-19			Barremien	[Diagramme]	Alternance de grès et d'argiles grasses.
1700.00	1700.00	1800.0	1700.0	15-16	Neocom.	[Diagramme]	Argiles rougeâtres et verdâtres intercalées de bancs de grès de la base au sommet (avec en leur sein 3 bancs calcaires de 10 à 15 cm d'épaisseur).	
2300.00	2300.00	1700.0	2300.0	13-14	Série de bancs inférieurs	[Diagramme]	Série grasseuse en gros bancs ou en plaquettes à patine noire.	
2500.00	2500.00	2300.0	2500.0	13-14			13-14	[Diagramme]	Grès à grains fins friables avec présence de nombreux éléments quartzux. Grès argileux parfois intercalés par des argiles grasses de couleur jaune-verdâtre.
2500.00	2500.00	2300.0	2500.0	11-12	Jurassique supérieur Confinement	[Diagramme]	- Série supérieure (très) grasseuse en gros bancs ou ardoises.	
2600.00	2600.00	2500.0	2600.0	11-12	Trias	[Diagramme]	- Série argilo-grasseuse à grasseuse (série intermédiaire)	
2600.00	2600.00	2500.0	2600.0	11-12			Trias	[Diagramme]	- Série argilo-grasseuse avec intercalations de bancs calcaires (série inférieure)
							Argiles verticillaires avec fragments de dolomie, de gypse de sel ou de grès de roches métamorphiques.	

Fig.4 Colonne stratigraphique

CHAPITRE III - LE GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-ABIOD-SIDI-CHEIKH

III-1. - GENERALITES :

Le gisement de calcaires est situé à 10 Kms au Nord de la ville d'El-Abiod-Sidi-Cheikh. (Fig.3).

Le gisement couvre une superficie de 81 ha (1250 x 650 m). Une route et une ligne de haute tension passent à proximité du gisement, du côté Ouest.

III-2. - GEOMORPHOLOGIE ET OROHYDROGRAPHIE : (Fig.6)

Le gisement de calcaire est attribué au versant Sud à pente douce de la chaîne de Msegma Mta Sidi-Cheikh. La côte maximale de la chaîne située au Nord du gisement est égale à 1087 m. Le versant Nord de la chaîne est abrupt tandis que le versant Sud offre une pente plus douce. La côte maximale (sondage n° 1) correspond à 1029,3 m au niveau du gisement, alors que la côte minimale (sondage n° 4) est de 965,1 m soit une dénivellée de 64,2 m.

La surface du gisement est érodée au milieu et dans la partie Nord. La partie Sud du gisement est recouverte partiellement par des dépôts de déluvium.

Deux oueds profonds de 10 à 20 m y marquent le relief et sont à sec, à part l'eau de pluies qui vient les alimenter.

III-3. - LITHOSTRATIGRAPHIE : (fig.7)

Les dépôts du Crétacé supérieur se rapportant au Cénomaniens et au Turonien prennent part à la constitution géologique du gisement. Le Crétacé Supérieur repose sur les dépôts de sable et d'argile du Crétacé inférieur.

L'assise du Cénomaniens est constituée par une alternance d'argilites grises et gris-verdâtre et d'argiles argilitiques avec des calcaires pélimitomorphes gris et gris-jaunâtre. La puissance totalise 80 m.

Du point de vue morphologique la substance utile du gisement est représentée par un corps en forme de banc qui se caractérise par sa stratification subhorizontale avec un pendage insignifiant sous un angle de 3 à 5° en direction Sud-Est.

L'azimut de sondage des roches est généralement de 140°. L'épaisseur des calcaires reconnue dans les limites du contour du calcul des réserves varie :

- de 64,9 à 74,3 m dans la partie Nord,
- de 27,6 à 38,10 m dans la partie médiane,
- de 9,10 à 15,20 m dans la partie Sud
- avec une moyenne de 42,51 m

Les calcaires sont représentés par les variétés lithologiques suivantes : (de haut en bas).

- La couche supérieure :

Calcaire gris-jaunâtre, parfois gris-clair allant à blanc, péritomorphe, massif, dur, parfois fissuré, avec une patine d'hydroxydes de fer et de magnésium dans les fissures et de la calcite finement cristalline développée dans les cavités (les fissures sont orientées dans le plan subvertical de 80 à 90°) parfois à petites cavités et à petits karsts dans la partie inférieure.

La puissance de cette couche tend à s'amincir dans la direction du Nord au Sud, variant de 31 m (S.14); 28 m (S.12); 28,7 m (S.10) et 27,10 m (S.1) à 6,6 m (S.3) et 4,0 m (S.23) dans la partie Sud.

La composition chimique de ces calcaires ne diffère guère des couches sous-jacentes.

- La couche intermédiaire :

Calcaire gris et blanc, parfois gris-jaunâtre, à grains fins, légèrement crayeux, hétérogène quant à sa dureté et plutôt faible, localement caverneux, par endroits avec des karsts développés, avec une fissuration, sporadique analogue à celle de la couche supérieure avec une patine d'hydroxydes de fer et de magnésium.

La puissance des calcaires de cette couche est assez homogène, reconnue par tous les sondages réalisés dans les parties Nord, centrale et, partiellement, par ceux du Sud, variant de 12 m (S.12) à 26,9 m (S.9) au niveau des zones Nord et Centrale. Quant à la zone Sud, les sondages n'ont traversé que la partie supérieure de la couche : 14,9 m (S.23); 6,6 m (S.3); 4,2 m (S.24) et 2,3 m (S.4).

- La couche inférieure :

Calcaire gris-foncé, finement cristallin, massif, de dureté moyenne et variée, parfois en alternance avec des calcaires gris et gris-clair, localement fissuré, légèrement karstique, avec une patine d'hydroxydes de fer et la présence de matière bitumineuse d'une couleur foncée.

La structure et la texture de cette couche sont analogues à celles de la couche supérieure.

Seul le sondage S.1 traverse l'épaisseur totale des calcaires de cette couche qui est égale à 31,40 m.

Les roches de couverture sont représentées, sur le gisement de calcaires, du délumium récent. Elles sont attribuées aux parties basses du relief (oueds) et ce n'est qu'au niveau du flanc Sud que la surface du gisement est recouverte par des dépôts délumiaux peu épais.

Le délúvium est constitué, généralement, de fragments de calcaire jaune - gris altérés et de sable brun très fin.

La puissance varie de 0,0 à 1,6 m (S.23), parfois à 3,0 m (S.13) et à 3,6 m (S.21). La puissance moyenne de la surface de développement est de 0,47 m.

Les travaux de recherche géologique et de sondages, dans les limites du contour du calcul des réserves, ont permis de constater des calcaires monolithiques de dureté et fissuration variées, des calcaires caverneux et légèrement Karstiques (la carotte garde en général son intégralité). des calcaires avec un développement des manifestations Karstiques puissantes de 0,4 à 3,5 m.

Les karsts sont, essentiellement, petits et attribués de manière générale à la seconde couche de calcaires. On y dénote des cavités Karstiques creuses et remplies d'un mélange de débris de calcaire et de sable (ce même calcaire avec du sable brun). Pourtant, ce sont des débris calcaires avec une quantité de sable insignifiante qui comblent le plus souvent les karsts.

De hautes teneurs en CaO au niveau des sondages voisins les plus proches situés sur les profils perpendiculaires (S.13 - S.16 - S.18) par rapport au sondage S.17 (Fig.5) offrant une karstification élevée, sont donc susceptibles d'augmenter les valeurs moyennes des teneurs en CaO par gradins qui varient de 51,44 % à 55,44 % .

A cet effet, les calculs du coefficient de correction pour la karstification ne concernent que les karsts creux, car ce type de karst ne fait pas partie des valeurs moyennes des constituants.

De ce fait, en tenant compte de la présence éventuelle des karsts vides entre les profils et d'une faible karstification des calcaires, le taux de karsts est adopté à 4% et le coefficient de correction égal à 0,96, précaution garantissant la précision du calcul des réserves.

On observe du silex sous forme de petits nodules au-dessus de la première couche supérieure reconnue sur le gisement.

La puissance est de 1,00 m. Cette couche est érodée au niveau de la surface étudiée.

Par contre, les carottes des sondages traversant les calcaires reposant plus bas ne contiennent pas d'inclusions de silex.

De même, lors de la réalisation de ces sondages, aucune nappe aquifère n'a été observée au sein de la formation calcaire du gisement qui repose donc à sec.

S.17

CALCAIRE
CM.EASC

Debut: 10/02/85

Fin: 13/02/85

D.int: 122.00

D.fn: 98.00

X=299741.1 Y=267179.0 Z=1000.73 Inc=90.00

Prof(m)	Forage		Echant.			Epais.	Log	Desc.		
	For (m)	Rec(m)	de	à	Code					
0	47.00	47.00	0.0	1.5	551	1.50	0.0	Débris dérivés de calcaire gris-jaunâtre dur avec du sable brun.		
3			1.5	3.4	552	12.20	[Diagramme de log]	13.7	Calcaire gris-jaunâtre parfois gris clair, pélitomorphe, caverneux, par endroit karstifié, dur fissuré. Karstification développée en suivant les fissures orientées de façon subverticale. Dans l'intervalle 2.40 à 3.40 m, un interlit calc. altéré de f. dureté	
6			3.4	6.6	553					
9			6.6	10.2	554					
12			10.2	13.7	555					
13			13.7	15.7	556	2.00	[Diagramme de log]	19.0	Karat rempli de matière sable-argileuse brune et en plus grande quantité de débris calcaires.	
15			15.7	19.0	557	2.70				Calcaire gris-jaunâtre, pélitomorphe, altéré.
18			19.0	22.1	558	6.10	[Diagramme de log]	25.1	Karat rempli de matière sable-argileuse brune et de débris calcaires gris dans la proportion 20 à 80 %.	
21			22.1	25.1	559					Calcaire gris-jaunâtre faiblement croyeux, d'une dureté irrégulière, fissuré, caverneux, par endroit karstifié.
24			25.1	28.1	560					
27			28.1	31.2	561	14.90	[Diagramme de log]	40.0	Calcaire gris clair, faiblement croyeux, massif, d'une dureté irrégulière, souvent d'une dureté moyenne, karstifié entre 31.20 et 31.30 m. Karat rempli de débris calcaire et de sable entre 25.10 et 25.50 m. A partir de 38.70 m le calc. est faib. pélit.	
30			31.2	34.0	562					
33			34.0	37.0	563					
36			37.0	40.0	564					
39	40.0	43.5	565	7.00	[Diagramme de log]	47.0	Calcaire gris clair, faiblement pélitomorphe, localement finement cristallin, dur, massif. Karat rempli de débris calcaires et de sable argileux brun en petite quantité dans l'intervalle de 45.10 à 45.70m			
42	43.5	47.0	566							

Fig.5 Sondage (S.17) dans les calcaires

III-4. - QUELQUES CARACTERISTIQUES SUR LES TRAVAUX DE RECHERCHE :

Les particularités géologiques du gisement de calcaires (structure, puissance et qualité hétérogène) ont prédéterminé une maille de sondages implantée de la manière suivante :

- en tenant compte d'une certaine karstification des calcaires, propre à l'ensemble du gisement, la maille de sondages dans la partie Nord a été adoptée correspondant à 150 X 150 m (catégorie B).

- au centre du gisement, les sondages ont été implantés suivant une maille de 300 X 300 m (catégorie C1).

- la catégorie C2, dans la partie Sud, a été estimée selon une maille de sondages de 300 X 600 m. (catégorie C2)

En tout, au cours de cette recherche (phase préliminaire et détaillée) il a été réalisé 24 sondages profonds de 15 m (S.4) à 95,10 m (S.1) totalisant 1119.70 m.

Tous les sondages sont verticaux et réalisés par une sondeuse LONGYEAR-38 avec un carottier double et de l'eau comme fluide de circulation.

Le taux moyen de récupération de carottes tant par passes que par couches était de 77,70 % avec des diamètres initiaux de 132 mm (pour les sondages S.1 à S.11 en recherche préliminaire) et de 99,75 % avec un diamètre de 122 mm (pour les sondages S.12 à S.24 en recherche détaillée).

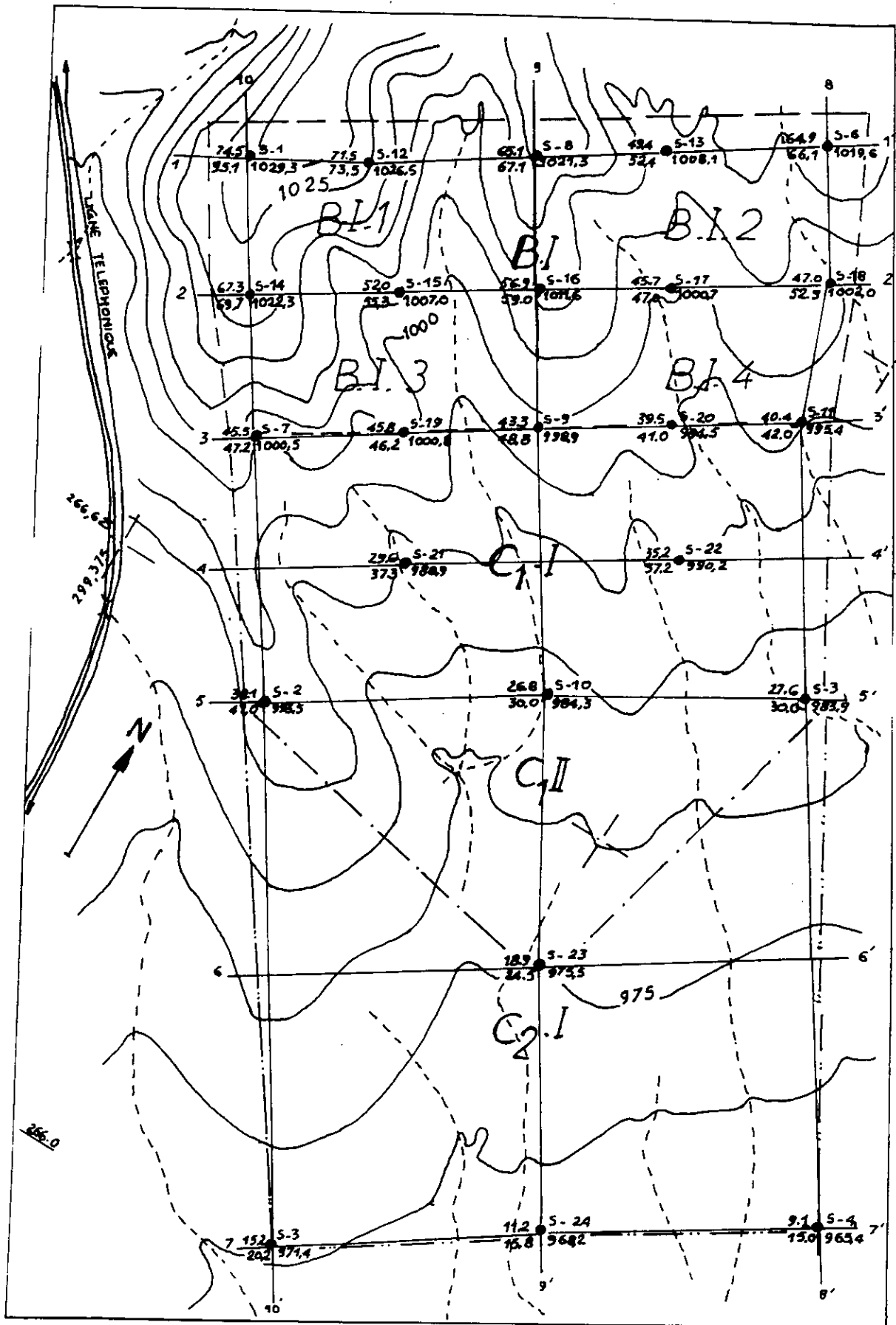


Fig.6 Gisement de calcaires (Echelle :1/6250)



Déluvium constitué de sable brun faiblement argileux

Calcaire gris jaunâtre, gris et blanc pélitomorphe massif et dur.

1 - 1'

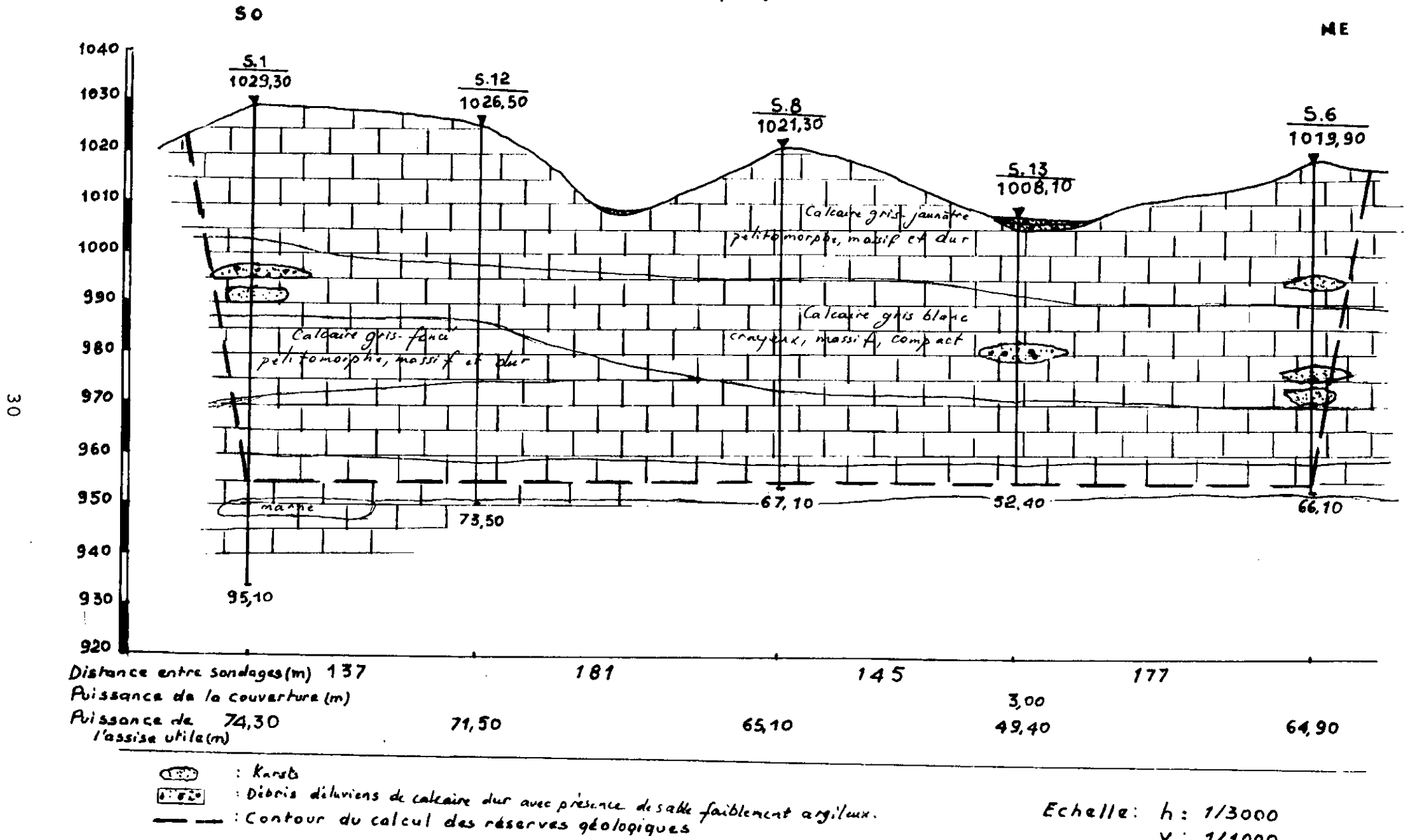


Fig.7 Coupe géologique dans les calcaires

CHAPITRE IV : LE GISEMENT D'ARGILE D'EL-ABIOD-SIDI-CHEIKH :

IV-1. - GENERALITES :

Le gisement de sous-dosé est situé à 4 Km au Nord de celui des calcaires. (fig.2).

Les dimensions du gisement sont de 1660 X 200 m.

La superficie totale est de 33,2 ha.

A proximité Est du gisement, passent une route asphaltée et une ligne de haute tension.

IV-2. - GEOMORPHOLOGIE - OROHYDROGRAPHIE : (Fig.9)

Le gisement d'argiles est attribué à une vaste vallée intermontagneuse, au Nord limité par le Djebel El-Aradha, au Sud par le Djebel Msegma Mta Sidi Cheikh. La surface du gisement est plane à inclinaison générale du Sud-Ouest au Nord-Est. Les côtes absolues du gisement varient de 972,88 m (S.28) dans la partie Sud-Ouest à 971,75m dans la partie centrale (S.1) et à 970,48 m dans la partie Nord-Est (S.11).

Au Nord et au Sud, le relief du gisement est accidenté par les chaînes de grés dans la direction Nord-Est. (Fig.3)

Un petit oued sec, qui se jette dans celui d'El-Menhar se trouve au Sud du gisement (de 200 à 400 m). L'oued El-Menhar est rempli d'eau pratiquement toute l'année (à débit faible) qui se perd dans les dépôts sableux de lit d'oued au niveau du gisement. La distance entre l'oued El-Menhar et le gisement s'élève à 300 m.

IV-3. - LITHOSTRATIGRAPHIE : (Fig.10)

Ce sont les dépôts du Néocomien qui prennent part à la constitution géologique du gisement. Structurellement le gisement est rapporté à l'extrémité Nord-Est du flanc Sud de la structure anticlinale du Djebel-El-Aradha.

Dans les limites du gisement, les angles de pendage des roches varient de 25 à 35° sur le flanc Nord-Est et de 45 à 50° sur le flanc Sud-Ouest.

Localement, les angles de pendage sont plus abrupts et atteignent 60 à 70° surtout dans la partie centrale du flanc Sud-Est du gisement.

La lithostratigraphie du gisement est représentée par les dépôts d'argiles argilitiques suivants :

- La partie inférieure du flanc Nord-Ouest renferme des argiles argilitiques brunes à minces interlits (0,05 à 0,20m) d'argilites fortement compactes, de grés calcaireux et de calcaires argileux.

La puissance totale des argiles brunes varie de 0,9 à 14,0 m (S.10 , S.13 et S.8).

- Plus haut, repose une couche puissante d'argiles argilitiques avec prédominance du vert : vertes, gris-verdâtres, vert-grisâtres, vert jaunâtres, mais la variation des couleurs d'argiles est irrégulière.

L'assise d'argiles argilitiques renferme rarement des minces interlits (de quelques millimètres à 5 - 10 cm, rarement 20 cm) de grés calcaireux et de calcaires argileux de faible dureté.

- A proximité du contact Sud-Est, on peut observer une alternance des fines intercalations d'argiles et de grés calcaireux en quantité approximativement égale.

En même temps, on peut observer, suivant l'extension des roches, de puissants intervalles d'argiles de 5 de 10, de 20 et de 25 m sans niveaux intercalaires (S.11, S.6, S.18, S.7 et S.9) et des zones à forte concentration d'interlits stériles espacés de 1, 2, 3 et 5 m dans l'assise utile (S.14, S.5, S.6, S.2).

Certains sondages (S.6 - S.9) renferment des interlits de gypse (de 1 à 10 cm). Ces interlits connaissent un biseautement sur de courtes distances. En particulier le gypse reconnu dans la partie inférieure du sondage S.6, n'a pas été recoupé par le sondage S.5.

La puissance totale des argiles vertes varie de 75 à 115 m.

Sur les argiles vertes, repose une assise d'argiles argilitiques à teint aussi vert avec de fréquentes intercallations de grés calcaireux, non exploitable. (Fig.8).

- La partie supérieure de l'assise utile est érodée et recouverte d'une couche d'alluvions formant les stériles. Les dépôts alluviaux récents sont développés dans la partie Nord-Est du gisement.

Ces dépôts sont représentés par un mélange de sable quartzeux de couleur brune, d'argiles sableuses de couleur brune, de débris de grés durs, de graviers et de silex.

Ce mélange est composé d'impuretés d'un matériau calcaireux en quantité importante.

La puissance de cette couche d'alluvions varie de 0,10 à 1,5 m. Localement, les roches affleurent. Pour cette raison, cette partie de dépôts n'apparaît pas sur le plan (Fig.9).

La partie supérieure du gisement d'argiles, directement sous la couverture, est fortement saline, jusqu'à la profondeur de 3 à 5 m. Une forte teneur en ions de chlore en témoigne. Cette même partie de l'assise utile renferme également les fissures et les nids remplis de gypse pulvérulent. La répartition du gypse y est extrêmement irrégulière.

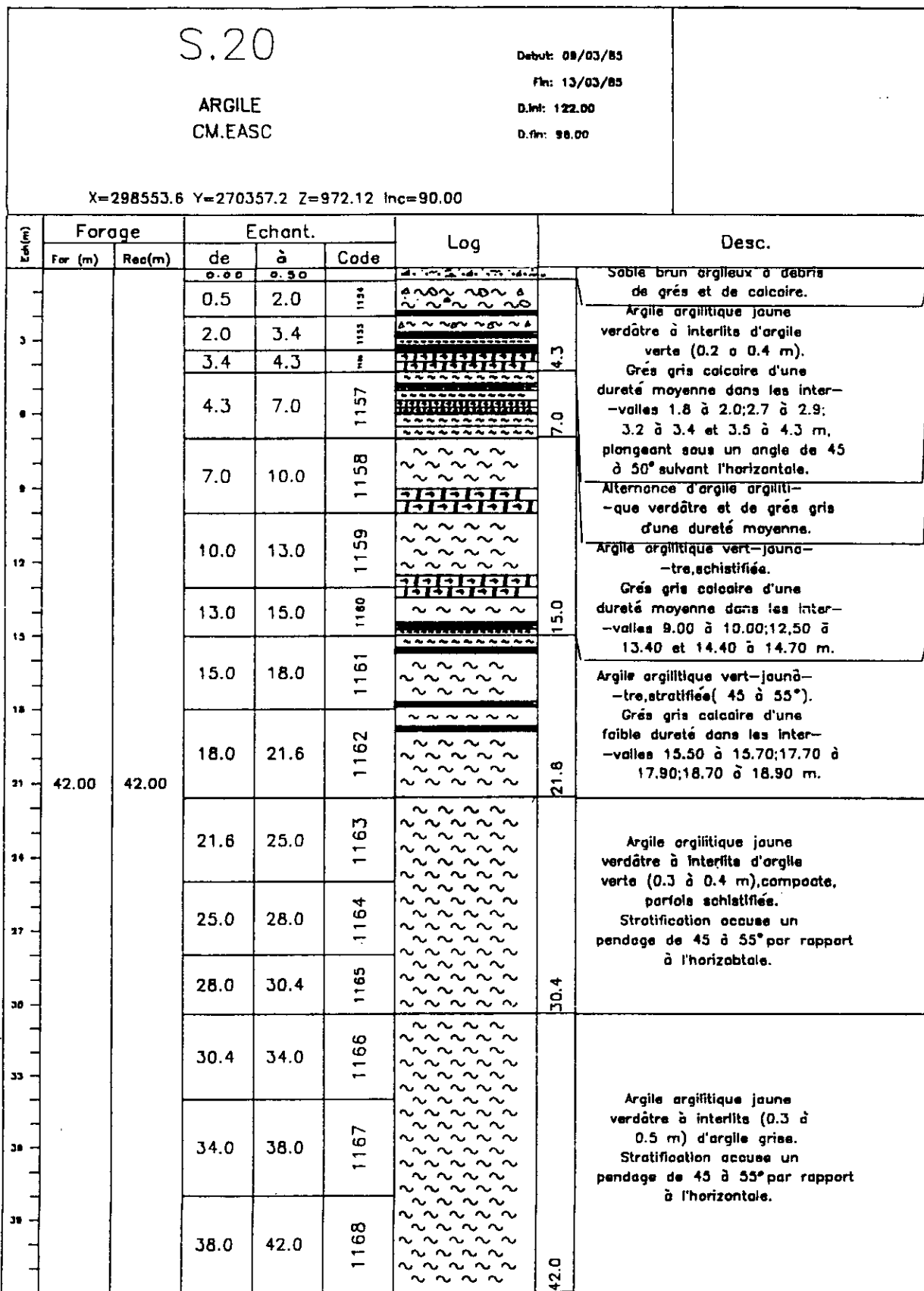


Fig.8 Sondage (S.20) dans les argiles

IV-4. - QUELQUES CARACTERISTIQUES SUR LES TRAVAUX DE RECHERCHE :

Nous avons indiqué ci-dessus que les dépôts néocomiens sont la seule formation qui puisse offrir des réserves de sous-dosé pour la production de ciment dans la région d'El-Abiod-Sidi-Cheikh.

Au vu de sa structure géologique, le gisement se rapporte aux gisements de complexité moyenne, en couches, disloqué, à structure et puissance irrégulières. Pour cette raison, la maille utilisée a été la suivante :

- Catégorie B : distance entre sondages sur les profils = 60 à 65 m
distance entre les profils de sondages = 200 m
inclinaison des sondages : 60° par rapport à l'horizontale.
- Catégorie C1 : distance entre les profils = 400 m
inclinaison des sondages : verticale.

Au total, le nombre de sondages réalisés au cours de la recherche (phase préliminaire et détaillée) est de 28 totalisant 998m

Les sondages S.1 à S.9 sont verticaux et ont été réalisés au moyen d'une sondeuse B.4, un diamètre initial de 132 mm et une récupération de la carotte de 100%.








Les sondages S.4, S.5, S.6, S.16, S.1, S.2, S.3 et S.20 sont verticaux également, mais ont été réalisés à l'aide d'une sondeuse de type ACKER à carottier double avec un diamètre initial de 122 mm.

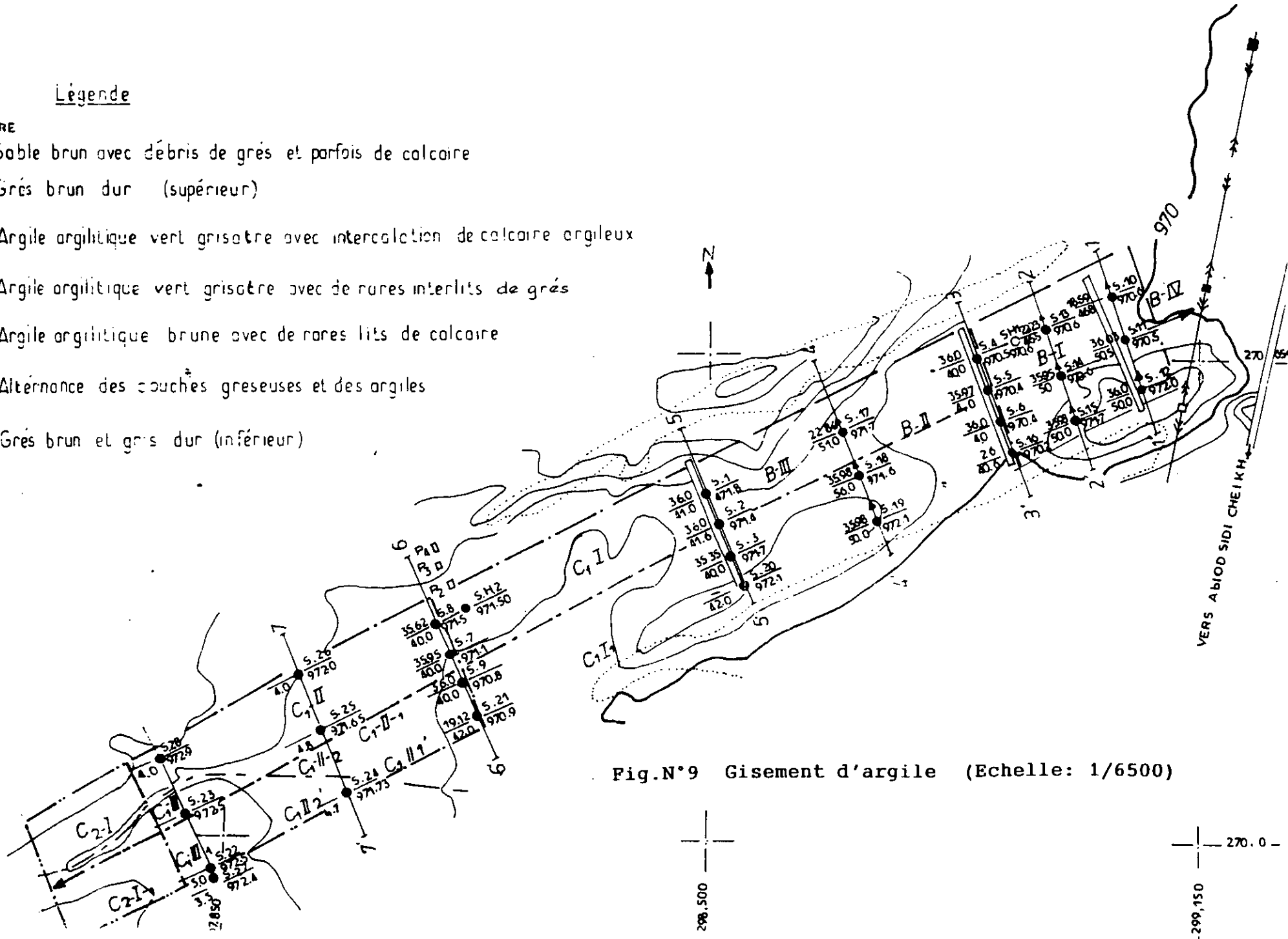
Avec cette même sondeuse mais inclinés à 60°, les sondages S.10 à S.15 et S.17 à S.19 ont été forés.

La récupération avec l'ACKER a été en moyenne de 94,04 %

Pour l'ensemble des sondages, la récupération est importante et atteint 97,02 %.

Légende

- QUATERNAIRE**
-  Sable brun avec débris de grès et parfois de calcaire
- CRETACE**
-  Grès brun dur (supérieur)
 -  Argile argilique vert grisâtre avec intercalation de calcaire argileux
 -  Argile argilique vert grisâtre avec de rares interlits de grès
 -  Argile argilique brune avec de rares lits de calcaire
- NEOCOMIEN**
-  Alternance des couches gréseuses et des argiles
 -  Grès brun et gris dur (inférieur)



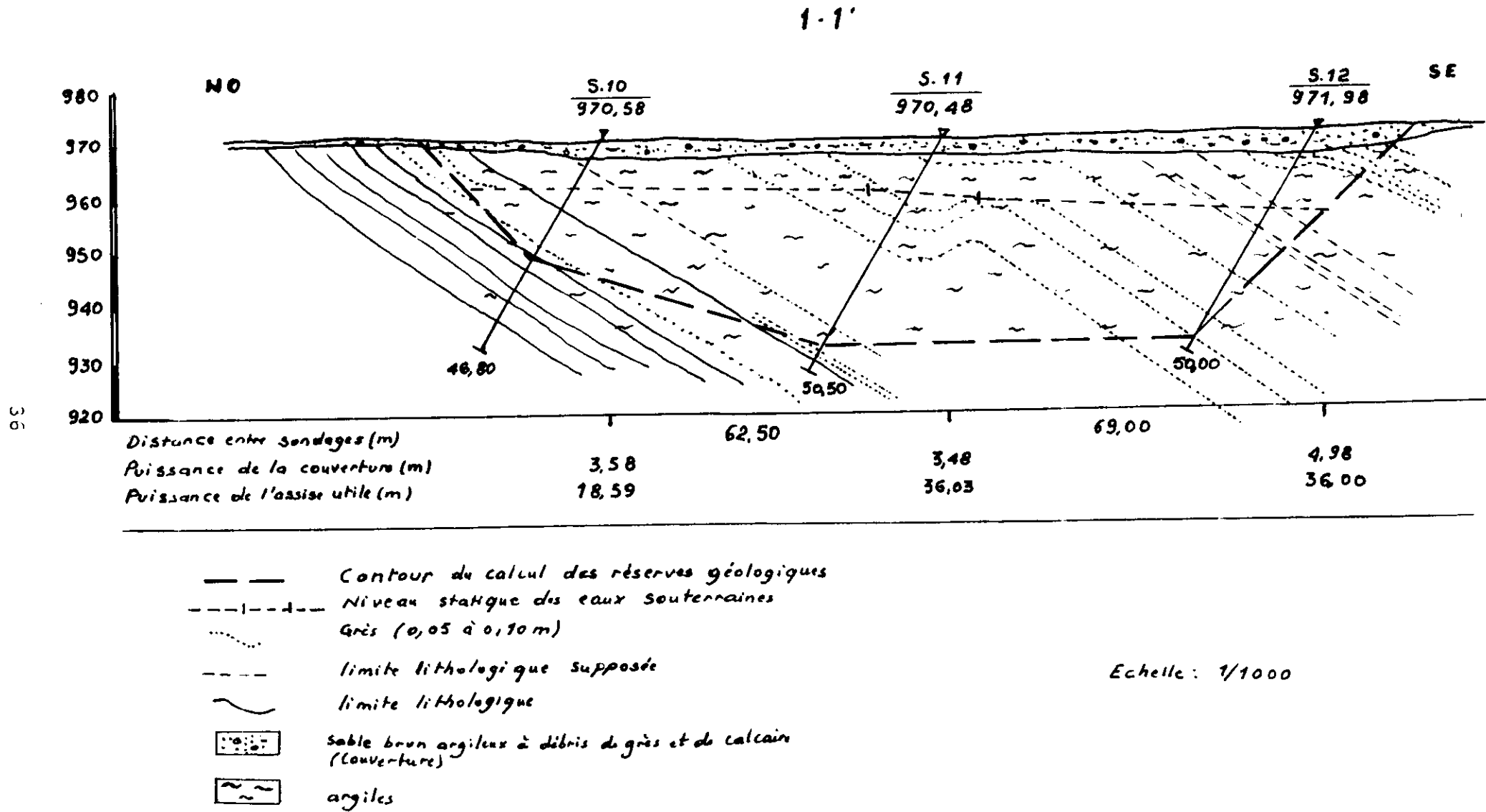


Fig.10 Coupe géologique dans les argiles

CHAPITRE V - LE GISEMENT DE SABLE D'EL-ABIOD-SIDI-CHEIKH :

V-1. - GENERALITES :

A la lumière des premiers résultats élaborés à partir des échantillons de sur-dosé et de sous-dosé, est venue la nécessité d'insérer un ajout siliceux de correction (sables de dunes).

Les sables du gisement arrêté sont destinés essentiellement à la production de briques silico-calcaires (BSC). Le gisement est situé à 6 Km à l'Est de la ville d'El-Abiod-Sidi-Cheikh (Fig.6).

Les dimensions du gisement sont de 2000 x 700 m couvrant une superficie de 140 ha.

Une piste relie le gisement à la ville d'El-Abiod-Sidi-Cheikh.

V-2. - GEOMORPHOLOGIE - OROHYDROGRAPHIE : (Fig.12)

Le gisement de sables est attribué à la limite entre l'Atlas Saharien et la Plaine Saharienne. (Fig 3).

Les cotes absolues de la surface du gisement varient de 905 à 909 m dans la partie Nord, de 906,7 m à 909,3 m au milieu et de 903,8 à 909,2 m dans la partie Sud.

Le bord Est d'une petite vallée de l'oued El-Abiod dont les eaux, en période de pluies, coulent du Nord-Est au Sud-Ouest, sert de limite aux dépôts de dunes. Il n'y a aucun autre système de cours d'eau dans la région. Le gisement repose à sec.

V-3. - LITHOSTRATIGRAPHIE :

La constitution géologique du gisement comprend :

a) des dépôts (tertiaire continental) représentés dans la partie supérieure par une croûte de gypse calcaire dont l'épaisseur atteint 2 m.

b) des dépôts quaternaires : (formations dunaires), représentés par des dunes de sables, objet de la présente étude. (Fig.12)

Les dunes s'étalent dans une direction générale de l'Est à l'Ouest. Leur puissance s'élève à 13 m. Présentant des lacunes de 2 à 100 m, les sables ne forment pas une nappe continue de dépôts tertiaires.

La puissance moyenne des sables est égale à 3.1 m dans la partie Nord (catégorie B).

Les sables du gisement font une formation éolienne type: homogènes, quartzeux, finement grenus, brun-jaunâtres, offrant une composition chimique et granulométrique homogène. (Fig.11).

S.1						Debut: 28/09/83		Desc.
SABLE						Fin: 28/03/85		
CM.EASC						D.in: 30.00		
X=304469.1 Y=257485.3 Z=916.70 Inc=90.00						D.fin: 30.00		
Prof(m)	Forage		Echant.			Log	10.2	
	For (m)	Rec(m)	de	à	Code			
1								
4								
10.20	10.20	0.0	10.2	1301				Sable quartzeux, finement grenu brun-jaunâtre.
8								
10								

Fig.11 Sondage (S.1) dans les sables

V-4. - QUELQUES CARACTERISTIQUES SUR LES TRAVAUX DE RECHERCHE :

Les sondages ont été réalisés à la tarière et ont reconnu des puissances allant de 5 à 12.5 m. Les dunes empruntent un profil assymétrique. le versant à l'abri du vent accuse une pente de 35°, celui exposé au vent de 15°.

Le sondage S.25 a traversé une épaisseur dunaire maximale de 12.5m dans la partie Nord du gisement.

La sondeuse utilisée de type Minutman (version portative) a été équipée d'une tarière de 50 mm de diamètre et de longueur unitaire de tiges de 1 m.

Au total, 41 sondages ont été réalisés pour 317 m de longueur linéaire avec 100 % de récupération.

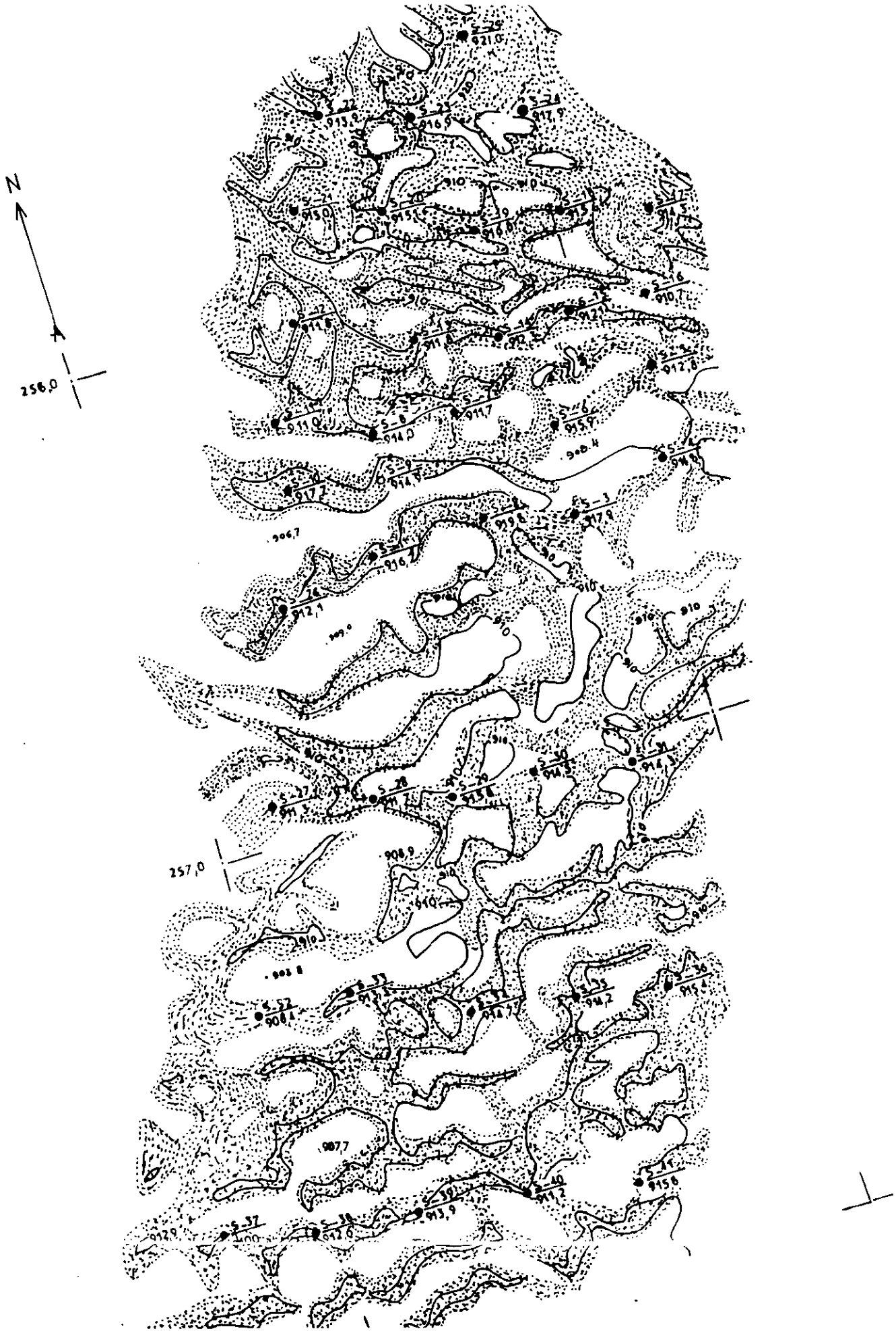


Fig. 12 Gisement de sable (Echelle :1/10.000)

2ème PARTIE

**EXIGENCES DANS LA FABRICATION
DU CIMENT PORTLAND**

CHAPITRE VI : GENERALITES SUR LA TECHNOLOGIE DE FABRICATION DU CIMENT PORTLAND.

Le ciment portland artificiel (CPA) est le liant le plus important. Par sa production et son utilisation il occupe la première place parmi tous les liants.

VI-1. : COMPOSITION DU CIMENT PORTLAND :

Le ciment portland est un liant hydraulique qui durcit tant sous l'eau qu'à l'air. Il est obtenu en broyant très finement un mélange fritté de calcaire et d'argile (sur-dosé et sous-dosé) qui assure la prédominance dans le clinker de silicates de calcium.

Le mélange fritté forme des grains dont les dimensions vont jusqu'à 40 mm et s'appelle clinker; la qualité de celui-ci détermine les principales propriétés d'un ciment : résistance et rapidité de son accroissement, durée, stabilité dans les différentes conditions d'exploitation.

Pour régler le temps de prise du ciment, on ajoute au clinker, pendant le broyage, du gypse en quantité équivalente de 3 à 5 % de la masse du ciment. Le ciment portland peut être mis sur le marché sans apport supplémentaire ou avec des adjuvants minéraux actifs ou non actifs dont la masse peut atteindre 15 % de la masse totale du ciment. [10]

VI-2. QUALITE D'UN CLINKER :

La qualité d'un ciment se définit à partir du clinker qui lui donne naissance. Aussi la qualité d'un clinker dépend de sa composition chimique et minéralogique. Pour la production du clinker à ciment portland, on utilise le calcaire et l'argile. Le calcaire est composé principalement de deux oxydes, CaO et CO₂ et l'argile des diverses matières contenant surtout trois oxydes : SiO₂, Al₂O₃ et Fe₂O₃. Au cours de la cuisson du mélange d'origine, CO₂ se trouve éliminé alors que les quatre oxydes restants, à savoir : CaO, SiO₂, Al₂O₃ et Fe₂O₃, forment les minéraux du clinker. La teneur d'un ciment en oxydes est à peu près la suivante (en %) [10] :

- Oxyde de calcium CaO.....	62 à 68
- Bioxyde de silicium SiO ₂	21 à 24
- Alumine Al ₂ O ₃	4 à 8
- Oxyde de fer Fe ₂ O ₃	2 à 5

Outre les oxydes indiqués ci-dessus, on peut rencontrer aussi (comme c'est le cas de la présente étude) d'autres oxydes dans le clinker à ciment portland :

- Oxyde de magnésium MgO
- Oxydes alcalins K₂O et Na₂O abaissant la qualité du ciment.

L'oxyde de magnésium cuit à une température de l'ordre de 1500 °C et soumis à l'action de l'eau, s'éteint lentement et entraîne l'apparition de fissures dans le mortier ou le béton déjà durcis ce qui limite la teneur en MgO d'un ciment portland à 5 % selon les normes AFNOR et GOST.

La présence d'oxydes alcalins en quantité supérieure à 1 % dans un ciment peut entraîner la destruction du béton durci avec un tel ciment.

Nous noterons cependant que les oxydes sus-indiqués ne se trouvent pas à l'état libre dans le clinker, mais au cours de la cuisson quatre minéraux se forment dans le ciment portland et ont la teneur suivante (en %) [10].

- 3 CaO. SiO ₂ (alite)	C3 S	45 à 65
- 2 CaO. SiO ₂ (bélite)	C2 S	15 à 35
- 3 CaO. Al ₂ O ₃	C3 A	4 à 14
- 4 CaO. Al ₂ O ₃ . Fe ₂ O ₃ (célite)	C4 AF	10 à 18

Lorsque le mélange d'origine est bien calculé et soigneusement préparé et cuit, le clinker ne doit pas contenir d'oxyde de calcium (CaO) libre, parce que la chaux surfrittée à la température d'à peu près 1500°C, aussi bien que la magnésie MgO, s'éteint très lentement en augmentant le volume, ce qui peut provoquer la fissuration du béton déjà durci.

VI-3. - PROCEDE DE FABRICATION DU CIMENT PORTLAND :

La matière première destinée à la production d'un portland doit contenir de 75 à 78 % de CaCO₃ et de 22 à 25 % de matières argileuses. les roches qui satisfont aux conditions indiquées plus haut ne se rencontrent que très rarement. C'est ainsi que pour la production d'un portland, il faut employer, à côté des calcaires et des argiles, des additions que l'on appelle adjuvants corrigéants qui contiennent une grande quantité d'oxydes qui manque dans le mélange des matières premières. Ainsi :

- une quantité insuffisante de SiO₂ est compensée par l'introduction d'une matière silicieuse (diatomite, tripoli, sable).
- la teneur en oxyde de fer peut être augmentée en introduisant dans le mélange cru des pyrites ou du minerai de fer.
- l'augmentation de la teneur en alumine Al₂O₃ est assurée en ajoutant des argiles très alumineuses.

Le procédé technologique de la fabrication du ciment portland comporte les opérations suivantes : production du calcaire et de l'argile, préparation des matières premières et des adjuvants correcteurs, préparation avec ces matières de mélange homogène de composition donnée, cuisson du mélange et broyage du clinker en une poudre fine avec du gypse et quelquefois, des adjuvants. (Fig. 13).

Suivant le mode de préparation de la masse crue, on distingue deux voies d'obtention du ciment portland : humide et sèche.

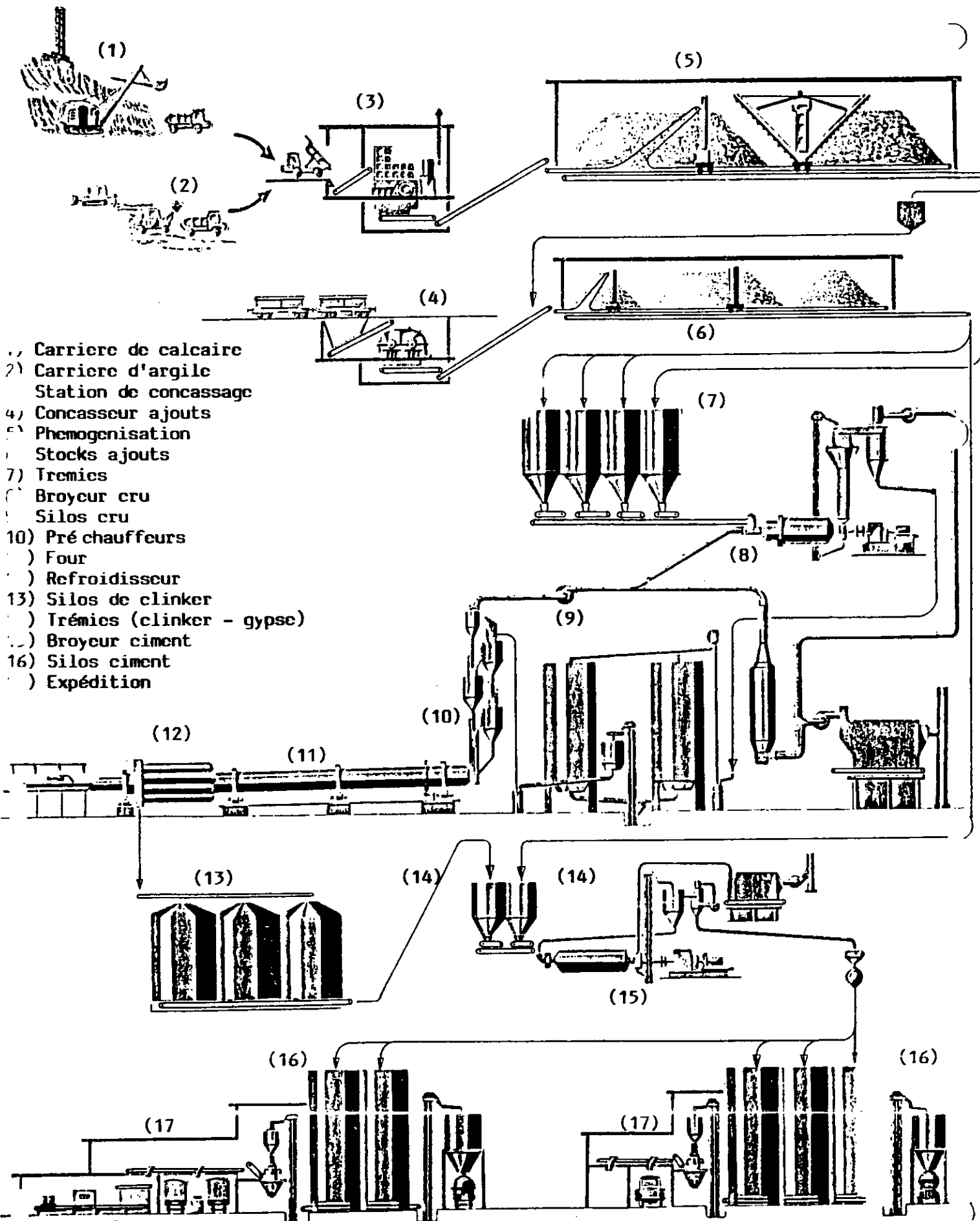
Dans la voie humide, les composants sont broyés et mélangés en présence d'eau et ce mélange en forme de boue humide est cuit dans des fours rotatifs.

Dans la voie sèche, les composants sont broyés et mélangés puis cuits à sec. A l'heure actuelle, on commence de plus en plus à utiliser une méthode combinée de la préparation du mélange cru par la voie humide, puis la boue humide obtenue est desséchée et préparée en granules qui sont soumises à la cuisson par la voie sèche [10].

Actuellement, il se manifeste dans l'industrie mondiale du ciment une tendance à abandonner la voie humide au profit de la voie sèche.

En effet la dépense d'énergie en voie humide est de 1,5 à 2 fois plus élevée et la médiocrité du clinker obtenu par voie sèche ayant jusqu'alors retardé son développement, s'est améliorée par la maîtrise de la mouture fine et l'homogénéisation des mélanges secs permettant d'obtenir aujourd'hui des ciment portlands de qualité.

En Angleterre, jusqu'à 94 % aux USA 58 % par contre, au Japon, en RFA, en France, en Italie, en Suede et au Mexique, où la matière est constituée par des calcaires cristallisés dont l'humidité est basse, domine la voie sèche.

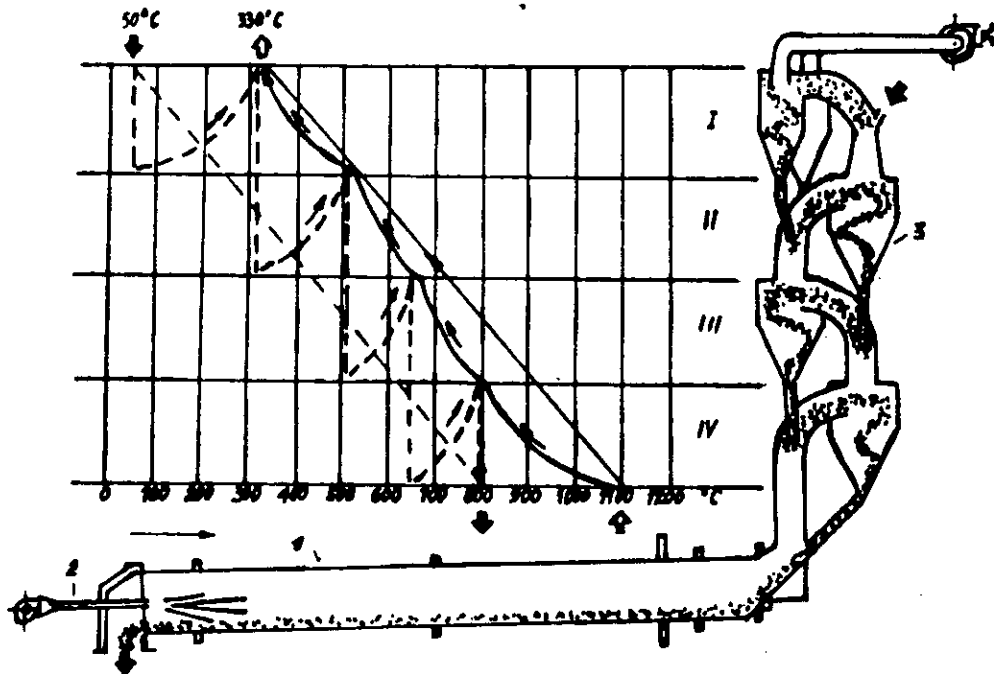


- 1) Carrière de calcaire
- 2) Carrière d'argile
- 3) Station de concassage
- 4) Concasseur ajouts
- 5) Phéomogenisation
- 6) Stocks ajouts
- 7) Trémies
- 8) Broyeur cru
- 9) Silos cru
- 10) Pré chauffeurs
- 11) Four
- 12) Refroidisseur
- 13) Silos de clinker
- 14) Trémies (clinker - gypse)
- 15) Broyeur ciment
- 16) Silos ciment
- 17) Expédition

Fig.13 Diagramme de principe d'une cimenterie

Processus de cuisson :

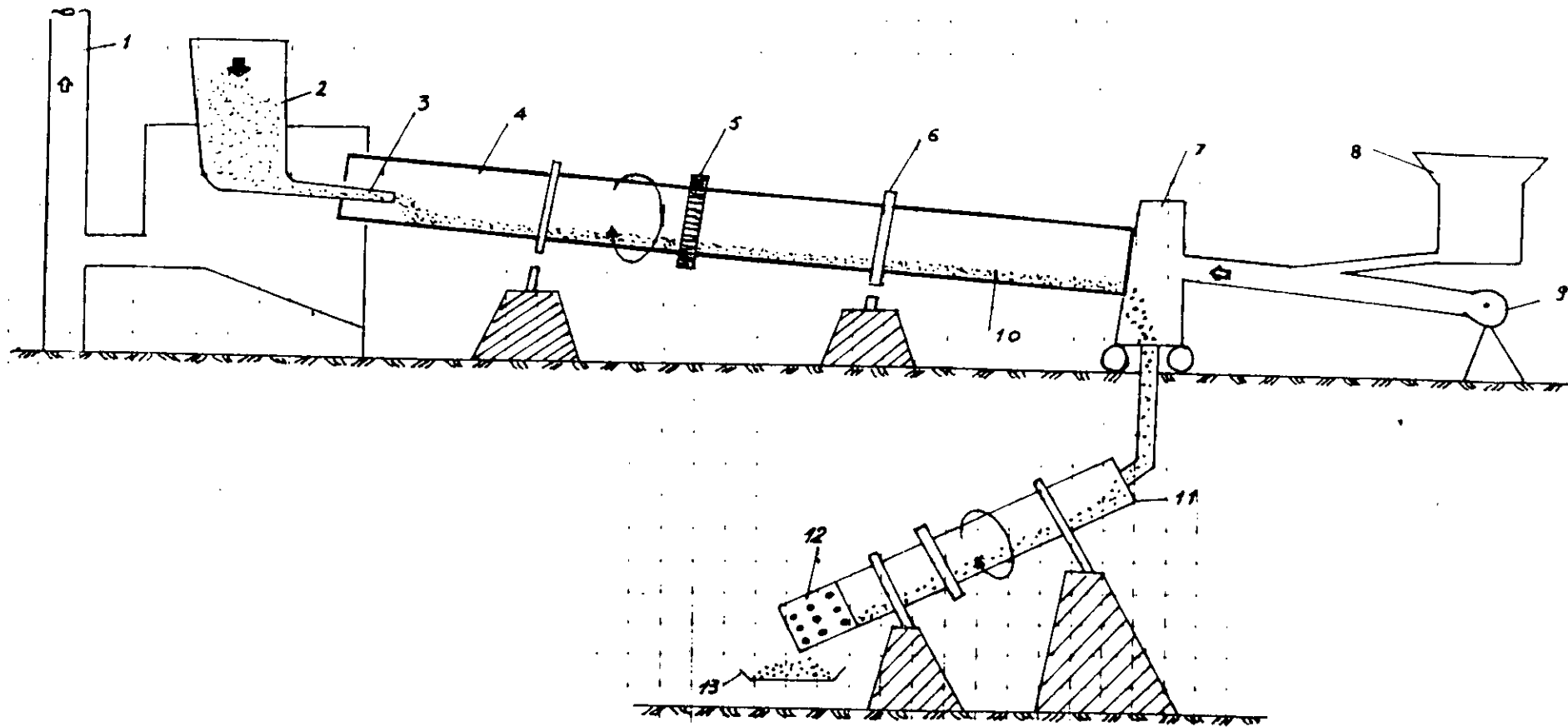
Le combustible sous forme de gaz est soufflé avec de l'air du coté opposé du four et brûlé en créant une température de 1500°C. Les fumées sont évacuées du coté de l'extrémité surélevée du four. (Fig.14 et 15) [11].



- 1- Four rotatif
- 2- Brûleurs
- 3- Tour à cyclônes

- ◇ Sens de circulation du gaz
- ◆ Sens de circulation de la farine

Fig.14 Températures de matières et de gaz dans la tour à cyclône



47

- Inclinaison du four : 4°
- 1- Aspirateur de fumées (cheminée)
 - 2- Alimentateur farine
 - 3- Vis sans fin
 - 4- Four rotatif
 - 5- Couronne d'entraînement
 - 6- Supports

- 7- Tête mobile du four
- 8- Combustible
- 9- Refroidisseur (ventilateur)
- 10- Clinker
- 11- Cylindre refroidisseur rotatif (pour clinker)
- 12- Tôle perforée de sortie de clinker
- 13- Transporteur métallique (clinker)

Fig. 15 Schéma de cuisson

Les matières organiques brûlent tandis que commence l'évacuation de l'eau de constitution (eau d'hydratation et eau de constitution des argiles) entre 50 à 600 °C. Après cette température commence la décarbonatation du MgCO₃ puis du CaCO₃ entre 700 et 1000 °C comme suit : [9]



Le CO₂ ainsi formé se trouve évacué avec les produits de combustion, alors que le CaO, à une température de 1000 °C, réagit avec les oxydes d'argile formant du silicate bicalcique C₂S, de l'aluminate tricalcique C₃A et de l'alumoférite, quadricalcique constituant ainsi une phase de recombustion des minéraux.

Sous une température de 1300°C, le C₃A et le C₄AF fondent, formant le liquide dans lequel se dissolvent partiellement le CaO et le C₂S jusqu'à ce que la solution soit saturée, après leur dissolution, ils entrent en réaction formant le silicate tricalcique 3 CaO. SiO₂, (C₃S) qui est le minéral principal du ciment portland (Fig.15), minéral instable qu'il convient de stabiliser par un refroidissement brusque pour éviter l'apparition de la chaux libre (C₃S \rightleftharpoons CO₂ + CaO).

Le clinker brûlant ainsi formé parvient au refroidisseur où il est refroidi brusquement par l'air froid. Les minéraux du clinker, en état amorphe, conservent ainsi leur activité chimique envers l'eau ce qui caractérise leur pouvoir hydraulique (Fig.15).

Le clinker sortant des refroidisseurs de four à la température de 100°C et plus, est dirigé vers le dépôt pour un délai de 15 jours permettant le refroidissement définitif et le pourrissage.

S'il y a de la chaux libre dans le clinker, elle s'éteint pendant cette période grâce à l'eau contenue dans l'air.

Le clinker est ensuite broyé finement avec un additif de gypse, dans un broyeur pour constituer le ciment qui est alors stocké dans des silos.

VI-4. - RESISTANCE DU CIMENT PORTLAND :

Le gâchage par l'eau du ciment portland donne une pâte de ciment plastique et collante qui s'épaissit peu à peu et passe à l'état pierreux. Le durcissement du ciment portland est amorcé par une série de phénomènes chimiques et physiques fort compliqués.

Ainsi la résistance à la compression du ciment portland croît en général irrégulièrement : au 3ème jour, elle atteint à peu près 40 à 50 % de celle de la marque du ciment et au 7ème jour, de 60 à 70 %.

Par la suite, l'accroissement de la résistance du ciment se ralentit encore et au 28ème jour, le ciment atteint la résistance recherchée (la résistance de la moyenne) pour certains types de ciments le durcissement peut continuer des mois et des années en dépassant de 2 à 3 fois la résistance de sa marque (à 28 jours). (Tableaux 10 et 11).

On estime qu'en moyenne, l'accroissement de la résistance des ciments portland est soumis à une loi logarithmique (Fig.16). La résistance de la pierre de ciment et la vitesse de durcissement dépendent de la composition minéralogique du clinker, de la finesse du ciment, de la teneur en eau, de la température ambiante et de la durée de conservation. [10]

En effet, le processus de l'accroissement de la résistance des minéraux des clinkers des ciments portlands diffèrent l'un de l'autre (Fig.17). Le C3S durcit le plus rapidement, sa résistance à 7 jours est à peu près égale à 70 % de la résistance à 28 jours ensuite l'accroissement de la résistance de C3S ralentit sensiblement.

Après 28 jours, l'hydratation du C3S est presque terminée, tandis que celle du C2S commence à se développer intensément. C'est pourquoi, lorsqu'on a besoin d'obtenir un béton de haute résistance en un court laps de temps, on utilise un ciment à haute teneur en silicate tricalcique (C3S) -ciment alitique - au contraire dans la période qui suivra (par exemple, pour les constructions hydrauliques), on peut utiliser le ciment bélitique (à base de C2 S).

L'aluminate tricalcique $3 \text{ CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ (C3A) est lui-même peu résistant, cependant sa présence accélère sensiblement le début du durcissement du ciment.

Il s'ensuit que le ciment durci doit être résistant à l'eau, au gel et à l'air pour assurer au béton une résistance stable à l'action agressive du milieu ambiant.

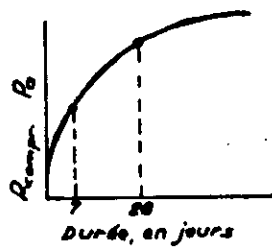


Fig.16 Graphique de résistance du ciment

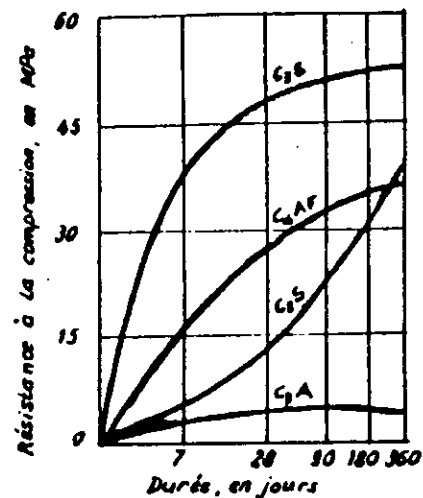


Fig.17 Accroissement de la résistance des minéraux de clinker du ciment portland

Classification Soviétique [10].

Tableau N° 10

Classe du ciment	Résistance à la compression en MPa	Résistance à la flexion en MPa
300	30	4,5
400	40	5,5
500	50	6,0
600	60	6,5

Classification Française [13]

Tableau N° 11

Désignation de la classe	Sous classe éventuelle	Résistance à la compression en MPa		
		à 2 jours	à 28 jours	
		Limite inférieure normale	Limite inférieure nominale	Limite supérieure nominale
35		-	25	45
45	R (rapide)	15		55
55	R (rapide)	22,5	45	65
H.P. (hautes performances)	R (rapide)	27	55	-

CHAPITRE VII - CARACTERISTIQUES QUALITATIVES DES MATIERES PREMIERES :

En fait, il n'existe pas de critères concernant la qualité des matières premières. Par contre, les critères de qualité des ciments sont bien définis (Tableaux N° 10 et 11) et impliquent alors des caractéristiques des matières premières à prendre en considération au niveau du mélange cru.

Composition chimique des ciments portlands artificiels (CPA) en %.

Tableau N° 12

Norme	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	K ₂ O + Na ₂ O
GOST. Max	25	9	5 (6)	67	3 (5)	3 (4)	1,3
Min	19	2	1	62 (60)	0	1	0,2

Norme NFVP	SO ₃ <2,5	MgO<3	Al ₂ O ₃ <8	Soufre à l'état de sulfure<0,2	C ₃ A<10	C ₃ A+0,27.C ₂ S <23,5
------------	----------------------	-------	-----------------------------------	--------------------------------	---------------------	--

Cette composition entraîne donc les caractéristiques suivantes pour les matières premières (cru).

- CaCO₃ > 76 %
- MgO < 3 % (selon la firme Lafarge)
- K₂O + Na₂O < 1 % selon Lafarge avec équipement sans by pass et K₂O + Na₂O < 0,8 % selon GOST.
- SO₃ < 1,3 %.

En outre, pour des raisons de technologie de fabrication :

- La silice libre est proscrite sous forme d'éléments grossiers (D > 80 μ).
- Le chlore : teneur maximale (en voie sèche) égale à 0,015 % (limite universelle).
- Les éléments phosphatés sont souvent proscrits (P₂O₅<1 %)

Ainsi, il apparaît clairement que l'estimation de l'aptitude de la matière première à ciment se fait à base de sa composition chimique et de ses propriétés physico-mécaniques, la composition chimique étant un facteur décisif.

VII-1. - LES EXIGENCES INDUSTRIELLES ENVERS LES MATIERES PREMIERES A CIMENT :

Elles s'appliquent aussi bien aux éléments utiles (CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃) qu'aux éléments nocifs (MgO, SO₃, K₂O + Na₂O, TiO₂, P₂O₅, Cl⁻, F).

La teneur en éléments utiles doit assurer des valeurs nécessaires du coefficient de saturation en chaux (KH) et des modules silicique (MS) et aluminoferrique (MAF), qui sont définis comme suit :

$$KH = \frac{CaO - 1,65 \cdot Al_2O_3 - 0,35 \cdot Fe_2O_3}{2,8 \cdot SiO_2} = 0,90 \div 0,95; (1)$$

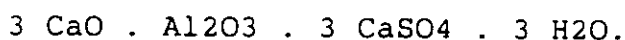
$$MS = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} = 2,40 \div 3,00; (2)$$

$$MAF = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} = 1,50 \div 2,00; (3)$$

Concernant la présence d'éléments nocifs, leur influence se réalise de la manière suivante :

- Le MgO, contrairement à CaO, ne réagissant pas avec les autres constituants du mélange cru à la cuisson, reste en état libre. Une fois cuite, la magnésie, en forme de périclase, est sujette à une hydratation progressive dans la maçonnerie et, à la suite de l'augmentation du volume, provoque l'apparition de fissures dangereuses dans un ciment durci.

- L'anhydrite sulfurique cause une augmentation irrégulière du volume de la maçonnerie due à la formation de :



Il est surtout souhaitable d'éviter la présence du soufre lié au gypse dans le mélange cru car celui-ci s'intègre complètement au clinker.

- L'oxyde de titane TiO₂ est apporté généralement dans le clinker et le mélange cru avec de l'argile. Il est connu qu'un pourcentage de TiO₂ supérieur à 5 % tend à diminuer la résistance mécanique du ciment tandis qu'un pourcentage inférieur à 5 % favorise la cristallisation des minéraux de clinker [5].

- Les combinaisons de phosphates sont généralement apportées dans le mélange cru avec des calcaires et des argiles sous forme de phosphates de calcium (apatites). Une teneur en P₂O₅ supérieure à 1,5 ÷ 2,0 % fait ralentir le durcissement des minéraux de clinker.

- Les alcalins sont susceptibles de modifier le temps de prise et de faire ressortir des efflorescences.

Enfin, si le pourcentage en alcalis ($K_2O + Na_2O$) dans le cru est supérieur à 0,8 % et celui de chlore supérieure à 0,015 % (toujours pour la voie sèche prévue pour la Cimenterie d'El-Abiod-Sidi-Cheikh), il est alors nécessaire de faire appel à des solutions techniques particulières (exemple : by-pass).

Les exigences supplémentaires relatives à la voie sèche de la production de ciment sont les suivantes :

- humidité naturelle du sur-dosé inférieure à 5 %
- humidité naturelle du sous-dosé inférieure à 20 %
- fluctuations de la teneur en CaO dans les roches carbonatées ne doivent pas dépasser 2 % (parfois 4 %).

VII-2. - LES CONSTITUANTS VOLATILES DANS LE PROCESSUS DE CUISSON :

Certains éléments provenant de la matière première atteignent, dans les températures de la zone de cuisson du four rotatif une haute pression de la vapeur. Sous son effet, ils se volatilisent et passent à la phase gazeuse. Parmi ces éléments, il faut citer notamment : le chlore et les oxydes de potassium et de sodium, qu'on appelle communément "constituants volatiles". Car ils se condensent sur les grains de la farine dans les parties plus froides du four et retournent dans la zone de cuisson.

Les circuits des constituants volatiles peuvent provoquer des perturbations de fonctionnement du four, car la formation de la phase liquide (PL) provoque des croutages et des anneaux dans le four et les échangeurs.

Ainsi certains constituants volatiles même dans des quantités assez faibles, influencent les propriétés du ciment et peuvent également jouer un rôle néfaste sur la durabilité du béton. Pour toutes ces raisons, la teneur en alcalins et en chlore doit être régulée de façon très stricte dans le mélange cru et par conséquent au niveau de chaque carrière (calcaire - argile - sable).

Cette restriction sera détaillée plus loin (3ème Partie) où apparaîtront les différentes combinaisons à mettre en oeuvre pour arriver à la respecter, tant sur le plan calcul que sur le plan faisabilité d'extraction des différentes matières premières, particulièrement le sous-dosé qui renferme des teneurs importantes en alcalis et en chlore.

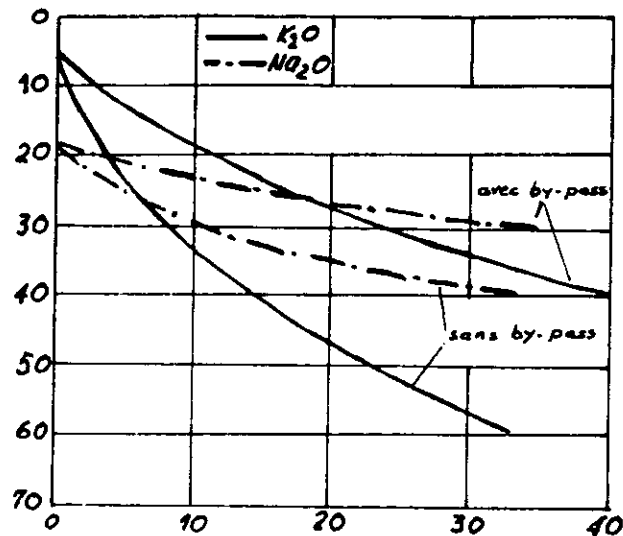


Fig.18 Concentration des alcalis avec et sans by-pass

Le by-pass des gaz dans les systèmes des fours conventionnels est lié à d'importantes pertes de chaleur. Elle sont de 20 à 24 kj/kg de clinker pour 1 % de volume des gaz dérivés (Fig.18).

Tout à fait différemment se présente la situation dans le cas de fours équipés de précalcinateur (Fig.19).

Les fours les plus sensibles à l'influence nocive des alcalins et du chlore sont les fours équipés de préchauffeurs à cyclônes. Avec une teneur en chlore dépassant 0,015 % ou en alcalis au-dessus de 1 %, il faut utiliser le by-pass [12].

Dans certains cas, l'atténuation de l'action néfaste des constituants volatiles, est obtenue par l'application de la précalcination (Fig.19) qui admet des teneurs 0 à 20 fois les teneurs généralement admises.

La concentration des constituants volatiles, qui généralement subliment dans le four, est très élevée dans les gaz sortants et l'utilisation de by-pass est alors très efficace (Fig.18). Les pertes de chaleur sont faibles, elles sont de l'ordre de 5,4 à 7,1 kj/kg de clinker. La firme FL SMITH mondialement connue qui a réalisé les cimenteries de Sour-El-Ghozlane (1 Million de tonnes) et de Ain-Touta (2 x 500.000 tonnes), indique qu'un tel four avec un by-pass de 100 % de gaz, a une consommation de chaleur qui ne dépasse pas 3770 kj/kg de clinker.

Le système by-pass précalcination permet donc de produire du ciment à faible teneur en alcalins à partir des matières premières à forte teneur en alcalins.

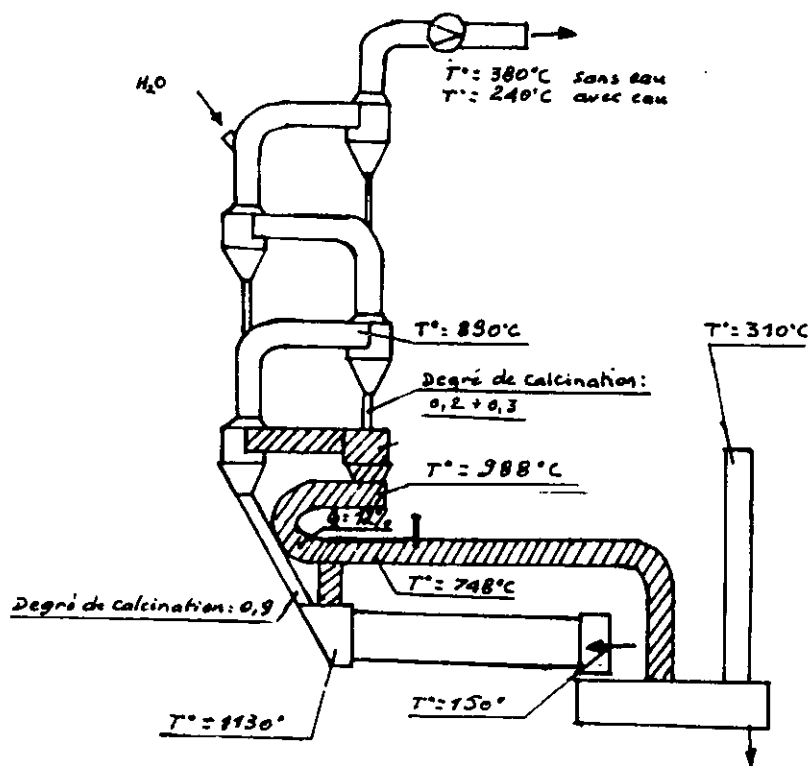


Fig. 19 Principe du précalcinateur

3ème PARTIE

EXPLOITATION DES GISEMENTS

CHAPITRE VIII - SPECIFICITES HYDROGEOLOGIQUES D'EXPLOITATION :

Le gisement d'argiles du Crétacé supérieur est situé sur le flanc Nord de l'oued Zerzour, à 4 Km du gisement de calcaires et a fait l'objet de travaux hydrogéologiques parallèlement aux travaux de recherche géologique ayant estimé les gisements en réserves industrielles.

Nous mettons l'accent sur l'aspect des conditions hydrogéologiques car celles-ci, en plus de l'aspect qualité et exigences envers les matières premières à ciment, compliquent et conditionnent leur exploitation.

VIII-1. LE GISEMENT DE CALCAIRE :

Le gisement est attribué aux dépôts turoniens et couvre une surface de 1250 x 650 m. L'assise de calcaires étudiée (de 74 m d'épaisseur au Nord et de 15 m au Sud) se trouve supérieure au niveau de base d'érosion local.

Par conséquent, l'assise utile repose à sec sur toute sa profondeur reconnue. Cela permet de considérer le contexte hydrogéologique du gisement de calcaires comme favorable à l'exploitation industrielle.

VIII-2. LE GISEMENT D'ARGILE :

Pour l'exploitation de ce gisement, les conditions hydrogéologiques sont nettement moins favorables car la majeure partie des réserves reconnues forme le mur du niveau de base d'érosion apparent.

Aussi allons nous considérer les trois facteurs réunissant toutes les conditions devant régir l'exploitation de la future carrière et qui sont décrites ci-après.

VIII-3 - CONDITIONS CLIMATIQUES ET CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES.

VIII-3-1. Le régime des vents :

Ce facteur, combiné aux suivants, nous permettra de préconiser la direction la plus appropriée des fronts de taille pour éviter leur pollution avec du sable. En général, la région se caractérise par un régime des vents à caractère inconstant.

La direction du vent peut changer non seulement suivant les saisons mais également au cours d'une seule journée.

Au printemps, les vents dominants soufflent dans la direction Nord-Est en passant progressivement dans la direction d'Est et de Sud-Est.

Durant les autres saisons de l'année, les vents dominants sont ceux du Sud-Ouest. Excepté le printemps, les vents d'Est sont rares.

Par ailleurs, les vents de sable sont assez fréquents et deviennent vraiment intenses aux mois d'avril et d'octobre.

Ainsi, nous estimons que la direction des vents dominants durant la majeure partie de l'année est du Sud-Ouest, ce qui revient à orienter les fronts de taille dans la direction Sud-Ouest de manière à les protéger des vents en général et des vents de sable en particulier.

VIII-3-2. La pluviométrie :

Des précipitations irrégulières caractérisent la région du gisement d'argiles. La quantité de pluie observée varie suivant les saisons et les années. la période la plus pluvieuse de l'année est concentrée en automne hiver (Octobre à Février).

La neige et la grêle tombent à raison de 1 à 2 fois par année (en hiver et au printemps)

Les valeurs annuelles moyennes des pluies pour les séries d'années sont les suivantes d'après les données de l'INRH d'El--Abiod-Sidi-Cheikh :

- Septembre 1934 à Août 1956 : 122,7 mm
- Septembre 1970 à Août 1985 : 104,3 mm

Pour la série 1970/85 au 1er trimestre :

- neuf années sont au-dessous de la moyenne (100 mm)
- deux années entre 135 et 140 mm
- une année : 206,6 mm.

La pluviométrie moyenne des années :

- 1982/83 : 87,8 mm
- 1983/84 : 33,5 mm
- 1984/85 : 73,7 mm

Le gisement est situé dans la zone de transition alimentée en eaux souterraines par les infiltration des eaux sur le flanc Sud de l'Atlas saharien, orographiquement plus élevée [6].

VIII-3-3. Les caractéristiques hydrogéologiques :

VIII-3-3-1. Contexte hydrogéologique :

L'assise totale d'argiles argilitiques est intercalée de grès et de calcaires de faibles épaisseurs. la puissance maximale de ces lits atteint 15 cm. Dans certains intervalles, on observe l'alternance réciproque des argiles et des grès. l'épaisseur de ces variétés lithologiques correspond à 2 ÷ 3 cm.

Le pourcentage totale d'interlits de grès épais de plus de 5 cm est équivalent à 4 %.

Du point de vue morphologique, le gisement est situé dans la partie Nord-Est d'une vaste vallée intermontagneuse (Oued Zerzour).

La surface de la vallée est relativement régulière, inclinée du Sud Ouest au Nord Est.

La côte absolue de la vallée dans la zone de partage des eaux (Sud-Ouest) est de 1012 m. A l'endroit où l'oued Zerzour aboutit à celui d'El-Menhar, elle est égale à 969 m. Les côtes absolues du gisement varient de 970,3 à 972,88 m.

Malgré une allure monoclinale du pendage des roches dans la direction Sud-Ouest, les dépôts d'argiles sont affectés localement de failles apparentes. Une de ces failles probables emprunte à peu près l'axe du gisement. Elle sert d'écran, affectant l'image hydrodynamique générale du gisement (Fig.9).

VIII-3-3-2. Quelques caractéristiques sur les travaux de recherche :

En rendant schématique le contexte hydrogéologique regional du gisement, on peut représenter l'Oued Zerzour comme un important système hydrodynamique rubané qui comprend, à son tour, des bandes étroites de différentes largeurs et aux différents paramètres de filtration.

Les Oueds Zerzour, Er-Rechag et El-Menhar forment un système hydraulique uni, dont tous les éléments sont liés entre eux. Ce système est alimenté grâce à l'infiltration des précipitations atmosphériques et à la transition des eaux souterraines depuis les flancs Nord et Ouest. L'évacuation des eaux souterraines se fait par gravité essentiellement vers les zones basses et suivant le prolongement des couches de grès et de calcaires les plus perméables.

Les dimensions du gisement de sous-dosé reconnu correspondent à 1660 x 200 m. Des eaux souterraines ont été rencontrées déjà dans les sondages au cours de la recherche géologique.

Aussi, des piézomètres furent implantés et équipés tels le SN-1, le SN-2, le S.16 et le S.3 pour déterminer les niveaux des eaux et localiser les zones hydrogéologiques de base. L'étude, complétée par des puits a révélé 3 zones distinctes (tableau n° 13).

- La zone I qui se caractérise par le niveau statique (NS) le plus élevé est située sur le flanc Nord du gisement, proche des dépôts de grès.
Les côtes absolues du NS varient de 960,2 à 961,0 m.
- La zone transitoire est une zone étroite reconnue par les forages. Le NS moyen de cette zone est plus bas de 1 m de celui de la zone I et se situe à la côte 989,0 m.
- La zone II est reconnue également par les forages et son NS est encore plus bas (7 à 9 m) que celui de la zone I (côtes absolues 952,19 à 953,4 m).

Tableau N°13 Zônes principales et côtes absolues des niveaux d'eau souterraine.

Numéro de la zone	Piézométries	côtes absolues (m)
I	Pc.1	960,9
	P. 1	960,6
	P. 2	961,0
	P. 3	961,0
	Pc.3	960,2
	P.10	960,3
	P.11	960,6
	SH.2	960,5
zone transitoire	P.4	958,5
	P.7	959,0
	P.8	989,0
II	P.5 (S.16)	952,19
	Pc.2	953,4
	P. 6	953,0
	P. 9 (S.3)	953,4
III	Fp.2	< 945,1

En outre, cette zone II est représentée par une alternance de grès et d'argilites et se joint au Sud à une puissante couche de grès qui se rattache à la zone III.

- La zone III aurait dû être touchée par le forage Fp.2 si ce n'était une panne. Aussi le niveau d'eau souterraine n'a pas été reconnu [7].

Enfin, la figure n° 20 indique ces différentes zones ainsi que les isolignes des niveaux d'eaux souterraines dans le périmètre de la catégorie B.

VIII-4. EXPLOITABILITE DU GISEMENT D'ARGILE (SOUS-DOSE) :

VIII-4-1. Les réserves en argiles sèches exploitables :

VIII-4-1-1 Détermination des gradients hydrauliques ($i = \frac{\Delta h}{d}$) et de la direction d'écoulement (E):

a) Entre les piézomètres P4 et P5 :

La distance entre ces 2 forages est de 90 m
Les niveaux piézométriques mesurés sont :

- . pour P4 : 958,5 m
- . pour P5 : 952,19 m

La différence des charges hydrauliques entre ces 2 piézomètres est de 6,31 m.

Le gradient hydraulique est égal alors à :

$$i = \frac{6,31}{90} = 0,070$$

b) Entre les piézomètres P3 et P4 :

La distance entre ces 2 forages est de 20 m
Les niveaux piézométriques assurés sont :

- . pour P3 : 961 m
- . pour P4 : 958.5 m

La différence des charges hydrauliques entre ces 2 piézomètres est de 2,5 m. Le gradient hydraulique est égal à :

$$i = \frac{2,5}{20} = 0,125$$

c) Entre le puits Pc1 et le piézomètre P3 :

La distance entre ce puits et ce piézomètre est de 24 m.
Les niveaux piézométriques assurés sont :

- . pour PC 1 : 960,9 m
- . pour P 3 : 961 m

La différence des charges hydrauliques entre ce puits et ce piézomètre est de 0,1 m. Le gradient hydraulique est égal à :

$$i = \frac{0,1}{24} = 0,004$$

d) Entre les piézomètres P8 et P6 :

La distance entre ces piézomètres est de 45 m.
Les niveaux piézométriques assurés sont :

- . pour P8 : 989 m
- . pour P6 : 953 m.

La différence des charges hydrauliques entre ces 2 piézomètres est de 6 m. Le gradient hydraulique est égal à :

$$i = \frac{6}{45} = 0,133$$

e) Entre le piézomètre P6 et le puits Pc 2 :

La distance entre ces 2 forages est de 16 m.
Les niveaux piézométriques assurés sont :

- . pour P6 : 953 m
- . pour Pc 2 : 953,10 m

La différence des charges hydrauliques entre ces 2 forages est de 0,40 m. Le gradient hydraulique est égal à :

$$i = \frac{0,40}{16} = 0,025$$

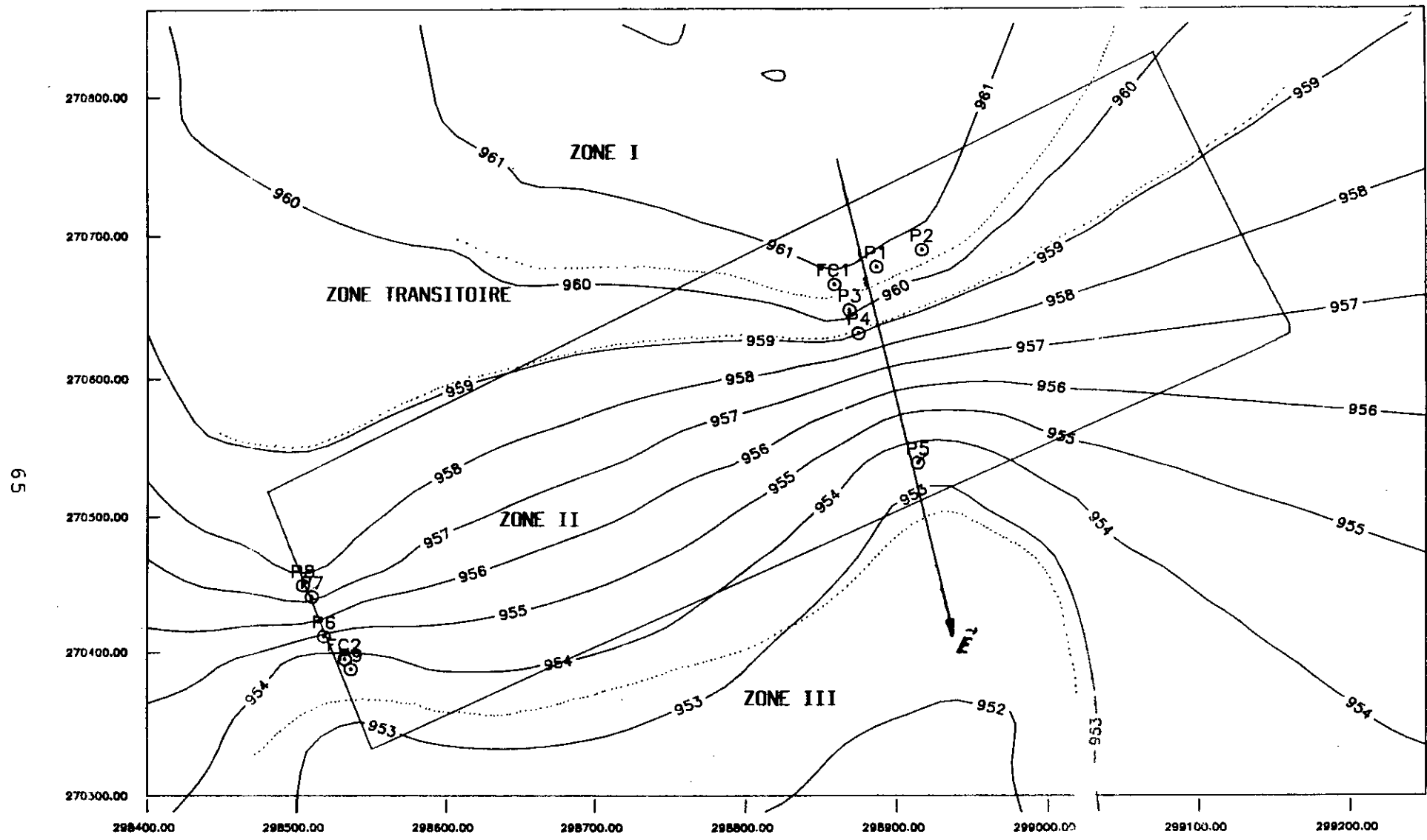
De ces résultats et des positions des piézomètres et des puits, il résulte que la direction d'écoulement est Nord-Ouest - Sud-Est (NO - SE). (Fig.20).

Ce qui confirme l'alimentation de la zone I à partir des dépôts de grès puissants accumulant des précipitations atmosphériques sur une surface considérable située au Nord et au Nord-Ouest.

Ce qui explique également que la zone II soit réceptrice des eaux souterraines en décharge de la zone I. Et la différence constatée entre les niveaux d'eaux souterraines de la zone I et de la zone II est donc due à l'effet d'écran de la zone transitoire.

Ainsi, la zone III, qui se rattache à la série gréseuse du Sud est réceptrice des eaux en décharge de la zone I et de la zone II.

Considérant que la succession des différentes zones constituent naturellement la nappe phréatique, le problème de stabilité d'argile, si on venait à exploiter seulement la partie sèche, se poserait au plancher de la carrière. Aussi, il faudra prévoir de laisser une certaine épaisseur d'argile (stot de sécurité) dont le poids viendrait équilibrer les sous-pressions d'eau.



ECH 1:85

Fig.20 Gisement d'argile.
 Isolignes des niveaux des eaux souterraines des zones principales (Catégorie B) et sens d'écoulement

VIII-4-1-2 Détermination des stots de sécurité :

En chaque point du gisement, les sous-pressions causées par l'eau peuvent être calculées par la relation : $P_w = \gamma_w \cdot h_w$
avec :

γ_w - poids volumique de l'eau (g/cm³)
 h_w - hauteur piézométrique (m).

De même, la pression exercée par la couverture d'argile en ce point est donnée par la relation : $P_a = \gamma_a \cdot h_a$.
avec : γ_a poids volumique moyen de l'argile, des grès et des calcaires contenus dans la masse (g/cm³)

h_a - hauteur de la couverture d'argile.

Par ailleurs, il faudra assurer la stabilité au soutènement du plancher de l'exploitation en adoptant un facteur de sécurité, généralement pris à 1,2 et exprimé par la relation :

$$\frac{P_a}{P_w} = 1,2$$

soit $P_a = 1,2 P_w$ et $\gamma_a \cdot h_a = 1,2 \cdot \gamma_w \cdot h_w$ d'où

$$h_a = 1,2 \frac{\gamma_w \cdot h_w}{\gamma_a}$$

$$\text{avec } \gamma_w = 1 \text{ g/cm}^3, \quad h_a = 1,2 \frac{h_w}{\gamma_a}$$

$$\text{avec : } \gamma_a = \frac{2,40 \cdot 15,27 + 2,23 \cdot 295,71}{310,98} = 2,238$$

où : 15,27 m et 295,71 m représentant respectivement une puissance de couverture et une épaisseur argile sèche dans les sondages et piézomètres étudiés.

2,40 - poids volumique moyen des grès et des calcaires argileux contenus dans la masse :

avec :

- pour le grès : 2,24 g/cm³
- pour les calcaires argileux : 2,57 g/cm³

soit 2,23 = 2,12 (1 + 5,31 %) avec 2,12 g/cm³ - poids volumique de l'argile et 5,31 % son humidité naturelle.

$$\text{Enfin : } h_a = 1,2 \frac{h_w}{2,238} \quad \text{ou encore : } h_a = 0,536 h_w.$$

En tenant compte des niveaux piézométriques relevés et des gradients d'écoulement trouvés, l'épaisseur d'argile à laisser en place et donc les niveaux du plancher d'exploitation au droit de chaque piézomètre ou sondage, ont été calculés et sont donnés aux tableaux N° 1 et 2 -Annexe N° 1 , alors que la figure 21 illustre ces résultats.

VIII-4-1-3 Réserves en argiles sèches exploitables

a) Sans protection :

- Epaisseur moyenne : 13,44 m
- Surface au toit : 640 x 190 = 121 600 m²
- Surface au mur : 612 x 162 = 99 144 m²
- Surface moyenne : 110 372 m²
- V o l u m e : 110 372 x 13,44 = 1.483.400 m³
- Réserves en tonnes : 1.483.400 x 2,23 = 3.307.982 tonnes

Considérant une production annuelle estimée à 101.646 t/an (voir plus loin chapitre "calcul de production"), ces réserves d'argiles sèches sans protection assureraient une durée de vie de 33 ans environ (32,54 ans).

b) Avec protection :

En prenant donc en considération les épaisseurs de protection, les réserves d'argiles sèches exploitables seraient de :

- Surface au toit : 640 x 190 = 121 600 m²
- Surface au mur : 616 x 166 = 102 256 m²
- Epaisseur moyenne: 166.07/22 = 7,54 m

$$\text{- volume} : \frac{121\ 600 + 102\ 256}{2} \cdot (13,44 - 7,54) = 660\ 375\ \text{m}^2$$

- Tonnage : 660 375 x 2,23 = 1472 636 tonnes pour 14.50 ans environ.

Ceci nous amène à une réduction de 55.48 % due à la protection.

En conclusion, il est évident qu'il n'est pas indiqué d'exploiter seulement les argiles sèches, les réserves exploitables étant peu importantes pour une cimenterie de la taille de celle d'El-Abiod-Sidi-Cheikh (Fig.21).

Aussi envisageons-nous d'exploiter indifféremment les argiles sèches et les argiles saturées d'eau.

Cette obligation, outre son aspect qualitatif très critique développé plus loin (Chapitre X) reste une préoccupation majeure tant l'exploitation nécessite des moyens et des méthodes exceptionnels.

Par ces moyens et méthodes, nous entendons les différentes possibilités qui permettraient une extraction rationnelle moyennant des dispositions en matières d'engins de carrière ou d'ouvrages de pompage ou de drainage.

A cet effet, nous envisageons d'analyser trois (03) méthodes pouvant répondre aux conditions hydrogéologiques et géologiques :

- Extraction à l'aide d'engins adéquats.....(1ère méthode)
- Extraction classique avec pompage.....(2ème méthode)
- Extraction classique à l'aide de tranchées de drainage.....(3ème méthode)

VIII-4-2. Exploitabilité des argiles :

Il apparait à travers les conditions et les caractéristiques explicitées ci-dessus que l'exploitation du gisement de sous-dosé d'El-Abiod-Sidi-Cheikh ne sera pas aisée.

Nous tenterons ici de présenter les différentes possibilités en matière d'extraction qui sont schématiquement représentées en Fig.21 .

Cependant, il reste à apprécier le rayon d'influence et la venue d'eau dans la future carrière.

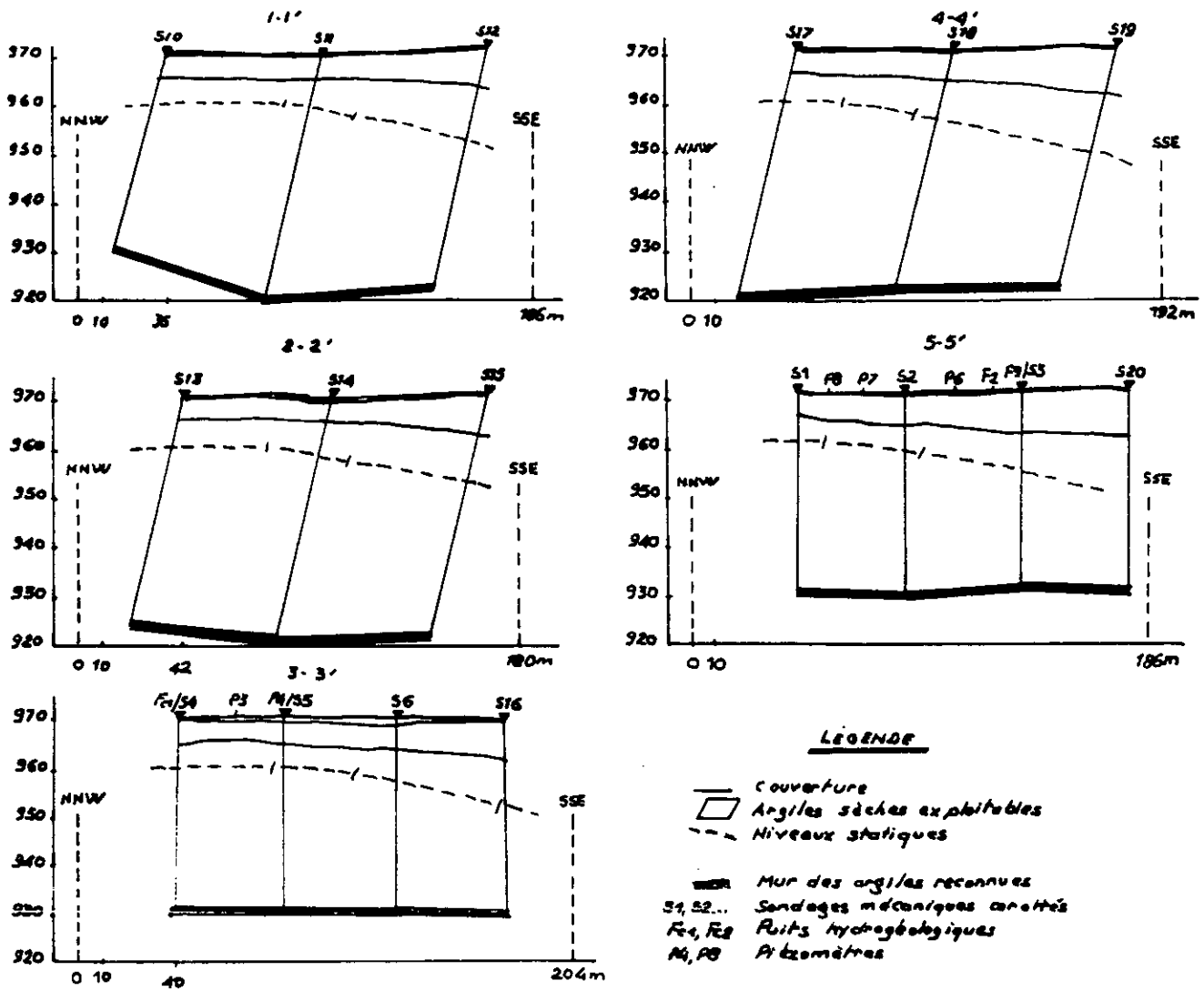


Fig.21 Puissance des argiles sèches exploitables
 (Profils en Catégorie B)
 Echelle graphique

VIII-4-2-1. Détermination du rayon d'influence :

Il est à noter que, compte tenu des résultats des essais de pompage dans les conditions de circulation instable des eaux souterraines (régime quasi-stationnaire) du fait d'un seul rabattement, la valeur du rayon d'influence R n'est qu'une valeur approximative.

Ainsi pour les conditions de la nappe aquifère libre, le rayon d'influence peut être déterminé selon la formule de Dupuit.

$$\lg R = \frac{S_1 (2H - S_1) \lg R_2 - S_2 (2H - S_2) \lg R_1}{(S_1 - S_2) (2H - S_1 - S_2)}$$

avec : S1 et S2 : rabattements de niveau observés dans les piézomètres (m)

R1 et R2 : distance entre les piézomètres et le forage central suivant le rayon (m).

H : puissance de la nappe aquifère (40 m).

Les résultats de calcul sont donnés ci-après au tableau N° 14.

Tableau N° 14

Piézomètres observés	S1 (m)	S2 (m)	R1 (m)	R2 (m)	lg R	R (m)
P.1 à P.2	1.58	1.11	25	60	2.38	240
P.2 à P.4	1.59	0.84	12	62	2.62	420
P.3 à P.4	1.35	0.84	32	62	2.99	970
P.10 à SH-2	3.27	1.83	20	45	2.11	130

Le rayon d'influence est déterminé approximativement sur la base du coefficient de perméabilité (K = 0,9 m/j) et du coefficient de rendement d'eau moyen (M = 3 . 10⁻²) [7].

Ce système de drainage concerne le système de drainage linéaire compte tenu du rabattement de niveau prévu au présent projet (Hs = 32 m) et pour une durée d'exploitation d'une année.

Le rabattement de niveau égal à 32 m résulte du calcul de la mise à sec de la carrière jusqu'à une profondeur de 40 m.

D'après la formule de K. LEMBKE :

$$Rt = \sqrt{\frac{K}{3M} Hs \cdot t} = \sqrt{\frac{0,9}{3 \cdot 0,03} \cdot 32 \cdot 365} = 1025 \text{ m}$$

Ce rayon exprime donc l'ordre de grandeur du rayon d'influence éventuel lors du fonctionnement du système de drainage de la carrière en vue d'évacuer les réserves statiques d'eau souterraine.

VIII-4-2-2. Arrivée d'eau éventuelle dans la carrière :

Le contexte géologique et hydrogéologique conditionne cette arrivée d'eau, alors que le débit dans la carrière subit une forte influence due aux facteurs technico-minières à savoir :

- Profondeur de la carrière
- Vitesse de progression (ou d'avancement du front de taille)
- Contour, dimensions économiquement judicieuses de la zone d'exploitation.

L'arrivée d'eau, estimée à 700 m³/jour, n'est pas très importante [7].

Néanmoins, l'exploitation des argiles baignées dans l'eau, doit, naturellement, suivre quelques voies particulières :

- Exploitation de l'argile dans l'eau (1ère méthode)
- Exploitation d'une partie de l'argile mise à sec au moyen du drainage ou de pompage (2ème et 3ème méthode)

Nous estimons que l'exploitation de l'argile dans l'eau à l'aide d'excavateur à multi-godets n'est pas adaptée (investissement élevé - rendement exigé important, inclusions de roches dures et mi-dures indésirables ...), ainsi que celle liée au pompage qui ne se justifie pas non plus (travail discontinu, installation complexe, évacuation..)

Il en est de même pour la 3ème méthode ou par tranchées de drainage, qui nécessitera des travaux importants sans pour autant garantir l'assèchement de la carrière.

Nous optons enfin pour une exploitation en période estivale (chapitre XI).

CHAPITRE IX : INTEGRATION DES CARRIERES :

Intégrer les carrières de calcaire, d'argile et de sable est une opération fondamentalement nécessaire pour la confection d'un mélange cru convenable et répondant aux exigences de production de clinker.

En effet, cette intégration reste subordonnée à la composition chimique du mélange cru à 4 composants et des proportions qui en découlent, tel que définit plus loin ; le 4ème composant étant le minerai de fer d'Ouenza.

Cette intégration, devant être faisable et réalisable - condition sinéquanon pour pouvoir produire du clinker - est basée sur la composition chimique des différents composants et du mélange de tous les composants, appuyée du couplage des gradins à exploiter simultanément et vérifiée par un calcul des réserves exploitables. Ceci devra déboucher sur un calendrier des travaux d'extractions permettant ainsi une production et une qualité régulières du clinker.

Les conditions géologiques, hydrogéologiques et minières ayant déjà été exposées précédemment, nous avons consacré cette partie à la définition des caractéristiques technologiques particulières aux matières premières d'El-Abiod-Sidi-Cheikh en vue de leur extraction qualitative.

IX-1. ESTIMATION DU MELANGE CRU MOYEN SUIVANT LES GISEMENTS

IX-1-1. Calcul des moyennes pondérées par niveau, par catégorie et par gisement :

Les réserves exploitables en catégorie B ayant été vérifiées suffisantes tant pour les argiles que pour les calcaires (voir plus loin chapitres X et XI), nous nous sommes intéressés au calcul des moyennes pondérées chimiques par niveau et par gisement. (Annexes N°2 et 3).

Les données d'analyses chimiques étant nombreuses (631 échantillons dont 246 pour les argiles, 334 pour les calcaires et 51 pour les sables), sont présentées dans les tableaux ci-dessous (N° 15, 16, 17 et 18) les valeurs moyennes pondérées par élément chimique.

IX-1-1-1. GISEMENT D'ARGILE (Catégorie B)

Tableau N° 15

NIVEAUX (m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	Cl	TiO2	MnO	P2O5	F	P.F	TOT.
960	39,55	10,74	4,99	13,26	6,97	0,25	3,58	0,21	0,032	0,57	0,55	0,10	0,04	10,58	99,46
950	40,51	11,54	5,55	11,81	7,46	0,11	3,85	0,15	0,006	0,63	0,66	0,12	0,06	17,78	100,24
940	45,04	11,62	5,49	9,65	7,21	0,16	3,83	0,18	0,007	0,67	0,55	0,12	0,05	15,98	100,56
930	47,95	11,26	5,37	8,20	6,83	0,47	3,72	0,20	0,018	0,68	0,59	0,13	0,05	14,50	99,96
920	54,74	11,76	5,62	7,84	6,85	0,22	3,86	0,21	0,014	0,70	0,78	0,16	0,04	14,61	
MOY. GISEMENT	44,22	11,32	5,37	10,51	7,09	0,24	3,75	0,18	0,030	0,64	0,60	0,12	0,05	16,55	100,66

IX-1-1-2. GISEMENT DE CALCAIRE (Catégorie B)

Tableau N° 16

NIVEAUX (m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	Cl	TiO2	MnO	P2O5	F	P.F	TOT.
1015	0,17	0,09	0,08	55,19	0,20	0,036	0,018	0,014	0,004	0,005	0,010	0,013	0,010	43,37	99,23
1000	0,33	0,18	0,12	54,70	0,23	0,068	0,03	0,014	0,003	0,005	0,009	0,024	0,012	43,00	99,51
985	1,53	0,37	0,18	51,78	0,25	0,079	0,05	0,02	0,008	0,013	0,010	0,028	0,011	41,02	95,32
970	1,68	0,55	0,19	51,44	0,42	0,17	0,09	0,04	0,008	0,018	0,011	0,036	0,012	41,13	95,76
955	1,09	0,43	0,15	53,66	0,53	0,17	0,07	0,06	0,008	0,009	0,009	0,034	0,008	43,08	99,28
MOY. GISEMENT	1,23	0,41	0,16	52,81	0,37	0,14	0,06	0,03	0,007	0,011	0,009	0,03	0,011	42,03	97,37

IX-1-1-3. GISEMENT DE SABLE :

Le sable étant homogène du point de vue chimique et granulométrique et de morphologie dunaire, donc ne nécessitant aucun découpage par niveaux, nous présentons les valeurs moyennes chimiques du gisement que nous utiliserons lors du couplage des gradins et des mélanges crus.

Tableau N° 17

SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	Cl	TiO2	MnO	P2O5	F	P.F	TOT.
94,28	1,42	0,49	1,25	0,22	0,43	0,44	0,03	0,000	-	-	-	-	1,19	99,75

IX-1-1-4. MINERAI DE FER :

Ce 4ème composant provenant de la Mine d'Ouenza, n'a pas nécessité de calcul de moyennes la composition chimique présentée ci-dessous étant une moyenne contrôlée et indiquée par le laboratoire de l'UREG sur la base de plusieurs échantillons prélevés des cimenteries du Centre et de l'Est lesquelles utilisent le minerai de fer d'OUENZA.

Tableau N° 18

SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	K2O	Na2O	Cl	TiO2	MnO	P2O5	F	P.F	TOT.
0,00	1,00	67,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,000	-	-	-	-	14,00	100

IX-1-2. Calcul du mélange cru et estimation des besoins :

a) Calcul du mélange cru :

On entend par mélange cru, le mélange des différentes matières premières (calcaires, argiles, sable et minerai de fer) préparé, homogénéisé, contrôlé et broyé finement ($< 80\mu$) appelé alors " farine " avant son admission dans le four rotatif pour sa cuisson.

En fait, il s'agit ici d'un calcul d'orientation. Car les principaux modules KH, MS et MAF, respectivement module de saturation en chaux, module silicique et module alumino-ferrique, définis précédemment dans la 2ème Partie Chapitre VII, ont été choisis comme hypothèses favorables.

Ce choix volontaire nous permet de cerner, de façon imprécise certes, mais d'un oeil critique l'option qu'il convient d'adopter pour exploiter et vérifier les réserves à extraire des gisements en présence, particulièrement les calcaires et les argiles au vu des valeurs chimiques du mélange cru obtenu ainsi et des proportions des matières entrant dans la composition du cru.

L'option ainsi définie sera précisée plus loin aux chapitres X et XI .

Il est à noter par ailleurs que les niveaux de base des gisements de calcaire et d'argile ont été volontairement pris à 940 m et 920 m, de manière à contrôler toute l'assise utile étudiée en catégorie B.

Ainsi, les modules utilisés ont été affectés des valeurs moyennes suivantes :

$$\begin{aligned} \text{KH} &= 0,90 \div 0,95 = 0,92 \\ \text{MS} &= 2,40 \div 3,00 = 2,60 \\ \text{MAF} &= 1,50 \div 2,00 = 1,70 \end{aligned}$$

Les valeurs chimiques moyennes des gisements (calculées au chapitre précédent) associés à ces modules, ont donné les résultats ci-après, obtenus à l'aide d'un programme informatique conçu par l'UREG et intitulé "CALCUL DE CRU" (à 4 composants).

Il est évident que le cru à 2 et à 3 composants n'a pas été traité ici car il a été testé et rejeté par le laboratoire des Liants Hydrauliques de l'UREG lors du projet de recherche géologique, les résultats obtenus étaient loin de répondre à un clinker de bonne qualité sans un apport siliceux et ferreux. Aussi n'avons-nous pas jugé utile de présenter ici ces résultats, par ailleurs inexploitable.

Tableau N° 19

COMPOSANTES EN PARTIE

1 COMPOSANTE	: 115.76	EN % = 71.64	EN T/T CL : 1.1060
2 COMPOSANTE	: 42.97	EN % = 26.59	EN T/T CL : 0.4105
3 COMPOSANTE	: 1.86	EN % = 1.15	EN T/T CL : 0.0178
4 COMPOSANTE	: 1.00	EN % = 0.62	EN T/T CL : 0.0096

ELEMENTS DE CRU (en %)

SIO2	: 13.71	MgO	: 2.1475	P2O5	: 0.0518
AL2O3	: 3.32	Na2O	: 0.0765	Cl2	: 0.0103
Fe2O3	: 1.95	K2O	: 1.0386	TIO2	: 0.1769
CaO	: 41.49	Mn2O5	: 0.1649	SO3	: 0.1543

ELEMENTS DE CLINKER (en %)

SIO2	: 21.17	K2O	: 1.6034	TIO2	: 0.2732
AL2O3	: 5.13	Na2O	: 0.118	P2O5	: 0.080
Fe2O3	: 3.02	MgO	: 3.315	Mn2O5	: 0.255
CaO	: 64.05	SO3	: 0.238	Cl2	: 0.016

CARACTERISTIQUES MINERALOGIQUES (en %)

C3S	: 61.15	C2S	= 14.65	C3A	= 8.46	C4AF	= 9.17
-----	---------	-----	---------	-----	--------	------	--------

CARACTERISTIQUES TECHNOLOGIQUES

PL	= 27.20	AW	= 26.59	EA	= 1.17	MSO3	= 0.16
						EA/CRU	= 0.76

CONTROLE DES MODULES

MODULES EXPERIMENTAUX

KS	: 0.92
MS	: 2.60
MAF	: 1.70

MODULES CALCULES

0.92
2.60
1.70

Avec les valeurs normatives suivantes :

C3S	- alite (silicate tricalcique)	45 ÷ 65%
C2S	- bélite (silicate bicalcique)	10 ÷ 30%
C3A	- aluminat tricalcique	5 ÷ 15%
C4AF	- alumino-ferrique tétracalcique ...	5 ÷ 12%
PL	- phase liquide	23 ÷ 28%
AW	- coefficient de croutage	20 ÷ 35
MSO3	- module de sulfate	0,8 ÷ 1,0
EA/CRU	- équivalent alcalin dans le cru ...	0,60

b) Estimation des besoins

De ces résultats, découle la nécessité d'estimer les besoins en matières premières pour la durée d'amortissement de l'usine que nous supposons égale à 50 ans.

Pour ce faire, nous appliquerons la formule suivante :

$$Pa = Pk \cdot k \cdot \frac{100}{100 - PF} \cdot h \cdot p ; \quad t/an$$

avec : Pa - production annuelle de matières premières à extraire; en tonnes par an.

Pk - production annuelle de la cimenterie en clinker (Pk = 300.000 t/an).

k - participation de chaque matière première, en %

PF - perte au feu, en %

h - humidité naturelle moyenne, en %

P - pertes d'exploitation, en %.

- Gisement de calcaire :

Production de la carrière :

$$Pac = 300000 \cdot 0,7164 \cdot \frac{100}{100 - 42,93} \cdot 1,0006 \cdot 1,01 = 380\,584 t/an$$

Besoins à extraire en 50 ans : $19 \cdot 10^6$ tonnes environ.

Si on suppose des pertes en place telles que les prismes à abandonner assurant la stabilité des talus estimées à 5 %, les réserves industrielles en place devant assurer la production demandée seraient de l'ordre de $20 \cdot 10^6$ tonnes. Ce besoin est donc vérifié suffisant puisque les réserves géologiques prouvées en catégorie B seulement atteignent et même dépassent les $26 \cdot 10^6$ tonnes (tableau n° 1 - Introduction).

- Gisement d'argile :

Production de la carrière :

$$P = 300000.0,2659 \frac{100}{100 - 16,55} \cdot 1,0531 \cdot 1,01 = 101\ 646 \text{ t/an}$$

aa

Besoins à extraire en 50 ans : $5 \cdot 10^6$ tonnes environ.

Les réserves géologiques en place devant assurer cette production, compte tenu des réserves à abandonner dans les prismes assurant ainsi la stabilité des talus et estimées à 10 % seront de l'ordre de 5.5 à $6 \cdot 10^6$ tonnes, alors que les réserves en place prouvées en catégorie B toujours sont évaluées à plus $6,6 \cdot 10^6$ tonnes (tableau n° 1 - Introduction). Ce besoin est donc vérifié suffisant.

- Gisement de sable :

Production de la carrière :

$$P = 300000.0,0115 \frac{100}{100 - 1,19} \cdot 1,0058 \cdot 1,05 = 3700 \text{ t/an}$$

as

Les pertes en place n'ayant aucune raison d'exister dans ce cas précis de la dune, les réserves exploitables évaluées à 185.000 tonnes pour 50 ans sont nettement inférieures aux réserves géologiques en place en catégorie B, lesquelles sont supérieures à $2 \cdot 10^6$ tonnes (tableau n° 1 - Introduction). Le besoin est donc vérifié suffisant.

- Minerai de fer :

Il ne s'agit pas ici d'estimer si les réserves de la Mine d'Ouenza sont suffisantes, mais d'apprécier le tonnage à transporter annuellement et au bout de 50 ans jusqu'à la cimenterie d'El-Abiod-Sidi-Cheikh.

Quantité à transporter annuellement :

$$300000.0,0062 \cdot \frac{100}{100 - 14} \cdot 1,05 \cdot 1,05 = 2385 \text{ t/an}$$

Besoins à transporter en 50 ans : 120.000 tonnes environ

Toutes les valeurs indiquées dans le calcul du mélange cru et celles déduites exprimant les besoins en matières premières pour 50 ans sont moyennes, de même pour les autres valeurs se rapportant à la composition chimique du cru.

Aussi mis à part les alcalis ($K_2O + Na_2O$) dont la valeur moyenne atteint 1,1151 % et dépasse ainsi la norme admise la limitant à 1 %, les autres valeurs restent au-deçà des normes

Malheureusement, cela ne nous autorise pas à les ignorer ou à les considérer comme non gênantes, le couplage des gradins nous permettra de nous éclairer davantage sur ces appréhensions.

IX-1-3. Couplage des gradins de calcaire et d'argile :

Ici, le calcul du mélange cru est répétitif et a été effectué suivant les mêmes valeurs retenues pour les modules (KH, MS et MAF) que dans le sous-chapitre précédent, à la seule différence qu'il s'applique à un couplage théorique préalable d'ordre matriciel calcaire-argile, supposé exploitable niveau à niveau .

Les niveaux des sables et du minerai de fer étant de composition chimique moyenne homogène, n'ont pas été définis et donc n'ont pas fait l'objet de couplage proprement dit.

Cependant pour revenir au couplage des gradins calcaire-argile, nous nous sommes intéressés uniquement à la diagonale de la matrice par esprit purement pragmatique. En effet, du point de vue exploitation minière, il apparaît par exemple qu'il est impossible de vouloir mélanger le niveau n-2, ou le niveau n-3 ou même le niveau n-4 dans les calcaires avec le niveau n dans les argiles si, au préalable le niveau n et le niveau n-1 dans les calcaires ne sont pas retenus qualitativement aptes pour être exploités.

Le tableau suivant permet de mieux apprécier cette hypothèse dans les deux sens : calcaire-argile et argile-calcaire.

Tableau N° 20 Couplage des niveaux calcaire et argile
(Proportions des composants en %)

		C	A	L	C	A	I	R	E	
	Niv. (m)	1015	1000	985	970	955				M
A	960	67,66	68,11	69,87	70,60					I
		30,01	29,38	27,91	26,78					N
		1,76	1,92	1,59	1,92					E
		0,57	0,59	0,63	0,70					R
R	950	69,11	69,54	71,27	72,74					A
		28,00	27,40	26,00	24,24					I
		2,39	2,54	2,18	2,41					D
		0,49	0,51	0,56	0,61					E
G	940		70,87	72,55	73,20	72,68				I
			27,33	25,91	24,82	25,94				D
			1,25	0,95	1,81	0,74				E
			0,55	0,59	0,67	0,64				F
I	930			72,95	73,58	72,78				R
				26,84	25,71	26,50				
				0,36	0,07	0,10				
				0,57	0,65	0,61				
L	920				73,44	73,20				
					26,31	27,44				
					0,39	1,24				
					0,64	0,61				
		S	A	B	L	E				

PROPORTIONS MOYENNES : (%)

Calcaire : 71,64
Argile : 26,59

Sable : 1.15
Minerai de fer: 0.62

MODULES :

KS = 0,92
MS = 2,60
MAF = 1,70

Le même tableau peut être présenté en indiquant les valeurs des éléments nuisibles tels que MgO, K₂O + Na₂O et SO₃ total (Tableau 21).

Il est à noter que la définition des niveaux calcaire et argile sera explicitée plus loin dans les chapitres X et XI consacrés à l'exploitation de ces deux gisements.

Tableau N°21 Couplage des niveaux calcaire et argile
(Proportions des éléments nocifs en %)

		C	A	L	C	A	I	R	E
	Niv. (m)	1015			1000		985	970	955
A	960	MgO =2,24 K2O+Na2O=1,17 Cl =0,025 SO3 T =0,08			2,20 1,15 0,024 0,08		2,12 1,13 0,026 0,11	2,18 1,13 0,024 0,18	
R	950	2,24 1,15 0,005 0,04			2,20 1,13 0,004 0,05		2,11 1,11 0,007 0,07	2,11 1,07 0,007 0,16	
G	940				2,13 1,13 0,005 0,06		2,04 1,11 0,007 0,08	2,11 1,09 0,006 0,15	2,23 1,12 0,008 0,17
I	930						2,01 1,12 0,007 0,16	2,07 1,10 0,006 0,23	2,19 1,13 0,058 0,23
L	920							2,00 1,09 0,007 0,16	2,13 1,12 0,006 0,16
E									

Tableau N° 22 Teneurs requises en alcalis (< 0.8 % dans le cru)
suivant le couplage des niveaux pour le gisement d'argile

CALCAIRE ARGILE	1015	1000	985	970	955
960	CALC:0,032 ARG :2,59	0,044 2,62	0,07 2,69		
950	0,032 2,77	0,044 2,80	0,07 2,88		
940		0,044 2,81	0,07 2,89	0,13 2,84	
930			0,07 2,79	0,13 2,74	0,13 2,66
920				0,13 2,67	0,13 2,56

Interprétation :

- (MgO) Oxyde de magnésium : nous constatons que la teneur en MgO est acceptable dans tous les cas de figure et ne dépasse guère 2,24 % (norme 3 %).
- (K₂O+Na₂O) Alcalis : les teneurs en alcalis pour lesquels les normes admettent jusqu'à 0,8% dans le cru, restent inacceptables quelque soit la combinaison entre les niveaux calcaire et argile.

Les teneurs en alcalis dans le gisement de calcaire sont sans danger, en moyenne 0,10 %, correspondant à 2,739 % dans les argiles si l'on veut respecter la teneur tolérée par la norme (0,8 %) dans le cru, soit : $0,10 \cdot 0,7164 + X \cdot 0,2659 < 0,8$. Or la moyenne en alcalis dans le gisement d'argile est de 3,93 %.

Le tableau 22 illustre cette impasse sur laquelle nous reviendront dans les chapitres suivants. (voir ci-dessous couplage des niveaux suivant les teneurs en chlorures et adapté aux alcalis).

L'observation des isolignes des "Alcalis" par niveaux d'argile (Fig. 28:Niveau 960 m) révèle que les teneurs indiquées au tableau N° 22, ci-dessus, sont impossibles à atteindre. Ce qui veut dire que cette norme limitant la teneur en alcalis dans le cru à 0,8 % ne permet pas d'exploiter le gisement d'argile et par extension l'exploitation des matières à ciment à El-Abiod-Sidi-Cheikh sans un appoint d'équipement technique tels que le by-pass ou le précalcinateur (2ème Partie - sous chapitre II-2) : "les constituants volatiles dans le processus de cuisson").

Le même calcul a été réalisé avec une norme moins sévère limitant la teneur en alcalis dans le cru à 1 %, mais le constat est identique que précédemment, les teneurs en alcalis dans les argiles restent individuellement, impossibles à atteindre, avec des valeurs minimale et maximale de 3,24 % et 3,74 %.

-(Cl) Chlore : on relève que les niveaux de calcaire 1015 - 1000 et 985 mélangés au niveau 960 d'argile, ne permettent pas, associés ou individuellement mélangés, de satisfaire les exigences en chlore, habituellement égales ou inférieures à 0,015 % dans le cru.

Par contre, le mélange du niveau 1015 dans les calcaires avec deux niveaux d'argile 960 et 950 (à raison de 50 % chacun) permet de réduire cette teneur jusqu'à 0,0155 %. De même pour le niveau 1000 en calcaire qu'il conviendra de mélanger aux deux niveaux d'argile 960 et 950 (à raison de 50 % également) pour obtenir une teneur en chlore de 0,0146 % acceptable dans le cru.

Par ailleurs, le niveau 985 dans les calcaires sera associé à trois niveaux d'argile 960 (40 %), 950 (40 %), et 940 (20 %) alors que le niveau 970 en calcaire toujours sera aussi couplé aux niveaux 960 et 950 dans les argiles à 50 % chacun et le niveau 955 au niveau 940 à 100 %.

Ces conditions répondent également à la disponibilité des réserves et à la faisabilité et leur exploitation. Le calendrier des travaux ainsi planifiés est présenté plus loin et intitulé " Planning des travaux d'extraction" (Fig.29).

-(SO3) Sulfates : Les résultats provenant du gypse et de la pyrite et regroupés en SO3 total renferment des teneurs bien inférieures à la norme (1 %).

N B : La formule utilisée ci-dessus pour les alcalis est applicable pour tous les autres éléments du cru.

La formule: $0,10 \cdot a,7164 + x \cdot 0,2659 < 0,8 \%$ concerne:

- 0,10 : teneur en % des alcalis dans les calcaires
- 0,7164: résulte de la division par 100 de l'apport en calcaires (dans le cru) qui est égal à 71,64%
- x : teneur en % des alcalis à déterminer dans les argiles
- 0,2659: résulte de la division par 100 de l'apport en argiles (dans le cru) qui est égal à 26,59%
- 0,8 : teneur admissible en % des alcalis dans le cru (pour notre cas, nous avons préféré une norme moins sévère avec 1%, néanmoins les résultats affichés au chapitre suivant restent inchangés avec 0,8%, ceux-ci ayant été vérifiés)

Pour la rendre plus explicite, cette formule pourrait s'écrire de la façon suivante:

$$\frac{0,10}{100} \cdot 71,64 + \frac{x}{100} \cdot 26,59 < 0,8 \%$$

Nous noterons que cette formule permet de vérifier chaque élément chimique dans le cru à partir de sa pondération dans chaque composant.

Son principe est également applicable à travers le modèle mathématique que nous proposons au chapitre suivant.

IX-2. OPTIMISATION DES MELANGES CRUS SUIVANT LE COUPLAGE DES GRADINS.

Suite au chapitre précédent et conformément aux exigences technologiques énoncées en 2ème partie chapitre VII sous le titre "Caractéristiques qualitatives des substances utiles", nous allons tenter ici de répondre à ces exigences en proposant un modèle mathématique à même de considérer l'ensemble des contraintes liées à l'obtention d'un mélange cru convenable, but recherché en premier lieu.

En second lieu et eu égard aux résultats obtenus, nous ferons une extension en y introduisant les autres conditions liées cette fois à l'obtention du clinker. Cette dernière démarche beaucoup plus réaliste s'inspire de la première certes, mais à l'avantage de garantir le clinker d'abord puis le cru correspondant ensuite.

IX-2-1. Optimisation des composants du cru (ou ressources en matières premières).

IX-2-1-1. Formulation des contraintes :

Les calculs ont été menés à l'aide de la programmation linéaire, quant à la formulation et d'un logiciel " LP 88 " (Linear Programm) pour la résolution, avec minimisation de la fonction objectif .

Afin de condenser l'écriture des formules des contraintes à satisfaire, nous utiliserons une notation matricielle pour respecter aussi les limites des différents modules avec :

- Les variables X_i ($i = 1, 2, 3, 4$) désignant respectivement les apports en calcaire, argile, sable et minerai de fer.

- Les teneurs $S_i, A_i, F_i, C_i, M_i, L_i, K_i, N_i$ et H_i se rapportant aux différents constituants chimiques respectivement dans la carrière de calcaire ($i = 1$), d'argile ($i = 2$) de sable ($i = 3$) et dans le minerai de fer ($i = 4$).

Soit :

S_i	:	($i = 1, 2, 3, 4$)	teneur en "SIO ₂ "
A_i	:	($i = 1, 2, 3, 4$)	teneur en "AL ₂ O ₃ "
F_i	:	($i = 1, 2, 3, 4$)	teneur en "Fe ₂ O ₃ "
C_i	:	($i = 1, 2, 3, 4$)	teneur en "CaO"
M_i	:	($i = 1, 2, 3, 4$)	teneur en "MgO"
L_i	:	($i = 1, 2, 3, 4$)	teneur en "SO ₃ "
K_i	:	($i = 1, 2, 3, 4$)	teneur en "K ₂ O"
N_i	:	($i = 1, 2, 3, 4$)	teneur en "Na ₂ O"
H_i	:	($i = 1, 2, 3, 4$)	teneur en "Cl"

- Module de saturation en chaux (KH) :

L'expression caractérisant ce module est donnée suivant la formule (1) (2ème Partie sous chapitre VII.1) :

$$KH = \frac{CaO - 1,65 \cdot Al_2O_3 - 0,35 Fe_2O_3}{2,8 \cdot SiO_2} = 0,90 \div 0,95$$

Ce qui peut s'écrire :

$$0,90 < \frac{\sum_1^4 X_i C_i - 1,65 \sum_1^4 X_i A_i - 0,35 \sum_1^4 X_i F_i}{2,8 \sum_1^4 X_i S_i} < 0,95$$

Après développement, on obtient : $\sum_1^4 a_i X_i > 0$

$$\sum_1^4 b_i X_i < 0 \quad (I)$$

avec : $a_i = C_i - 1,65 A_i - 0,35 F_i - 0,90 \cdot 2,8 \cdot S_i$

et : $b_i = C_i - 1,65 A_i - 0,35 F_i - 0,95 \cdot 2,8 \cdot S_i$

- Module silicique (MS) :

$$MS = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} = 2,40 \div 3,00$$

$$\text{peut s'écrire : } 2,40 < MS = \frac{\sum_1^4 X_i S_i}{\sum_1^4 X_i A_i + \sum_1^4 X_i F_i} < 3,00$$

Après développement on obtient : $\sum_1^4 d_i X_i > 0 \quad (II).$

$$\sum_1^4 f_i X_i < 0$$

avec : $d_i = S_i - 2,40 (A_i + F_i).$

et : $f_i = S_i - 3,00 (A_i + F_i).$

- Module aluminoferrique (MAF)

L'expression (3) définit ce module comme suit :

$$\text{MAF} = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3}{\text{Fe}_2\text{O}_3} = 1,50 \div 2,00$$

Ce qui peut s'écrire : $1,50 < \text{MAF} = \frac{\sum_1^4 X_i A_i}{\sum_1^4 X_i F_i} < 2,00$

Après développement on obtient : $\sum_1^4 g_i X_i > 0$ (III)

$$\sum_1^4 p_i X_i < 0$$

avec : $g_i = A_i - 1,50 F_i$

et : $p_i = A_i - 2,00 F_i$

- Teneur en "MgO" : $\frac{1}{100} \sum_1^4 M_i X_i < 3 \%$; (IV)

- Teneur en "SO3" : $\frac{1}{100} \sum_1^4 L_i X_i < 1 \%$; (V)

- Teneur en "Alcalis" : $\frac{1}{100} \sum_1^4 (K_i + N_i) X_i < 1 \%$; (VI)

- Teneur en "Chlore" : $\frac{1}{100} \sum_1^4 H_i X_i < 0,015 \%$; (VII)

Les formules (I), (II), (III), (IV), (V), (VI) et (VII) donnent donc un système de 10 inégalités qui se résument comme suit :

$$\sum_1^4 A_i X_i > 0 \quad (1')$$

$$\sum_1^4 B_i X_i < 0 \quad (2')$$

$$\sum_1^4 D_i X_i > 0 \quad (3')$$

$$\sum_1^4 F_i X_i < 0 \quad (4')$$

$$\sum_1^4 G_i X_i > 0 \quad (5')$$

$$\sum_1^4 P_i X_i < 0 \quad (6')$$

$$\sum_1^4 M_i X_i < 300 \quad (7')$$

$$\sum_1^4 L_i X_i < 100 \quad (8')$$

$$\sum_1^4 (K_i + N_i) X_i < 100 \quad (9')$$

$$\sum_1^4 H_i X_i < 1,5 \quad (10')$$

Avec : $A_i = C_i - 1,65 \quad A_i - 0,35 F_i - 0,90 \cdot 2,8 \cdot S_i$

$B_i = C_i - 1,65 \quad A_i - 0,35 F_i - 0,95 \cdot 2,8 \cdot S_i$

$D_i = S_i - 2,40 (A_i + F_i)$

$F_i = S_i - 3,00 (A_i + F_i)$

$$G_i = A_i - 1,50 \cdot F_i$$

$$P_i = A_i - 2,00 \cdot F_i$$

$$i = 1, 2, 3, 4.$$

IX-2-1-2. Calcul des apports optimaux (suivant les teneurs géochimiques moyennes pondérées des différents constituants :

a) Suivant les gisements : "A"

Ce cas sera particulièrement développé. Par contre, pour la suite, nous présenterons l'essentiel des données et les résultats.

Tableau N° 23

CONSTITUANTS TENEURS (%)	CALCAIRE	ARGILE	SABLE	MINERAI DE FER
Si	1,23	44,22	94,28	8,00
Ai	0,41	11,32	1,42	1,00
Fi	0,16	5,37	0,49	67,00
Ci	52,81	10,51	1,25	10,00
Mi	0,37	7,09	0,22	0,00
Li	0,14	0,24	0,43	0,00
Ki	0,06	3,75	0,44	0,00
Ni	0,03	0,18	0,03	0,00
Hi	0,007	0,030	0,00	0,00

Calculons :

$$A_1 = 52,81 - 1,65 \cdot 0,41 - 0,35 \cdot 0,16 - 0,90 \cdot 2,8 \cdot 1,23 = 49,71$$

$$A_2 = 10,51 - 1,65 \cdot 11,32 - 0,35 \cdot 5,37 - 0,90 \cdot 2,8 \cdot 44,22 = - 121,48$$

$$A_3 = 1,25 - 1,65 \cdot 1,42 - 0,35 \cdot 0,49 - 0,90 \cdot 2,8 \cdot 94,28 = - 213,39$$

$$A_4 = 10 - 1,65 \cdot 1,00 - 0,35 \cdot 67 - 0,90 \cdot 2,8 \cdot 8 = - 35,26$$

La 1° inégalité s'écrit donc :

$$49,71 \cdot X_1 - 121,48 \cdot X_2 - 213,39 \cdot X_3 - 35,26 \cdot X_4 > 0$$

De même :

$$\begin{aligned} B1 &= 52,81 - 1,65 \cdot 0,41 - 0,35 \cdot 0,16 - 0,95 \cdot 2,8 \cdot 1,23 = 48,80 \\ B2 &= 10,51 - 1,65 \cdot 11,32 - 0,35 \cdot 5,37 - 0,95 \cdot 2,8 \cdot 44,22 = -127,67 \\ B3 &= 1,25 - 1,65 \cdot 1,42 - 0,35 \cdot 0,49 - 0,95 \cdot 2,8 \cdot 94,28 = -252 \\ B4 &= 10 - 1,65 \cdot 1,00 - 0,35 \cdot 67 - 0,95 \cdot 2,8 \cdot 8 = -36,40 \end{aligned}$$

La 2° inégalité s'écrit donc :

$$48,8 X1 - 127,67 X2 - 252 X3 - 36,40 X4 < 0$$

De même :

$$\begin{aligned} D1 &= 1,23 - 2,40 (0,41 + 0,16) = -0,13 \\ D2 &= 44,22 - 2,40 (11,32 + 5,37) = +4,17 \\ D3 &= 94,28 - 2,40 (1,42 + 0,49) = +89,70 \\ D4 &= 8 - 2,40 (1 + 67) = -155,20 \end{aligned}$$

La 3° inégalité s'écrit donc :

$$-0,13 X1 + 4,17 X2 + 89,70 X3 - 155,20 X4 > 0$$

De même :

$$\begin{aligned} F1 &= 1,23 - 3,00 (0,41 + 0,16) = -0,48 \\ F2 &= 44,22 - 3,00 (11,32 + 5,37) = -5,85 \\ F3 &= 94,28 - 3,00 (1,42 + 0,49) = +88,55 \\ F4 &= 8 - 3,00 (1 + 67) = -196 \end{aligned}$$

La 4° inégalité s'écrit donc :

$$-0,48 X1 - 5,85 X2 + 88,55 X3 - 196 X4 > 0$$

De même :

$$\begin{aligned} G1 &= 0,41 - 1,50 \cdot 0,16 = 0,17 \\ G2 &= 11,32 - 1,50 \cdot 5,37 = 3,26 \\ G3 &= 1,42 - 1,50 \cdot 0,49 = 0,68 \\ G4 &= 1,00 - 1,50 \cdot 67 = -99,50 \end{aligned}$$

La 5° inégalité s'écrit donc :

$$+0,17 X1 + 3,26 X2 + 0,68 X3 - 99,5 X4 > 0$$

De même :

$$\begin{aligned} P1 &= 0,41 - 2,00 \cdot 0,16 = 0,09 \\ P2 &= 11,32 - 2,00 \cdot 5,37 = 0,58 \\ P3 &= 1,42 - 2,00 \cdot 0,49 = 0,44 \\ P4 &= 1,00 - 2,00 \cdot 67 = -133 \end{aligned}$$

La 6° inégalité s'écrit donc :

$$0,09 X1 + 0,58 X2 + 0,44 X3 - 133 X4 > 0$$

La 7° inégalité s'écrit donc :

$$0,37 X1 + 7,09 X2 + 0,22 X3 < 300$$

La 8° inégalité s'écrit donc :

$$0,14 X1 + 0,24 X2 + 0,43 X3 < 100$$

La 9° inégalité s'écrit donc :

$$0,09 X1 + 3,93 X2 + 0,47 X3 < 100$$

La 10° inégalité s'écrit donc :

$$0,007 X1 + 0,030 X2 < 1,5$$

La fonction objectif sera minimisée de manière à réduire au maximum possible le coût de l'exploitation.

Les poids affectés aux différents constituants seront de :

- * 10 pour les argiles (ou tout au moins le plus important) car les argiles sont les plus difficiles tant au niveau de la qualité (présence du chlore et d'alcalis en particulier) qu'au niveau de l'exploitation proprement dite (gisement plat, présence d'eau à faible profondeur, distance assez importante jusqu'à l'usine). Aussi, le gisement d'argiles est considéré comme le plus délicat quant à la mise en oeuvre de son exploitation.
- * 5 pour les calcaires, lesquels sont intimement liés aux argiles et donc obéissent à la rigueur mais beaucoup plus lors des mélanges qu'en carrière. Par ailleurs, les calcaires exigent des travaux et des moyens plus importants, néanmoins ils restent facilement exploitables devant les argiles.
- * 2 pour le minerai de fer, ceci pour mettre en évidence le prix d'achat et de transport depuis la Mine d'Ouenza jusqu'à El-Abiod-Sidi-Cheikh.
- * 1 pour les sables, lesquels restent les plus faciles à prendre, d'autant plus que la quantité à extraire est peu significative devant les calcaires et les argiles. Leur disponibilité les rend moins nobles et moins contraignants devant le minerai de fer.

Nous ajouterons enfin une 11^e contrainte :

$$X1 + X2 + X3 + X4 = 100, \text{ bien évidente.}$$

Enfin, le système se résume ainsi :

$$\text{PL 'A' : MIN } Z = 5 X1 + 10 X2 + X3 + 2 X4$$

49,71	X1 -	121,48	X2 -	213,39	X3 -	35,26	X4	>	0
48,80	X1 -	127,67	X2 -	252	X3 -	36,40	X4	<	0
- 0,13	X1 +	4,17	X2 +	89,70	X3 -	155,20	X4	>	0
- 0,48	X1 -	5,85	X2 +	88,55	X3 -	196	X4	>	0
0,17	X1 +	3,26	X2 +	0,68	X3 -	99,50	X4	>	0
0,09	X1 +	0,58	X2 +	0,44	X3 -	133	X4	<	0
0,37	X1 +	7,09	X2 +	0,22	X3			<	300
0,14	X1 +	0,24	X2 +	0,43	X3			<	100
0,09	X1 +	3,93	X2 +	0,47	X3			<	100
0,007	X1 +	0,030	X2		X3			<	1,5
	X1 +		X2 +		X3 +		X4	=	100
	X1							>	0
			X2					>	0
					X3			>	0
							X4	>	0

SOLUTION OPTIMALE :

MODULES OPTIMAUX CORRESPONDANTS :

$$X1 = 74,29 \%$$

$$KH = 0,95$$

$$X2 = 21,89 \%$$

$$MS = 2,99$$

$$X3 = 3,20 \%$$

$$MAF = 1,40$$

$$X4 = 0,61 \%$$

$$\text{MinZ} = 594.809$$

Nous présentons ci-après les coûts minima (COST) déterminés en fonction des poids affectés aux différents constituants dans la fonction objectif pour la phase A d'exploitation avec les pourcentages des composants correspondants (Tableau. 24)

Tableau N° 24

Min Z (Cost) obtenus à partir des poids affectés
aux différents constituants

VARIANTES	C O S T	X1	X2	X3	X4
PL 1 A	919,896	10	8	1	6
		72,55 %	23,38%	3,41%	0,66%
PL 2 A	819,519	8	10	1	5
		74,29 %	21,89%	3,20%	0,61%
PL 'A'	594,80	5	10	1	2
		74,29 %	21,89%	3,20%	0,61%
PL 3 A	1326,73	15	10	1	2
		72,55 %	23,38%	3,41%	0,66%

Nous constatons que la variante PL 'A' est la plus économique et donc la plus appropriée. Les poids affectés ont donc été maintenus pour les autres phases d'exploitation.

PHASE "C":

Argile : niveau 960 m et 950 m à 50 % chacun
 Calcaire : niveau 1000 m à 100 %

Tableau N° 26

CONSTITUANTS TENEURS (%)	CALCAIRE	ARGILE	SABLE	MINERAI DE FER
Si	0,33	40,03	94,28	8,00
Ai	0,18	11,14	1,42	1,00
Fi	0,12	5,27	0,49	67,00
Ci	54,70	12,53	1,25	10,00
Mi	0,23	7,21	0,22	0,00
Li	0,068	0,18	0,43	0,00
Ki	0,03	3,71	0,44	0,00
Ni	0,014	0,18	0,03	0,00
Hi	0,003	0,049	0,00	0,00

PL 'C' : MIN Z = 5 X1 + 10 X2 + X3 + 2 X4

53,55	X1 -	108,57	X2 -	238,85	X3 -	35,26	X4 >	0
53,48	X1 -	114,17	X2 -	252,04	X3 -	36,38	X4 <	0
- 0,39	X1 +	0,65	X2 +	89,70	X3 -	155,20	X4 >	0
- 0,57	X1 -	9,20	X2 +	88,55	X3 -	196	X4 <	0
0,00	X1 +	3,23	X2 +	0,68	X3 -	99,50	X4 >	0
- 0,06	X1 +	0,6	X2 +	0,44	X3 -	133	X4 <	0
0,23	X1 +	7,21	X2 +	0,22	X3			< 300
0,068	X1 +	0,18	X2 +	0,43	X3			< 100
0,044	X1 +	3,89	X2 +	0,47	X3			< 100
0,003	X1 +	0,049	X2					< 1,5
	X1 +		X2 +		X3 +		X4 =	100

SOLUTION OPTIMALE :

MODULES OPTIMAUX CORRESPONDANTS :

X1 = 71,52 %

KH = 0,95

X2 = 23,11 %

MS = 2,99

X3 = 4,59 %

MAF = 1,40

X4 = 0,78 %

MinZ = 594.842

PHASE "D":

Argile : niveaux 960 m 950 m à 40 % et 940 à 20 %
 Calcaire : niveau 985 m à 100 %

Tableau N° 27

CONSTITUANTS TENEURS (%)	CALCAIRE	ARGILE	SABLE	MINERAI DE FER
Si	1,53	41,03	94,28	8,00
Ai	0,37	11,23	1,42	1,00
Fi	0,18	5,31	0,49	67,00
Ci	51,78	11,95	1,25	10,00
Mi	0,25	7,21	0,22	0,00
Li	0,079	0,17	0,43	0,00
Ki	0,05	3,73	0,44	0,00
Ni	0,02	0,18	0,03	0,00
Hi	0,008	0,040	0,00	0,00

PL 'D' : $MIN Z = 5 X1 + 10 X2 + X3 + 2 X4$

47,25	X1 -	111,83	X2 -	238,85	X3 -	35,26	X4	>	0
47,03	X1 -	117,57	X2 -	252,04	X3 -	36,38	X4	<	0
0,21	X1 +	1,34	X2 +	89,70	X3 -	155,20	X4	>	0
- 0,12	X1 -	8,59	X2 +	88,55	X3 -	196	X4	<	0
0,10	X1 +	3,26	X2 +	0,68	X3 -	99,50	X4	>	0
0,01	X1 +	0,61	X2 +	0,44	X3 -	133	X4	<	0
0,25	X1 +	7,21	X2 +	0,22	X3			<	300
0,079	X1 +	0,17	X2 +	0,44	X3			<	100
0,07	X1 +	3,91	X2 +	0,47	X3			<	100
0,008	X1 +	0,040	X2					<	1,5
	X1 +		X2 +		X3 +		X4	=	100

SOLUTION OPTIMALE :

MODULES OPTIMAUX CORRESPONDANTS :

X1 = 74,23 %

KH = 0,95

X2 = 21,08 %

MS = 3,00

X3 = 3,90 %

MAF = 1,40

X4 = 0,79 %

MinZ = 587.447

PHASE "E":

Argile : niveaux 960 m 950 m à 50 % chacun.
 Calcaire : niveau 970 m à 100 %

Tableau N° 28

CONSTITUANTS TENEURS (%)	CALCAIRE	ARGILE	SABLE	MINERAI DE FER
Si	1,68	40,03	94,28	8,00
Ai	0,55	11,14	1,42	1,00
Fi	0,19	5,27	0,49	67,00
Ci	51,44	12,53	1,25	10,00
Mi	0,42	7,21	0,22	0,00
Li	0,17	0,18	0,43	0,00
Ki	0,09	3,71	0,44	0,00
Ni	0,04	0,18	0,03	0,00
Hi	0,008	0,049	0,00	0,00

PL 'E' : MIN Z = 5 X1 + 10 X2 + X3 + 2 X4

46,23	X1 -	108,57	X2 -	238,85	X3 -	35,26	X4	>	0
45,99	X1 -	114,17	X2 -	252,04	X3 -	36,38	X4	<	0
- 0,09	X1 +	0,65	X2 +	89,70	X3 -	155,20	X4	>	0
- 0,54	X1 -	9,20	X2 +	88,55	X3 -	196	X4	<	0
0,26	X1 +	3,23	X2 +	0,68	X3 -	99,50	X4	>	0
0,17	X1 +	0,60	X2 +	0,44	X3 -	133	X4	<	0
0,42	X1 +	7,21	X2 +	0,22	X3			<	300
0,17	X1 +	0,18	X2 +	0,43	X3			<	100
0,13	X1 +	3,89	X2 +	0,47	X3			<	100
0,008	X1 +	0,049	X2					<	1,5
	X1 +		X2 +		X3 +		X4	=	100

SOLUTION OPTIMALE :

X1 = 74,16 %

X2 = 20,76 %

X3 = 4,25 %

X4 = 0,83 %

MinZ = 551.68

MODULES OPTIMAUX CORRESPONDANTS :

KH = 0,95

MS = 3,00

MAF = 1,40

PHASE "F":

Argile : niveaux 940 m à 100 % chacun.
 Calcaire : niveau 970 m à 100 %

Tableau N° 29

CONSTITUANTS TENEURS (%)	CALCAIRE	ARGILE	SABLE	MINERAI DE FER
Si	1,68	45,04	94,28	8,00
Ai	0,55	11,62	1,42	1,00
Fi	0,19	5,49	0,49	67,00
Ci	51,44	9,65	1,25	10,00
Mi	0,42	7,21	0,22	0,00
Li	0,17	0,16	0,43	0,00
Ki	0,09	3,83	0,44	0,00
Ni	0,04	0,18	0,03	0,00
Hi	0,008	0,007	0,00	0,00

PL 'F' : MIN Z = 5 X1 + 10 X2 + X3 + 2 X4

46,23	X1 -	124,94	X2 -	238,85	X3 -	35,26	X4	>	0
45,99	X1 -	131,25	X2 -	249,97	X3 -	36,38	X4	<	0
- 0,09	X1 +	3,98	X2 +	89,70	X3 -	155,20	X4	>	0
- 0,54	X1 -	6,29	X2 +	88,55	X3 -	196	X4	<	0
0,26	X1 +	3,38	X2 +	0,68	X3 -	99,50	X4	>	0
0,17	X1 +	0,64	X2 +	0,44	X3 -	133	X4	<	0
0,42	X1 +	7,21	X2 +	0,22	X3			<	300
0,17	X1 +	0,16	X2 +	0,43	X3			<	100
0,13	X1 +	4,01	X2 +	0,47	X3			<	100
0,008	X1 +	0,007	X2					<	1,5
	X1 +		X2 +		X3 +		X4	=	100

SOLUTION OPTIMALE :

MODULES OPTIMAUX CORRESPONDANTS :

X1 = 76,12 %

KH = 0,94

X2 = 19,23 %

MS = 3,00

X3 = 3,77 %

MAF = 1,40

X4 = 0,87 %

MinZ = 578.433

PHASE "G":

Argile : niveaux 940 m à 100 % chacun.
 Calcaire : niveau 955 m à 100 %

Tableau N° 30

CONSTITUANTS TENEURS (%)	CALCAIRE	ARGILE	SABLE	MINERAI DE FER
Si	1,09	45,04	94,28	8,00
Ai	0,43	11,62	1,42	1,00
Fi	0,15	5,49	0,49	67,00
Ci	53,66	9,65	1,25	10,00
Mi	0,53	7,21	0,22	0,00
Li	0,17	0,16	0,43	0,00
Ki	0,07	3,83	0,44	0,00
Ni	0,06	0,18	0,03	0,00
Hi	0,008	0,007	0,00	0,00

PL 'G' : MIN Z = 5 X1 + 10 X2 + X3 + 2 X4

50,15	X1 -	124,94	X2 -	238,85	X3 -	35,26	X4	>	0
49,99	X1 -	131,25	X2 -	252,04	X3 -	36,38	X4	<	0
- 0,30	X1 +	3,98	X2 +	89,70	X3 -	155,20	X4	>	0
- 0,65	X1 -	6,29	X2 +	88,55	X3 -	196	X4	<	0
0,20	X1 +	3,38	X2 +	0,68	X3 -	99,50	X4	>	0
0,13	X1 +	0,64	X2 +	0,44	X3 -	133	X4	<	0
0,53	X1 +	7,21	X2 +	0,22	X3			<	300
0,17	X1 +	0,16	X2 +	0,43	X3			<	100
0,13	X1 +	4,01	X2 +	0,47	X3			<	100
0,008	X1 +	0,007	X2					<	1,5
	X1 +		X2 +		X3 +		X4	=	100

SOLUTION OPTIMALE :

MODULES OPTIMAUX CORRESPONDANTS :

X1 = 74,60 %

KH = 0,94

X2 = 20,58 %

MS = 3,00

X3 = 3,94 %

MAF = 1,50

X4 = 0,87 %

MinZ = 584.478

Tableau N° 31 Optimisation des mélanges crus et de la composition chimique et minéralogique du clinker

99

PHASES D'EMPL.	N° CONSTITUANTS				MODULES			MELANGE CRU (%)														CLINKER																				
								COMPOSITION														CHIMIQUE (%)																		CARACTERISTIQUES		
	CALCAIRE	ARGILE	SABLE	MIN.FER	KH	MS	MF	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	Mn2O3	P2O5	Cl	TiO2	SO3	PF	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	Mn2O5	P2O5	Cl	TiO2	SO3	MINERALOGIQUES				TECHNOLOGIQUES					
																																	C3S	C2S	C3A	C4 AF	PL	AM	EA	MSO3	EA/CRA	
A	74,29	21,89	3,20	0,61	0,95	2,99	1,40	13,74	2,68	1,91	41,64	1,73	0,82	0,06	0,12	0,04	0,011	0,13	0,17	34,08	21,10	4,12	2,94	63,94	2,65	1,26	0,09	0,19	0,07	0,017	0,21	0,26	66,14	9,16	5,91	8,94	22,98	22,56	0,93	0,20	0,61	
B	70,96	23,70	4,47	0,78	0,95	3,00	1,40	13,96	2,72	1,95	42,30	1,82	0,89	0,05	0,14	0,03	0,014	0,14	0,08	35,29	21,60	4,21	3,01	65,47	2,82	1,38	0,08	0,22	0,05	0,022	0,22	0,13	69,77	9,38	6,05	9,15	23,71	23,10	0,99	0,10	0,64	
C	71,52	23,11	4,53	0,78	0,95	2,99	1,40	13,93	2,71	1,93	42,19	1,79	0,87	0,05	0,14	0,04	0,013	0,13	0,11	35,10	21,46	4,17	2,98	65,00	2,76	1,34	0,08	0,21	0,06	0,020	0,21	0,17	69,30	9,31	5,99	9,06	23,41	22,87	0,97	0,12	0,63	
D	74,23	21,00	3,90	0,79	0,95	3,00	1,40	13,57	2,64	1,88	41,11	1,66	0,81	0,05	0,12	0,04	0,009	0,13	0,11	34,33	20,66	4,02	2,87	62,60	2,54	1,24	0,08	0,19	0,06	0,014	0,20	0,17	66,74	8,97	5,77	8,72	22,38	22,03	0,90	0,13	0,59	
E	74,16	20,76	4,25	0,83	0,95	3,00	1,40	13,57	2,64	1,88	41,10	1,71	0,80	0,06	0,12	0,04	0,015	0,12	0,18	34,51	20,72	4,03	2,88	62,76	2,61	1,22	0,10	0,18	0,07	0,024	0,19	0,27	66,92	8,99	5,78	8,75	22,51	22,06	0,91	0,22	0,60	
F	75,12	19,23	3,77	0,87	0,9	3,00	1,50	13,64	2,73	1,82	41,03	1,72	0,82	0,06	0,11	0,05	0,007	0,14	0,17	34,46	20,81	4,16	2,77	62,61	2,62	1,26	0,10	0,17	0,07	0,011	0,21	0,26	64,84	10,02	6,31	8,43	22,72	22,46	0,93	0,20	0,61	
G	74,00	20,58	3,94	0,87	0,94	3,00	1,50	13,96	2,79	1,86	42,01	1,89	0,86	0,06	0,12	0,05	0,007	0,14	0,17	35,49	21,64	4,33	2,89	65,12	2,94	1,33	0,12	0,18	0,07	0,011	0,22	0,27	67,44	11,26	6,57	8,77	23,09	23,36	1,01	0,19	0,65	

IX-2-2. Optimisation des mélanges crus et de la composition chimique et minéralogique du clinker.

A la lumière des résultats présentés dans le tableau n° 31 ci-dessus, nous tirons les conclusions suivantes :

Du fait de la présence en teneurs élevées en chlore dans les argiles, l'optimisation des mélanges crus s'est basée sur la dilution maximale possible de ces argiles par le calcaire et le sable. Ce qui a conduit à des modules en KH et MS élevés.

- Le chimisme :

Tous les mélanges crus renferment les éléments nocifs : (Cl, $K_2O + Na_2O$, TiO_2) en proportions inférieures aux limites exigées. Par contre les éléments majeurs abaissent les modules retenus.

- La minéralogie :

Les clinkers théoriques obtenus à partir des mélanges crus sont caractérisés par des teneurs élevées en alite (C3S) et faibles en aluminat tricalcique (C3A). Ceci est dû à la saturation élevée en chaux et à la dilution de l'argile.

Ainsi, les clinkers sont caractérisés par des teneurs en phase liquide (PL) inférieures à la limite exigée (23%) pour les phases D, E et F et justes à la limite pour les autres cas.

Ceci entraîne donc une cuisson difficile des mélanges crus et du fait de la saturation élevée, il en résulte de la chaux libre en teneur appréciable. Par ailleurs, les coefficients de croûtage se situent dans la limite inférieure (25%) par la présence en faibles quantités de la phase liquide. Ce qui conduit enfin à un croûtage faible et instable affectant la bonne marche du four par l'attaque du réfractaire.

Ces remarques nous obligent à adopter des ajustements pour éviter la rigidité imposée à l'exploitant et permettre une production de clinker de bonne qualité de façon permanente sans l'apport de by-pass.

Aussi avons-nous revu les sept (7) phases traitées en : A', B', C', D', E', F' et G' présentés sur la base de la composition minéralogique des clinkers obtenus, tout en maintenant les contraintes indiquées et formulées dans les systèmes optimisés précédemment. (Tableau n° 32 ci-dessous).

Tableau N° 32 Optimisation des mélanges crus et de la composition chimique et minéralogique du clinker

101

PHASES D'EXPL	N° CONSTITUANTS				MODULES			MELANGE CRU (X)													CLINKER																				
								COMPOSITION													CHIMIQUE (X)													CARACTERISTIQUES							
	CALCAIRE	ARGILE	SABLE	MIN. FER	KH	NS	MMF	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	Mn2O3	P2O5	Cl	TiO2	SO3	PF	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	Mn2O5	P2O5	Cl	TiO2	SO3	C3S	C2S	C3A	C4 AF	PL	AM	EA	NSO3	EA/CRA
A'	72,81	22,89	3,20	1,10	0,90	2,80	1,40	14,06	2,93	2,09	40,99	1,80	0,91	0,06	0,14	0,04	0,011	0,15	0,17	34,56	21,48	4,47	3,20	62,63	2,88	1,39	0,09	0,21	0,07	0,018	0,23	0,26	57,14	18,56	6,42	9,72	24,99	26,25	1,01	0,18	0,66
B'	69,20	24,55	5,24	1,01	0,90	2,90	1,40	14,27	2,87	2,05	41,42	1,91	0,94	0,05	0,15	0,03	0,014	0,15	0,00	35,42	22,10	4,45	3,18	64,14	2,97	1,46	0,08	0,23	0,05	0,023	0,23	0,13	58,79	19,09	6,38	9,65	25,00	26,20	1,05	0,18	0,68
C'	69,41	24,69	4,86	1,04	0,90	2,80	1,40	14,14	2,94	2,10	41,22	1,94	0,95	0,05	0,15	0,04	0,014	0,15	0,10	35,22	21,02	4,55	3,25	63,63	3,00	1,47	0,08	0,23	0,06	0,022	0,23	0,16	58,05	18,85	6,53	9,87	25,51	26,66	1,06	0,13	0,68
D'	72,50	21,90	4,38	1,02	0,90	2,70	1,40	13,89	2,79	2,00	40,31	1,76	0,87	0,05	0,13	0,04	0,014	0,14	0,11	34,47	21,19	4,26	3,05	61,51	2,69	1,32	0,08	0,20	0,06	0,022	0,21	0,17	56,38	18,31	6,12	9,26	23,75	25,13	0,96	0,15	0,63
E'	73,05	21,72	4,10	1,14	0,90	2,80	1,40	13,88	2,89	2,06	40,46	1,88	0,88	0,06	0,13	0,05	0,016	0,14	0,18	34,20	21,09	4,39	3,14	61,49	2,86	1,35	0,10	0,21	0,07	0,025	0,21	0,27	56,10	18,22	6,31	9,54	24,56	25,77	1,00	0,20	0,66
F'	73,84	21,70	3,30	1,16	0,90	2,70	1,40	13,72	2,97	2,12	40,22	1,87	0,90	0,06	0,12	0,05	0,007	0,15	0,17	34,49	20,95	4,53	3,23	61,39	2,85	1,38	0,10	0,19	0,08	0,011	0,24	0,26	55,73	18,10	6,50	9,83	25,20	26,41	1,02	0,21	0,67
G'	72,26	23,09	3,47	1,17	0,90	2,70	1,40	14,04	3,03	2,17	41,15	2,04	0,94	0,08	0,13	0,05	0,007	0,16	0,17	35,49	21,77	4,70	3,36	63,79	3,17	1,46	0,13	0,20	0,09	0,011	0,24	0,26	53,91	18,00	6,75	10,21	26,43	27,44	1,10	0,20	0,71

IX.3 ANALYSE STATISTIQUE DES ELEMENTS CHIMIQUES :

Cette analyse permet de mieux comprendre et de mieux cerner la distribution des éléments chimiques les plus importants et les plus influents dans le processus de cuisson.

Nous présenterons cette analyse, élément par élément, suivant les gisements et les niveaux d'exploitation de ces gisements ainsi que leur corrélation pour mieux expliquer le système d'extraction.

Le chapitre suivant complètera cette analyse par des lignes isoteneures qui feront apparaître la répartition, niveau par niveau, des différents éléments (nocifs particulièrement).

L'analyse statistique a donc porté sur l'ensemble des échantillons et a concerné d'abord le calcul des moyennes pondérées par sondage, par niveau, par bloc et par gisement. (gisements d'argiles et de calcaires précédemment délimités). (annexes N°2 et 3).

Les histogrammes suivants montrent que la répartition des échantillons suivant leurs teneurs en SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , K_2O , MnO , et PF se caractérise par une loi normale. Par contre, les échantillons suivant leurs teneurs en Na_2O , P_2O_5 , Cl , et SO_3 coïncident avec la loi logarithmique.

Nous noterons cependant que les histogrammes présentés en Fig.24 et 25 reflètent la distribution des variables à l'échelle des gisements sur la base des teneurs moyennes des sondages (Annexes N°2 et 3). Il y a lieu de signaler que tous les traitements ont été réalisés à l'aide du logiciel "Géovar" et les graphiques correspondants tirés en format A4 sur une table traçante "Benson". (Annexes N°4 et 5).

Nous présentons ci-après les paramètres principaux de chaque variable.

Tableau N° 33 Paramètres statistiques (Gisement d'argiles)

Variabiles	n	Min	Max	Moy(a)	Sigma	V%
SiO2	17	33.92	58.97	43.49	8.26	18.98
Al2O3	17	10.37	12.62	11.34	0.55	4.80
Fe2O3	17	5.03	5.81	5.38	0.21	3.86
CaO	17	4.91	15.46	10.49	3.63	34.62
MgO	17	4.34	9.47	7.12	1.57	22.02
K2O	17	3.46	4.17	3.76	0.23	6.16
Na2O	17	0.14	0.33	0.20	0.06	29.96
TiO2	17	0.57	0.79	0.65	0.06	9.80
SO3	17	0.05	1.21	0.27	0.30	110.54
Cl	17	0.01	0.05	0.04	0.01	29.81
MnO	11	0.62	0.89	0.79	0.09	10.85
P2O5	12	0.08	0.19	0.15	0.03	20.67

Tableau N° 34 Paramètres statistiques (Gisement de calcaires)

Variabiles	n	Min	Max	Moy(a)	Sigma	V%
SiO2	15	0.41	8.24	1.36	1.93	141.88
Al2O3	15	0.19	1.01	0.41	0.22	53.06
Fe2O3	15	0.09	0.40	0.19	0.10	52.00
CaO	15	46.46	54.54	52.74	2.37	4.50
MgO	15	0.25	0.54	0.37	0.09	25.44
K2O	15	0.03	0.18	0.08	0.05	59.22
Na2O	15	0.01	0.13	0.04	0.04	103.83
TiO2	9	0.01	0.07	0.02	0.02	90.01
SO3	15	0.07	0.28	0.14	0.06	45.65
Cl	15	0.00	0.05	0.01	0.01	104.76
MnO	5	0.02	0.05	0.03	0.01	40.82
P2O5	9	0.02	0.54	0.11	0.16	152.65
PF	15	36.59	43.62	41.98	1.95	4.65

Par ailleurs, des liens corrélacionnels existent entre les différentes teneurs chimiques caractérisant chaque échantillon.

Nous rappelons que le coefficient de corrélation "r" exprime selon les cas suivants :

- $r > 0.75$ une liaison étroite
- $0.50 < r < 0.75$ une liaison réciproque moyenne
- $r < 0.50$ une liaison réciproque faible

La corrélation matricielle ci-après illustrée et indiquant les coefficients de corrélation linéaires, permet de tirer les liaisons significatives suivantes pour le gisement d'argile. (Annexe N° 4).

Tableau N° 35 Liaisons corrélationnelles dans les argiles

Liaison	r	Nature de la liaison	Fonction de corrélation
SiO ₂ . Al ₂ O ₃	0.52	moyenne	y = 9.86 + 0.03 x
CaO . MgO	0.73	moyenne	y = 3.79 + 0.32 x
Al ₂ O ₃ . K ₂ O	0.62	moyenne	y = 0.76 + 0.26 x
SiO ₂ . Na ₂ O	0.93	étroite	y = -0.09 + 0.01 x
SiO ₂ . TiO ₂	0.78	étroite	y = 0.39 + 0.01 x
Na ₂ O . TiO ₂	0.63	moyenne	y = 0.52 + 0.68 x
K ₂ O . SO ₃	0.59	moyenne	y = -2.59 + 0.76 x
Al ₂ O ₃ . Cl	0.62	moyenne	y = -0.11 + 0.01 x
CaO . MnO	0.72	moyenne	y = 0.40 + 0.04 x
MgO . MnO	0.86	étroite	y = 0.88 + 0.01 x
CaO . PF	0.95	étroite	y = 5.93 + 1.01 x
MgO . PF	0.89	étroite	y = 0.93 + 2.19 x
MnO . PF	0.81	étroite	y = -15.04 + 40.13x

Nous remarquons également sur la matrice qu'une série de liaisons corrélationnelles inverses importantes apparaissent, telles que :

Tableau N° 36 Liaisons corrélationnelles inverses dans les argiles

Liaison	r	Nature de la liaison	Fonction de corrélation
SiO ₂ . CaO	-0.94	étroite	y = 28.54 - 0.42 x
Al ₂ O ₃ . CaO	-0.67	moyenne	y = 60.95 - 4.45 x
SiO ₂ . MgO	-0.90	étroite	y = 14.57 - 0.17 x
CaO . Na ₂ O	-0.83	étroite	y = 0.34 - 0.01 x
MgO . Na ₂ O	-0.90	étroite	y = 0.44 - 0.03 x
CaO . TiO ₂	-0.80	étroite	y = 0.80 - 0.01 x
MgO . TiO ₂	-0.58	moyenne	y = 0.82 - 0.02 x
CaO . Cl	-0.55	moyenne	y = 0.05 - 0.00 x
SiO ₂ . MnO	-0.80	étroite	y = 1.14 - 0.07 x
Na ₂ O . MnO	-0.81	étroite	y = 0.98 - 1.00 x
TiO ₂ . MnO	-0.71	moyenne	y = 1.47 - 1.05 x
Al ₂ O ₃ . PF	-0.57	moyenne	y = 62.36 - 4.04 x
Na ₂ O . PF	-0.92	étroite	y = 28.39 - 60.26x
TiO ₂ . PF	-0.79	étroite	y = 47.37 - 47.33x

La forte liaison inverse entre les teneurs en SiO₂.CaO est naturelle car les argiles saines se caractérisent par une diminution d'inclusions carbonatées (plus la teneur en SiO₂ est élevée, plus celle en CaO diminue)

La liaison en SO₃ et K₂O s'explique vraisemblablement par la présence des sels de ces éléments

La corrélation matricielle ci-après illustrée et indiquant les coefficients de corrélation linéaires, permet de tirer les liaisons significatives suivantes pour le gisement de calcaire. (Annexe N°5).

Tableau N° 37 Liaisons corrélationnelles dans les calcaires

Liaison	r	Nature de la liaison	Fonction de corrélation
SiO ₂ . Al ₂ O ₃	0.77	étroite	$y = 0.29 + 0.09 x$
SiO ₂ . TiO ₂	0.96	étroite	$y = 0.01 + 0.01 x$
Al ₂ O ₃ . K ₂ O	0.53	moyenne	$y = 0.03 + 0.11 x$
Al ₂ O ₃ . MnO	0.90	étroite	$y = 0.02 + 0.03 x$
CaO . PF	0.98	étroite	$y = -0.49 + 0.81 x$

Nous remarquons également qu'une série de liaisons corrélationnelles inverses importantes apparaissent, telles que:

Tableau N° 38 Liaisons corrélationnelles inverses dans les calcaires

Liaison	r	Nature de la liaison	Fonction de corrélation
CaO . TiO ₂	-0.86	étroite	$y = 0.21 - 0.00 x$
CaO . MnO	-0.65	moyenne	$y = 0.17 - 0.00 x$
K ₂ O . SO ₃	-0.54	moyenne	$y = 0.19 - 0.74 x$
TiO ₂ . PF	-0.88	étroite	$y = 43.29 - 61.71x$
MnO . PF	-0.64	étroite	$y = 44.85 - 95.50x$

Les liaisons corrélationnelles permettent la détermination de certains éléments dont les analyses manquent. Par ailleurs, lors du suivi de l'exploitation, cela peut servir de procédé à un contrôle continu de la qualité des argiles et des calcaires.

Les graphiques reprenant la distribution de chaque variable (histogrammes) et les liaisons corrélationnelles (fonctions de corrélation représentées par des diagrammes binaires) sont portées en Annexes N°4 et 5.

Tableau N° 39 Matrice de corrélation (dans les argiles)

X	1	1.00																
Y	2	<u>0.85</u>	1.00															
SiO2	3	<u>0.04</u>	<u>0.51</u>	1.00														
Al2O3	4	-0.00	<u>0.35</u>	<u>0.52</u>	1.00													
Fe2O3	5	-0.25	-0.01	<u>0.35</u>	0.41	1.00												
CaO	6	-0.06	-0.35	-0.94	-0.67	-0.32	1.00											
MgO	7	-0.05	-0.42	-0.90	-0.36	-0.37	<u>0.73</u>	1.00										
K2O	8	-0.25	-0.05	0.10	<u>0.62</u>	0.18	-0.36	0.18	1.00									
Na2O	9	0.14	<u>0.56</u>	<u>0.93</u>	0.47	0.35	-0.83	-0.90	-0.05	1.00								
TiO2	10	0.07	<u>0.45</u>	<u>0.78</u>	0.44	0.18	-0.80	-0.58	0.18	<u>0.63</u>	1.00							
SO3	11	0.05	0.06	-0.22	0.16	-0.01	-0.01	0.48	<u>0.59</u>	-0.26	-0.05	1.00						
Cl	12	0.23	0.50	0.37	<u>0.62</u>	0.17	-0.55	-0.06	0.45	0.40	0.50	0.30	1.00					
MnO	13	-0.29	-0.60	-0.80	-0.45	-0.22	<u>0.72</u>	<u>0.86</u>	0.12	-0.81	-0.71	0.04	-0.41	1.00				
P2O5	14	0.09	0.14	0.25	0.26	0.21	-0.14	-0.42	-0.46	0.32	0.13	-0.49	0.03	-0.40	1.00			
PF	15	-0.02	-0.50	-1.00	-0.57	-0.40	<u>0.95</u>	<u>0.89</u>	-0.16	-0.92	-0.79	0.17	-0.40	<u>0.81</u>	-0.22	1.00		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		

Tableau N° 40 Matrice de corrélation (pour les calcaires)

X	1	1.00																
Y	2	0.49	1.00															
SiO ₂	3	0.21	0.10	1.00														
Al ₂ O ₃	4	0.11	-0.02	<u>0.77</u>	1.00													
Fe ₂ O ₃	5	-0.00	-0.02	<u>0.60</u>	0.37	1.00												
CaO	6	-0.13	-0.33	<u>-0.28</u>	-0.19	0.19	1.00											
MgO	7	-0.66	-0.78	<u>0.01</u>	-0.09	0.09	0.07	1.00										
K ₂ O	8	0.06	-0.04	<u>0.67</u>	<u>0.53</u>	0.16	-0.14	-0.05	1.00									
Na ₂ O	9	-0.50	-0.37	<u>-0.16</u>	<u>0.23</u>	-0.35	-0.08	0.34	-0.08	1.00								
TiO ₂	10	0.24	0.28	<u>0.96</u>	<u>0.82</u>	<u>0.53</u>	-0.86	-0.05	<u>0.72</u>	-0.44	1.00							
SO ₃	11	-0.70	-0.24	<u>-0.26</u>	<u>-0.06</u>	<u>-0.02</u>	0.03	0.39	-0.54	0.36	-0.34	1.00						
Cl	12	0.26	0.07	0.22	0.21	0.03	0.06	-0.26	0.22	-0.08	<u>0.67</u>	-0.16	1.00					
MnO	13	<u>0.54</u>	<u>0.75</u>	<u>0.89</u>	<u>0.90</u>	<u>0.64</u>	-0.65	-0.17	0.44	-0.00	<u>0.89</u>	-0.29	<u>0.91</u>	1.00				
P ₂ O ₅	14	-0.21	-0.63	-0.12	-0.22	0.17	0.17	0.45	-0.37	-0.37	-0.23	<u>0.58</u>	0.15	-0.50	1.00			
PF	15	-0.27	-0.43	-0.25	-0.18	0.24	<u>0.98</u>	0.23	-0.12	-0.04	-0.88	0.11	0.05	-0.64	0.32	1.00		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		

DIAGRAMME BINAIRE

Al₂O₃ - Cl

Cl $r=0.62$ Eq : $Cl = -0.11 + 0.01Al_2O_3$

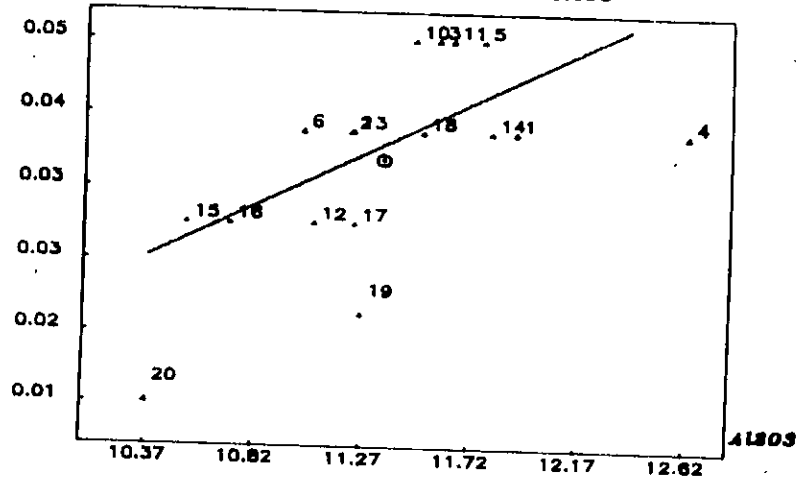
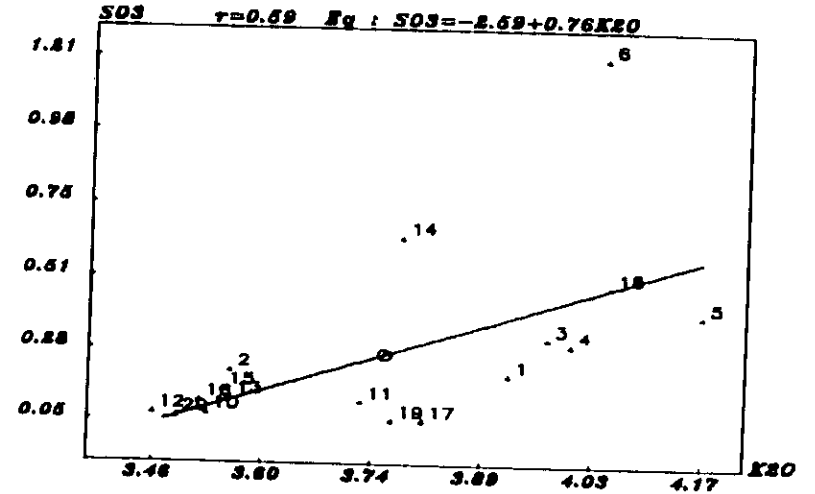


DIAGRAMME BINAIRE

K₂O - SO₃

SO₃ $r=0.59$ Eq : $SO_3 = -2.69 + 0.76K_2O$



108

DIAGRAMME BINAIRE

SiO₂ - MnO

MnO $r=-0.80$ Eq : $MnO = 1.14 - 0.01SiO_2$

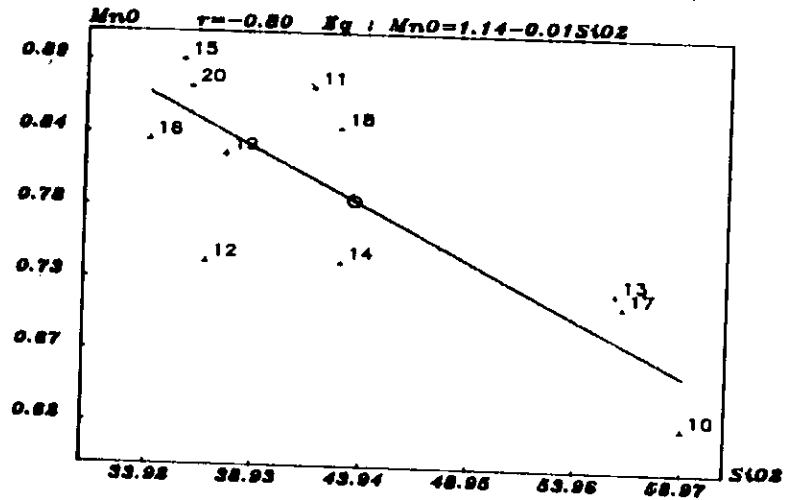


DIAGRAMME BINAIRE

Na₂O - MnO

MnO $r=-0.81$ Eq : $MnO = 0.98 - 1.00Na_2O$

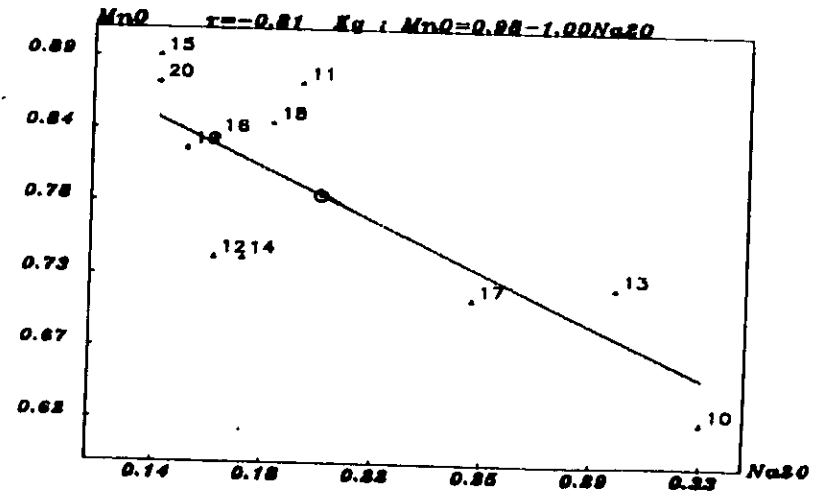


Fig.22 Fonctions de corrélation (ou diagrammes binaires des éléments chimiques dans les argiles)

DIAGRAMME BINAIRE

SiO₂ - Al₂O₃

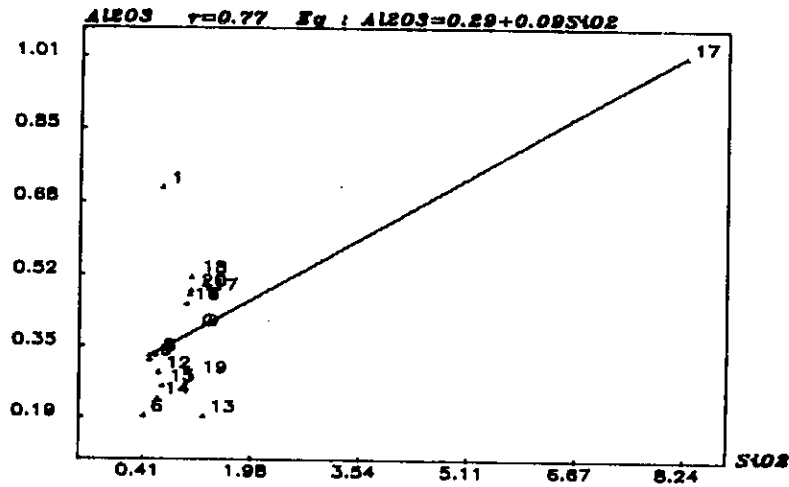


DIAGRAMME BINAIRE

TiO₂ - MnO

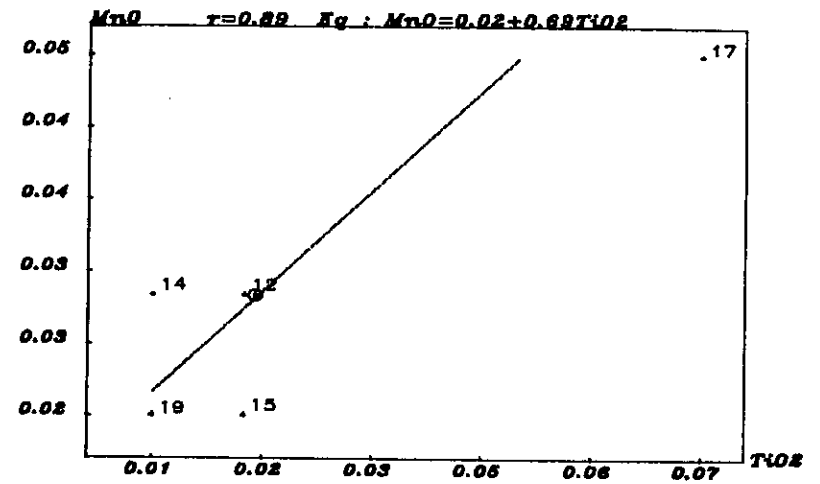


DIAGRAMME BINAIRE

SiO₂ - TiO₂

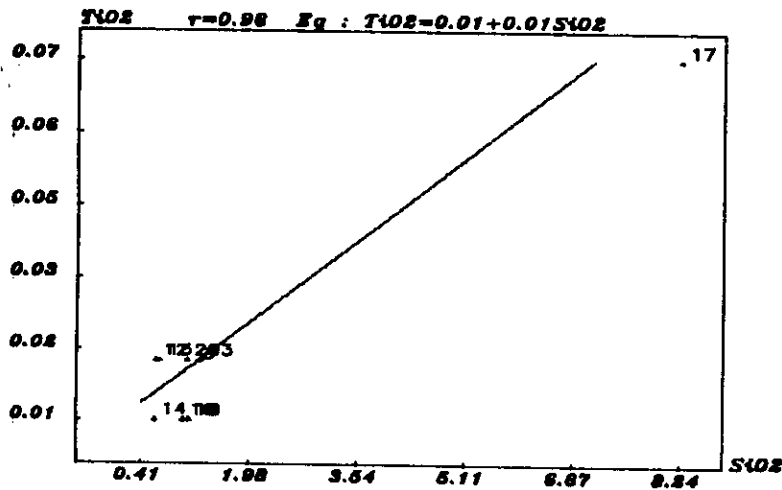


DIAGRAMME BINAIRE

Al₂O₃ - TiO₂

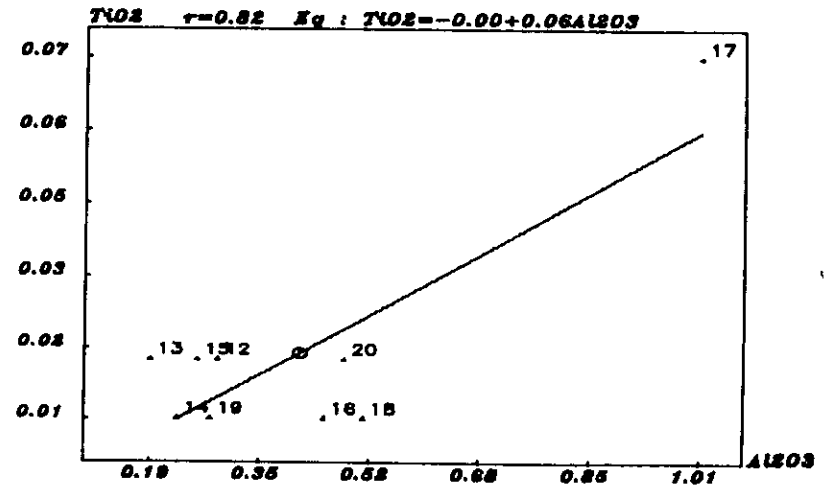


Fig.23 Fonctions de corrélation (ou diagrammes binaires des éléments chimiques dans les calcaires)

HISTOGRAMMES DE DISTRIBUTIONS DES TENEURS

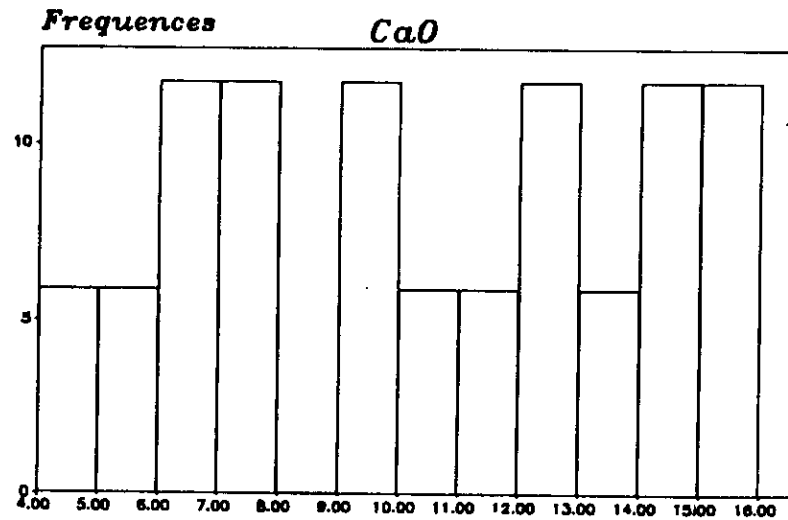
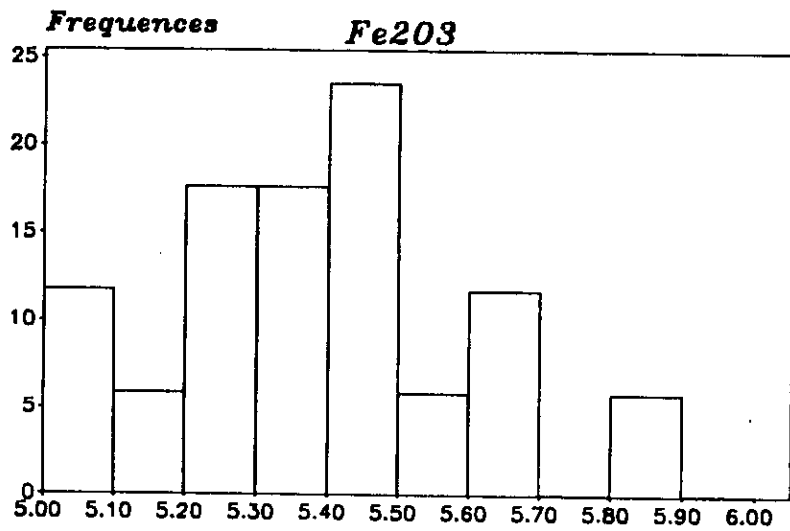
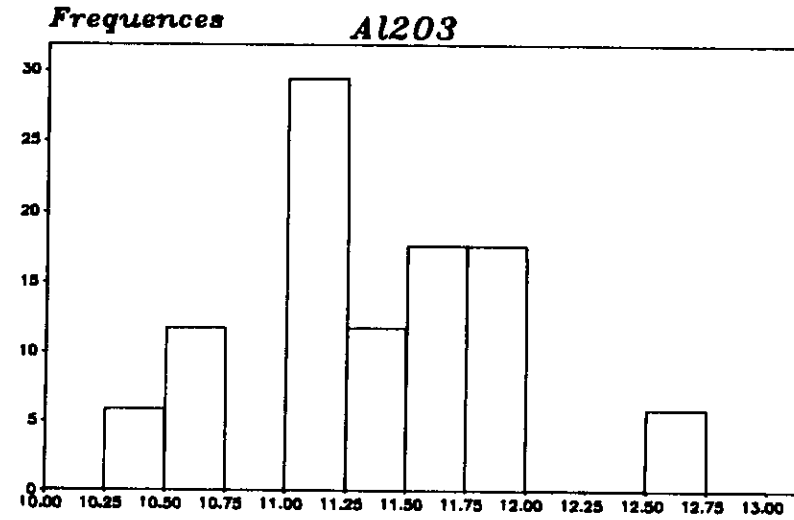
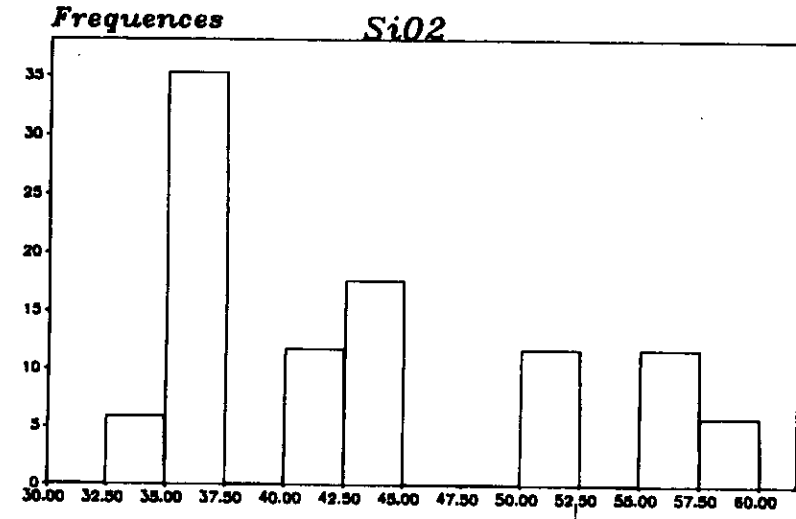
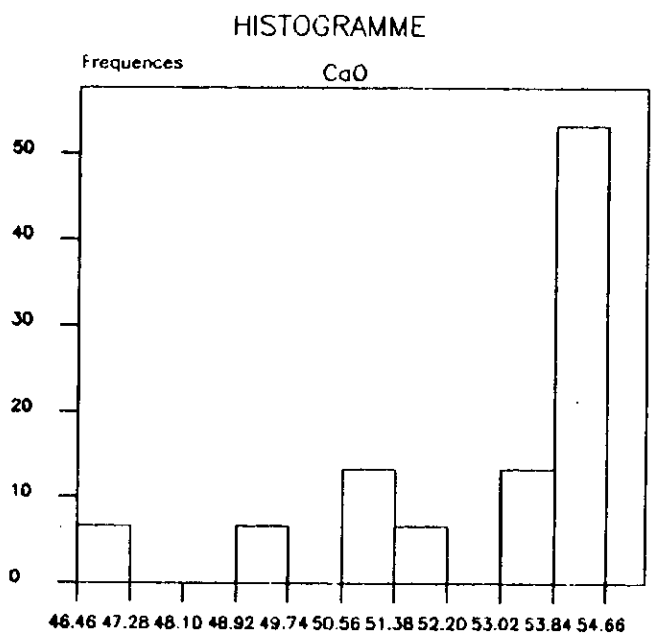
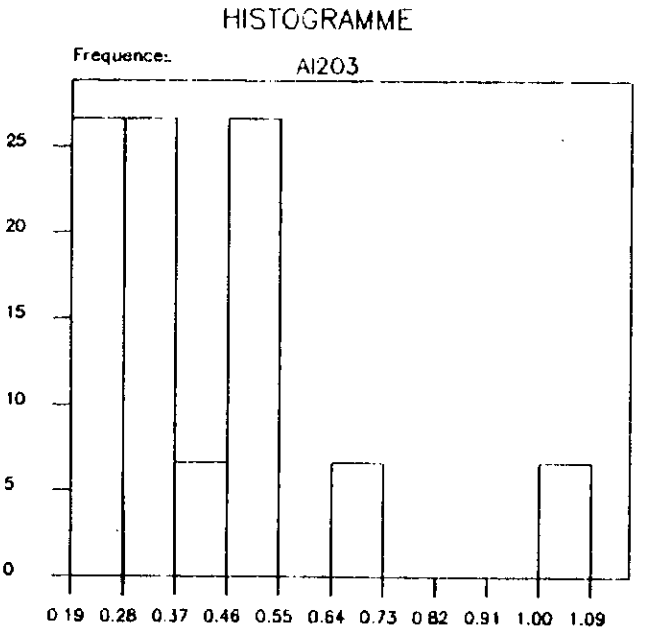
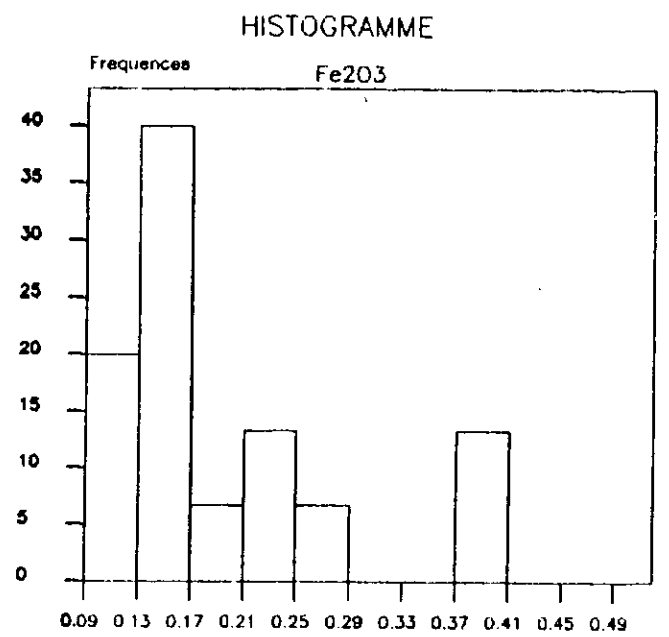
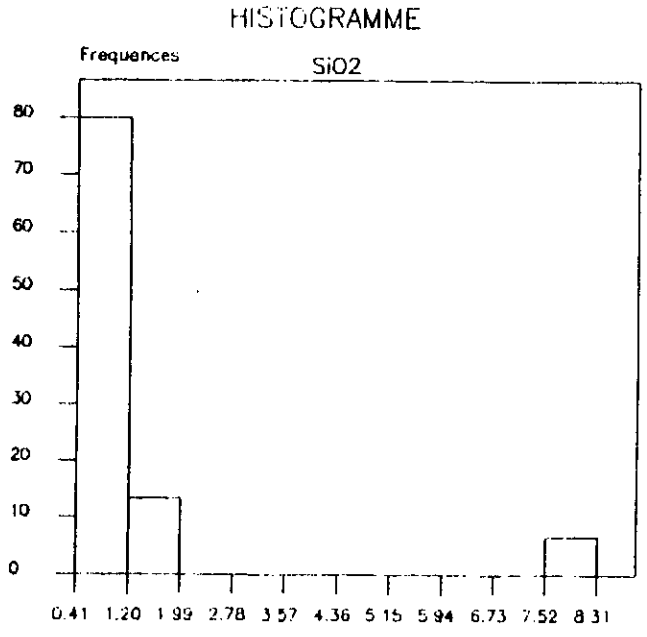


Fig.24 Histogrammes dans les argiles



111

Fig.25 Histogrammes dans les calcaires

IX-4. LES ISOLIGNES DANS LES GISEMENTS DE SUR-DOSE ET DE SOUS-DOSE :

Les courbes isolignes ont été effectuées à l'aide du logiciel "Surfer" et tirées en format A4 sur une table traçante "Benson". (Annexes N°6 et 7).

Les valeurs utilisées pour chaque élément chimique sont tirées de l'Annexe N° 2 pour les argiles et de l'Annexe N°3 pour les calcaires relatives aux moyennes pondérées par niveaux d'exploitation

L'observation de ces isolignes montre que pour arriver à produire de bons mélanges en carrières répondant aux critères indiqués et optimisés au chapitre IX.2 et ce, pendant l'exploitation il est évident que le front de taille doit être de direction transversale aux courbes .

Ceci reste valable aussi bien dans les argiles pour réduire les teneurs en éléments nocifs que pour les calcaires où les teneurs en Cao doivent se maintenir suffisamment élevés (Chapitre VII).

Les figures ci-après (Fig.26,27,28 et 29) illustrent parfaitement ces répartitions et confortent le choix de la direction d'exploitation adoptée.

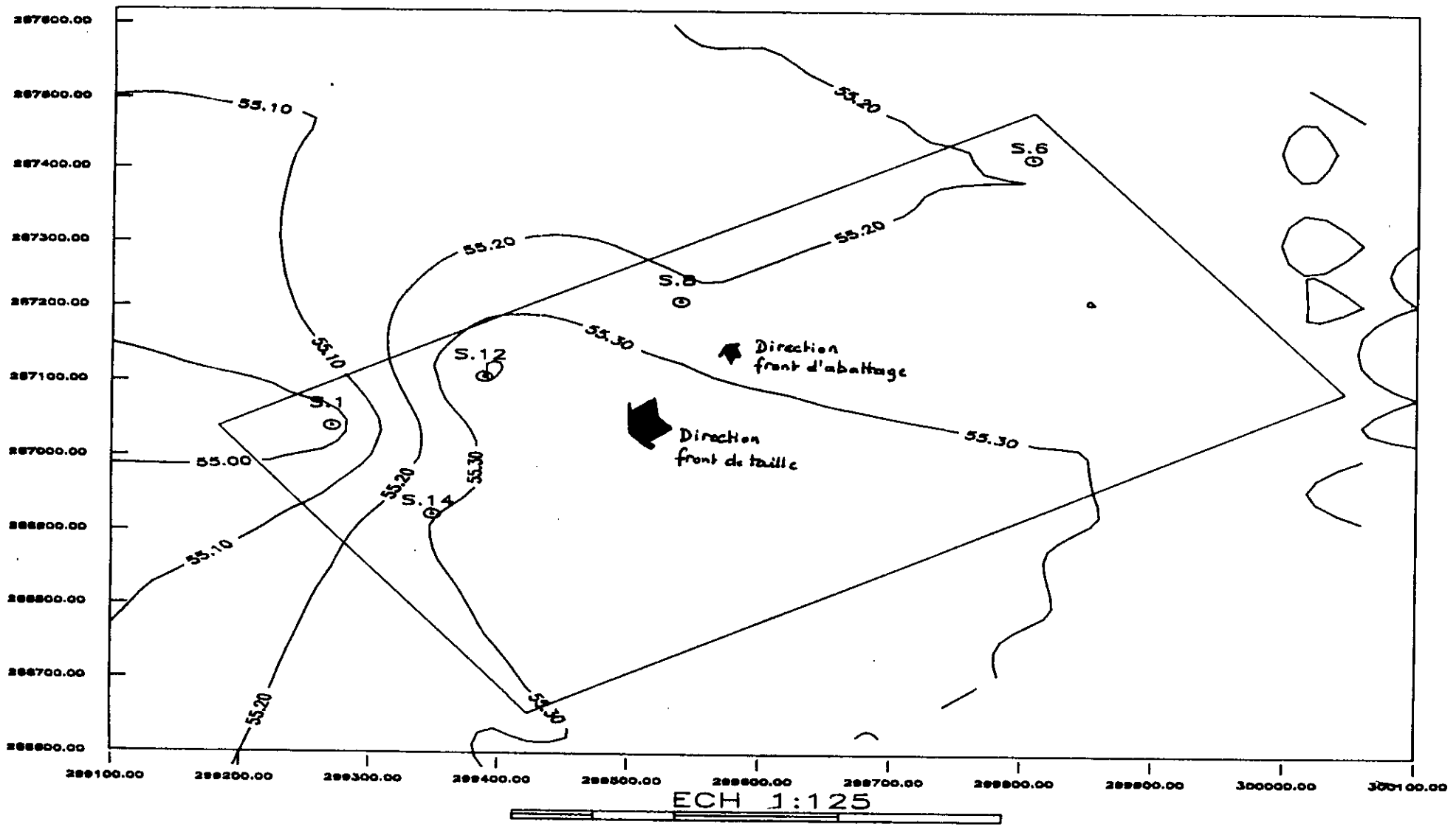


Fig.26 Gisement de calcaire (Cat.BI) - Niveau 1015 m
Isoteneurs en CaO (en %)

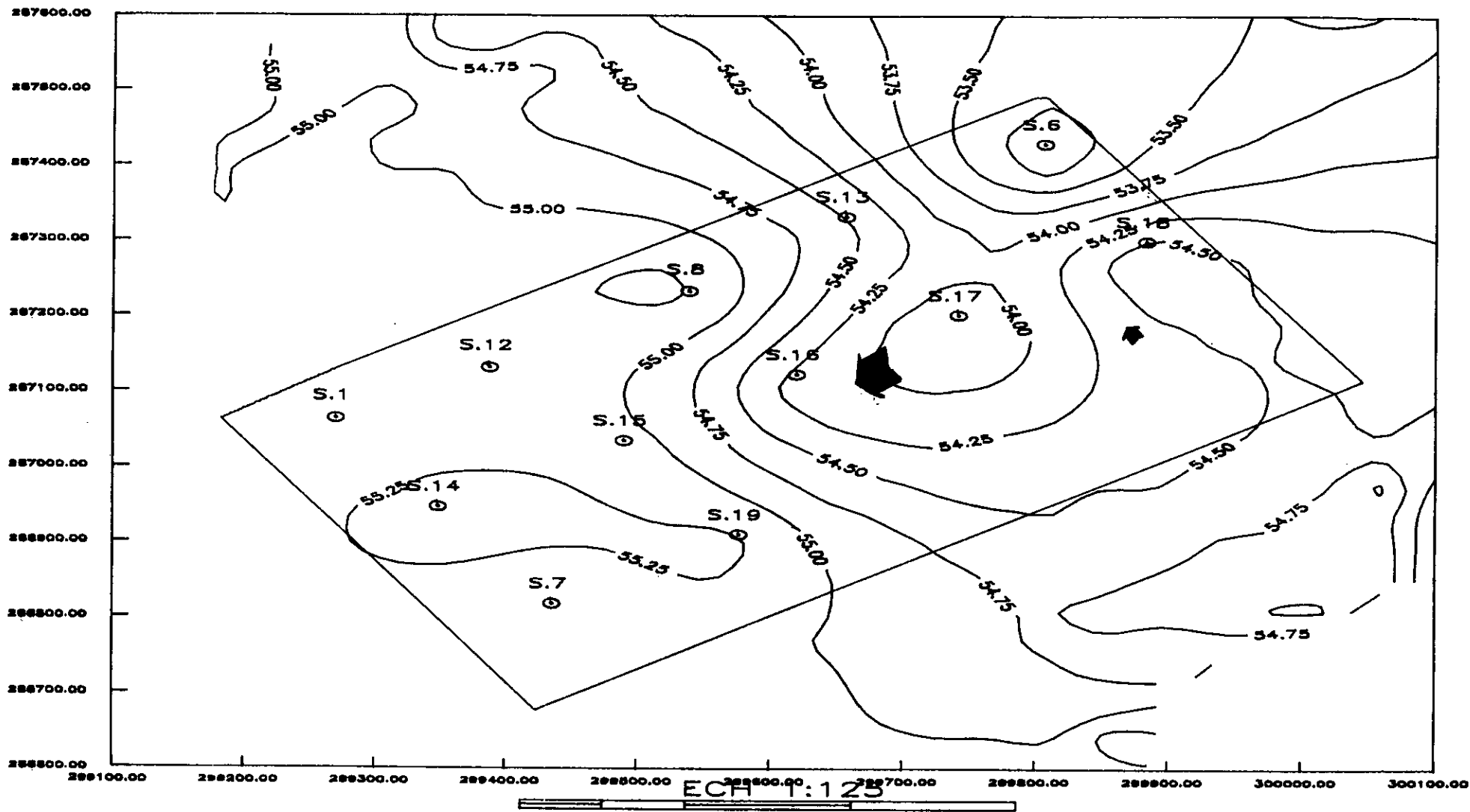


Fig.27 Gisement de calcaire (Cat.BI) - Niveau 1000 m
Isoteneurs en CaO (en %)

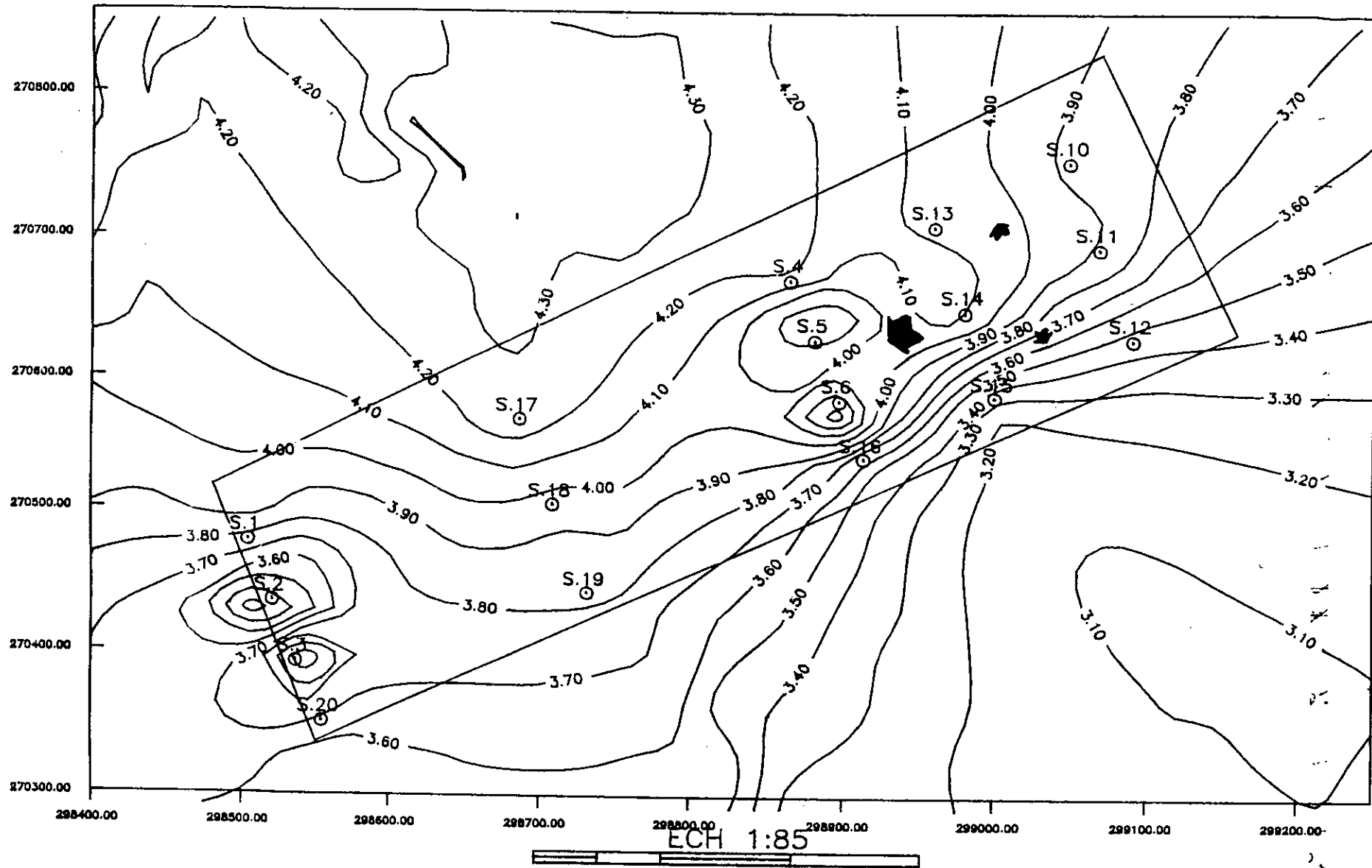


Fig.28 Gisement d'argile (Cat.B) - Niveau 960 m
Isoteneurs en alcalis (en %)

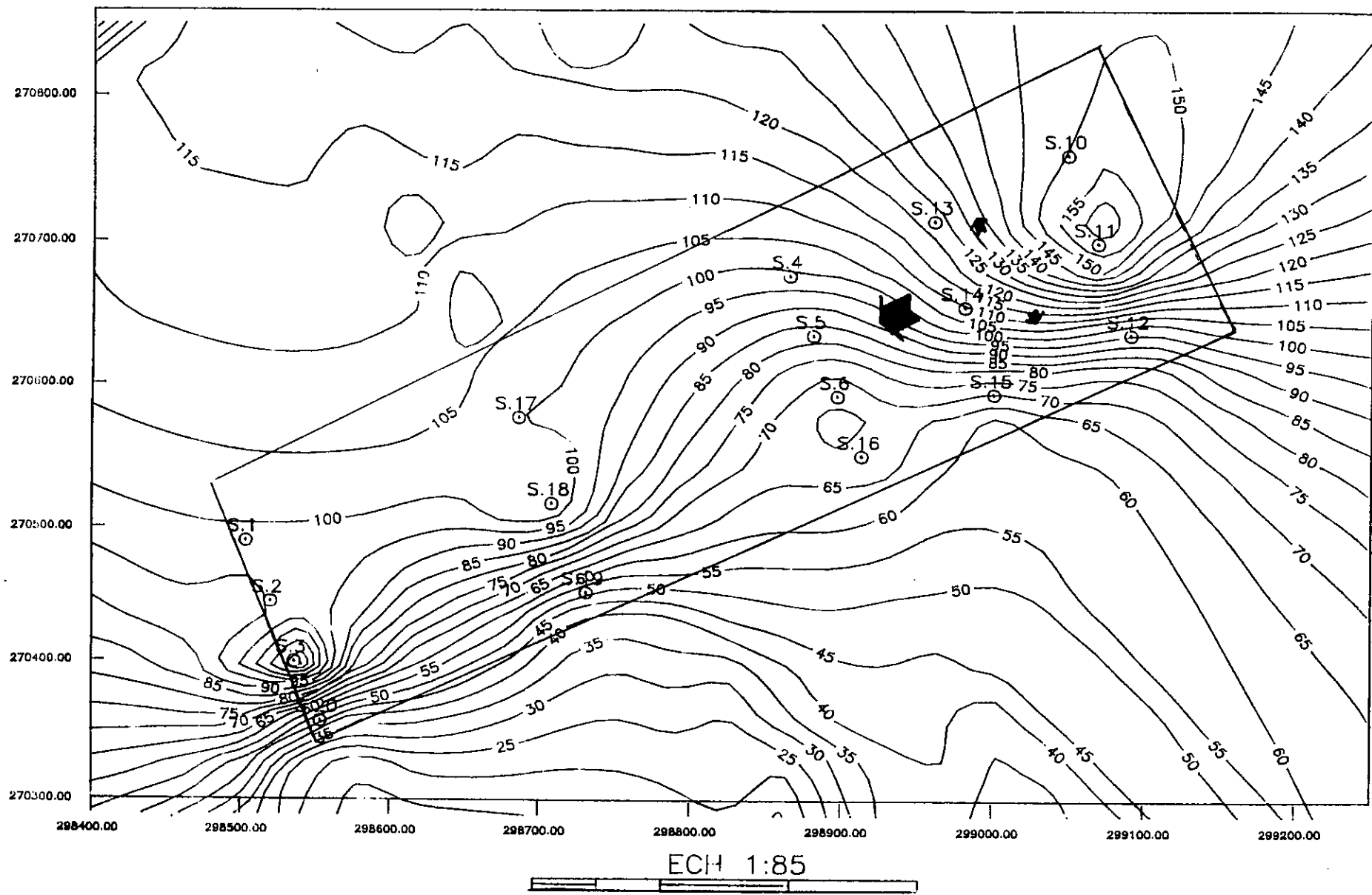


Fig.29 Gisement d'argile (Cat.B) - Niveau 960 m
Isoteneurs en Cl (en $10^{-3}\%$)

IX-5. PLANNING DES TRAVAUX D'EXTRACTION :

IX-5-1. Calcul des réserves exploitables :

Le calcul a été effectué selon la méthode des coupes parallèles et a donné les résultats suivants :

- Calcaire :

niveaux 1015 m:	687 866 tonnes....	Durée (ans).....	1,80
1000 m:	1 975 516 tonnes.....		5,19
985 m:	7 308 223 tonnes.....		19,20
970 m:	7 447 200 tonnes.....		19,56
955 m:	7 299 600 tonnes.....		19,17
TOTAL.....			65 Ans

- Argile :

niveaux 960 m:	1 967 360 tonnes....	Durée (ans).....	19,35
950 m:	1 966 300 tonnes.....		19,34
940 m:	1 743 700 tonnes.....		17,15
930 m:	1 282 600 tonnes.....		12,62
TOTAL.....			68 Ans

IX-5-2. Calcul de production :

Au Chapitre précédent, nous avons estimé les besoins en matières premières pour la confection d'un mélange cru de qualité.

Aussi, nous définissons à présent la capacité et le régime de fonctionnement de chaque carrière, les besoins en matières premières ayant été jugés suffisants. Ainsi, nous optons pour l'organisation suivante :

- La production mensuelle Pm pour se prémunir de deux mois par an sera calculée sur la base de 10 mois de travail par an.
- La production journalière Pj sera calculée sur la base de 22 jours de travail par mois à un poste de 8 heures

Nous appliquerons la même formule énoncée ci-dessus (§ IX-1-2) où la production annuelle " Pa " devient " P'a " ou production annuelle corrigée qui servira pour la suite des calculs en carrières.

$$\text{Soit : } Pa' = Pk \cdot K' \cdot \frac{100}{100-PF} \cdot h \cdot p \text{ en tonnes/an.}$$

Avec K' : participation maximale optimisée de chaque matière première, en %.

IX-5-2-1. Carrière de Calcaire :

Production annuelle de la carrière :

$$\text{Pa}'c = 300\ 000 \cdot 0,7384 \cdot \frac{100}{100-42,93} \cdot 1,0006 \cdot 1,01 = 391\ 715 \text{ t/an}$$

Production mensuelle :

$$391\ 715 : 10 = 39\ 172 \text{ tonnes.}$$

Production journalière :

$$39\ 172 : 22 = 1\ 780 \text{ tonnes.}$$

IX-5-2-2. Carrière d'Argile :

Production annuelle de la carrière :

$$\text{Pa}'a = 300.000 \cdot 0,2469 \cdot \frac{100}{100-16,55} \cdot 1,0531 \cdot 1,01 = 94\ 984 \text{ t/an.}$$

Production mensuelle : 9498 tonnes

Production journalière : 431 tonnes.

IX-5-2-3. Carrière de Sable :

La participation du sable étant de 5,24 % avec une perte au feu de 1,19 %, une humidité naturelle moyenne de 0,58 % et une perte de transport estimée à 1 %, la production annuelle de sable corrigée serait de 17 533 tonnes.

IX-5-2-4. Minerai de fer d'Ouenza :

La participation de minerai de fer étant de 1,17 %, avec une perte au feu de 14 %, une humidité naturelle moyenne de 5 % et une perte de transport estimée à 5 %, la quantité à transporter annuellement jusqu'à El-Abiod-Sidi-Cheikh serait de 4103 tonnes indiquant une consommation journalière de 19 tonnes par excès (18,65 tonnes)

Tableau N° 41 Tableau de production

MATIERES PREMIERES	P R O D U C T I O N (en tonnes)		
	ANNUELLE	MENSUELLE	JOURNALIERE
CALCAIRE	391 715	39 172	1780
ARGILE	94 984	9 498	431
SABLE	17 533	1 753	80
MIN. FER	4 103	410	19
TOTAL	508 335	50 833	2310

Il en résulte que pour produire 300 000 tonnes de clinker, il y a lieu d'extraire 508 335 tonnes de matières premières (dont 4103 tonnes de minerai de fer à transporter), correspondant à 1,69 fois la quantité de clinker demandée, soit un peu plus de un demi million de tonnes de matières brutes, préalablement broyées et homogénéisées à introduire annuellement dans le four pour y subir la cuisson.

IX-5-3. Planning des travaux d'extraction :

A la lumière de tout ce qui précède, nous présentons ci-après le planning des travaux d'extraction auquel nous aurons à nous référer dans les chapitres suivants.

Compte-tenu des réserves exploitables et des productions annuelles développées précédemment, ainsi que le calcul des mélanges crus définissant la participation optimale de chaque constituant, nous avons établi un enchaînement des travaux (ou couplage des gradins) CALCAIRE - ARGILE jusqu'à la 50 ème année.

Nous relevons ainsi six (6) phases d'exploitation de durées inégales depuis le début jusqu'à la 50 ème année.

Les combinaisons sus-indiquées sont réalisables sur le plan pratique caractérisant l'avancement des différents niveaux impliqués dans une même phase tout en permettant un développement physiquement harmonieux de toutes les phases.

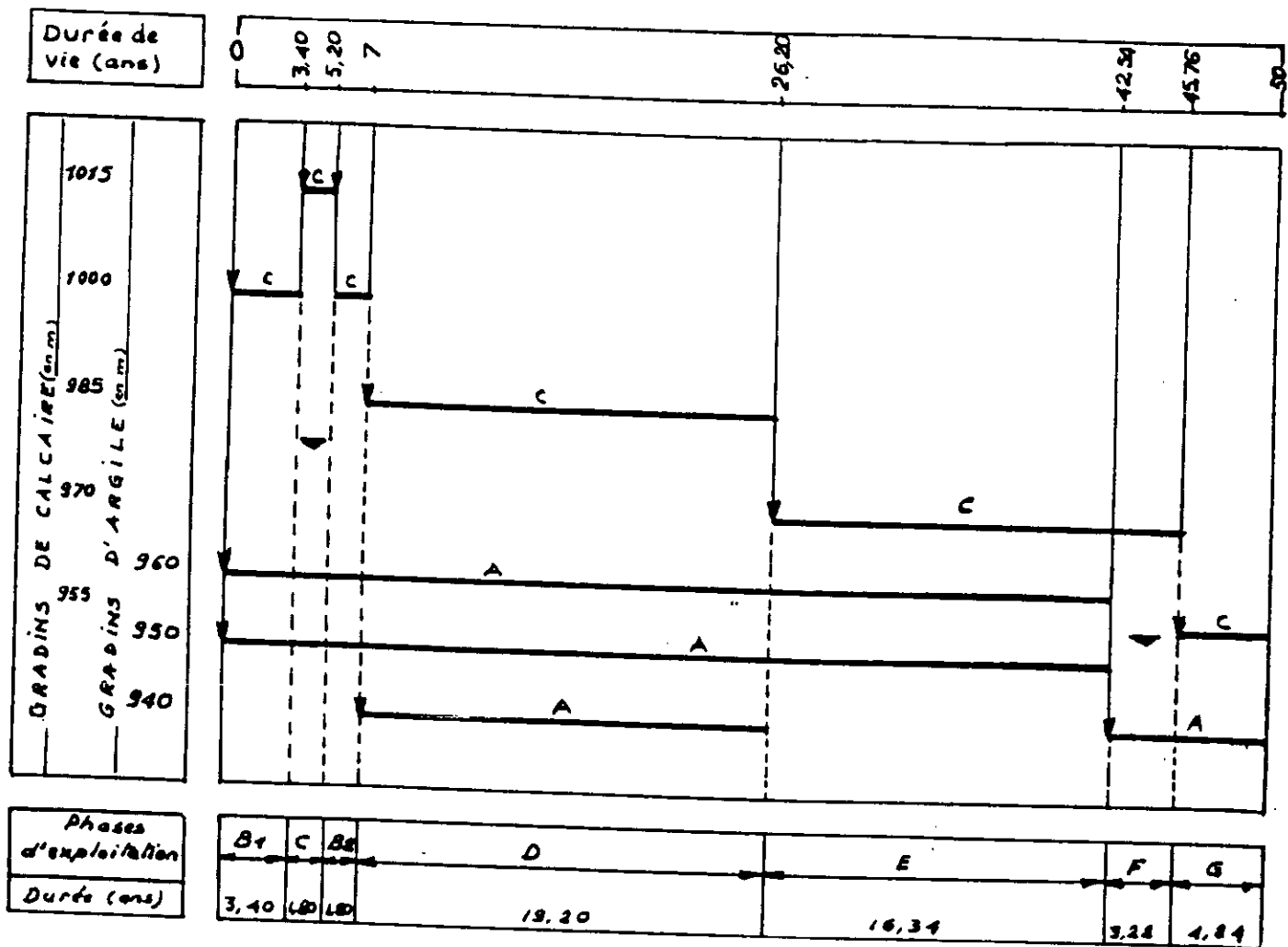


Fig. 30 Planning des travaux d'extraction

CHAPITRE X - EXPLOITATION DU GISEMENT D'ARGILE (SOUS-DOSE)

Sur la base du "Planning des Travaux d'Extraction" issu de tout ce qui procède, particulièrement en matière d'optimisation des mélanges crus et du couplage des gradins d'argile et de calcaire, ainsi que des conditions géologiques et minières, nous présentons ci-après l'exploitation proprement dite du gisement d'argile ou sous-dosé, alors que le chapitre suivant traitera de celle du calcaire ou sur-dosé.

X-1. - SYSTEME D'EXPLOITATION ARRETE :

Les paramètres essentiels de base permettant d'opter pour un système d'exploitation bien adapté sont :

- la topographie du site
- les accès
- les conditions géologiques et hydrogéologiques
- les différentes zones de servitude (aires de stockage et de stériles)
- les volumes à extraire
- la nature géochimique du site
- la combinaison des gradins des sites de sur-dosé et de sous-dosé

Donc, eu égard aux faits que :

- le relief est pratiquement plat
- l'accès à la route existante est immédiat.
- l'implantation des zones de stockage et du terril est aisée du fait de l'espace existant dans la partie Nord essentiellement et Nord - Est en particulier.
- le pendage des couches d'argile et grès.
- les volumes à extraire sont relativement faibles.
- la durée de vie de la carrière est déterminée pour 50 ans
- la géochimie du site est complexe et irrégulièrement distribuée dans la masse
- la présence d'eau souterraine à faible profondeur
- l'allure des isolignes des teneurs en éléments nocifs
- le couplage des gradins précédemment défini .
- les niveaux à exploiter conjointement avec les niveaux de calcaire sont de haut en bas : 960,950 et 940 m.

Les fronts de taille seront orientés vers le Sud-Ouest et évolueront en chassant à partir de l'axe central longitudinal du Sud-Est au Nord-Ouest (Fig. 32) avec des gradins de 10 m de hauteur, inclinés à 30° par rapport à l'horizontale.

Les travaux de découverte précéderont de 20 à 30 m l'exploitation du niveau prévu pour l'extraction, alors que celle-ci se fera par couches inclinées .

Les moyens d'évacuation et de transport seront dimensionnés en fonction de la production journalière en tenant compte de l'éloignement de la station de concassage.

L'organisation du travail est la suivante :

- travail à un poste de 8 heures à raison de 5 jours par semaine.
- nombre de jours travaillés par an : $22 \times 10 = 220$ jours.

X-2. - ACCES ET OUVERTURE DE LA CARRIERE :

Le calcul des mélanges crus a imposé l'exploitation simultanée des gradins définis précédemment (chapitre IX).

L'accès à la carrière se fera directement à partir de la route au point d'intersection de la ligne médiane et du niveau 960 m. Il reste entendu qu'au préalable un décapage est nécessaire à réaliser sur 20 à 30 m ; suivant la planche n° 4 intitulée "Isopaques" ou puissances de la couverture.

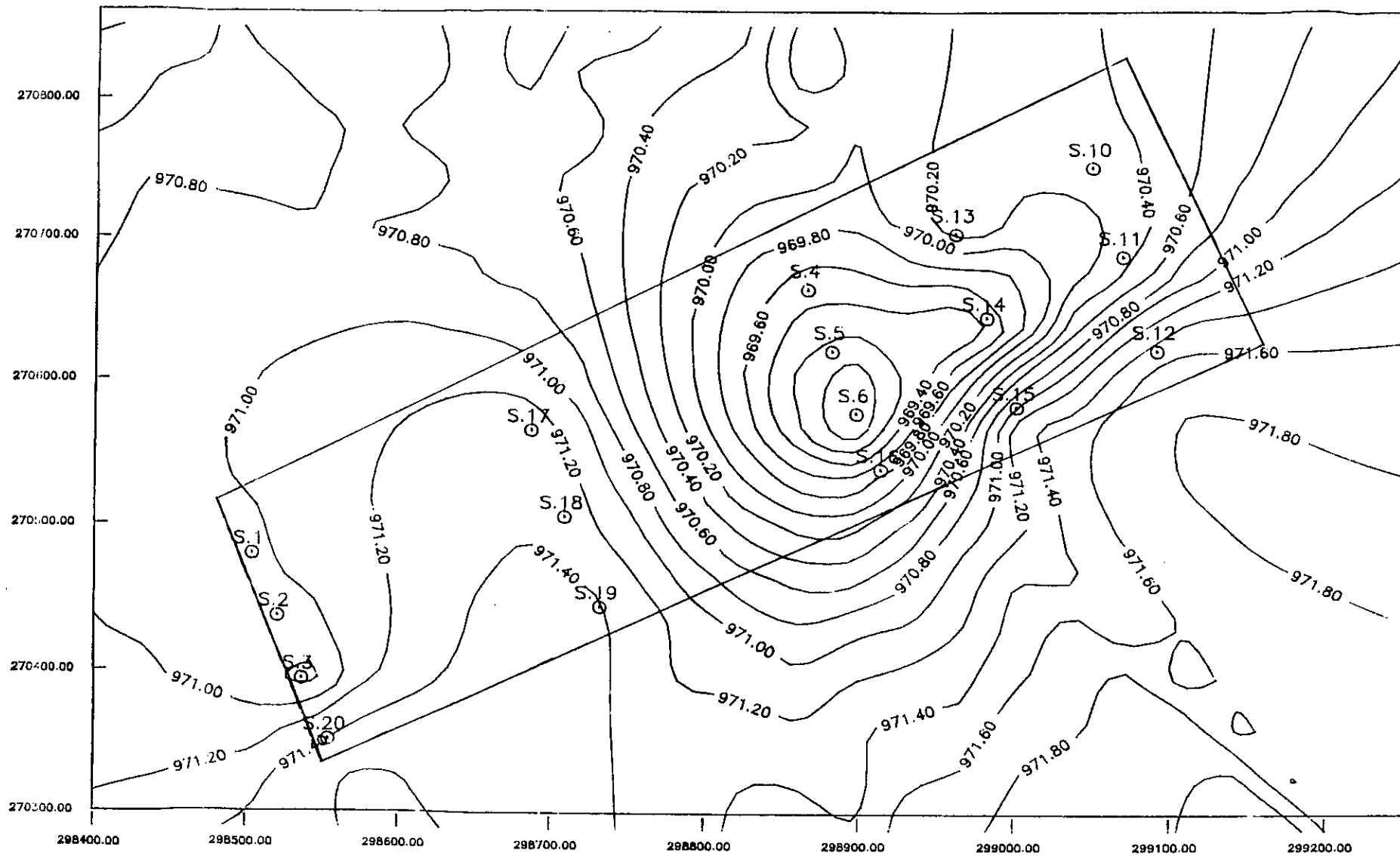
Cet accès se fera à l'aide d'une piste en tranchée ayant les paramètres suivants :

Longueur (L)	=	130 m ;
Largeur (l)	=	12 m ;
Pente (i)	=	8 % .

Arrivés au point indiqué plus haut, la réalisation d'une tranchée de 30 x 60 m sera nécessaire pour permettre les manoeuvres des camions. Cette tranchée se développera en chassant sur le niveau considéré (960 m) jusqu'aux limites Nord-Ouest et Sud-Est de la carrière.

Ces travaux préparatoires se poursuivront selon le mode opératoire suivant :

- développement du niveau 960 toujours en chassant et en prenant soin de stocker l'argile sur la plate-forme située au Nord-Est de la carrière pour la gerber ensuite et en faire un tas homogène avec l'argile provenant du niveau 950 m.
- l'accès en fouille du niveau 950 sera conditionné par la préparation d'un espace suffisamment important sur le niveau 960, de l'ordre de 60 à 80 m.
- ce niveau enfin atteint sera exploité également en chassant et alternativement avec le niveau supérieur.



ECH 1:85

Fig.31 Gisement d'argile (Cat.B) -
Toit des argiles exploitables (en m)

A ce stade de la préparation de la carrière, nous estimons que l'accès et l'ouverture sont achevés et que l'exploitation proprement dite pourra être entamée. (Fig. 32).

Néanmoins l'aspect hydrogéologique durant cette étape, ne doit pas être négligé. Et de fait, les travaux y afférant ne devront en aucun cas être différés. Les appréhensions soulevées au chapitre VIII devront attirer toute l'attention de l'exploitant.

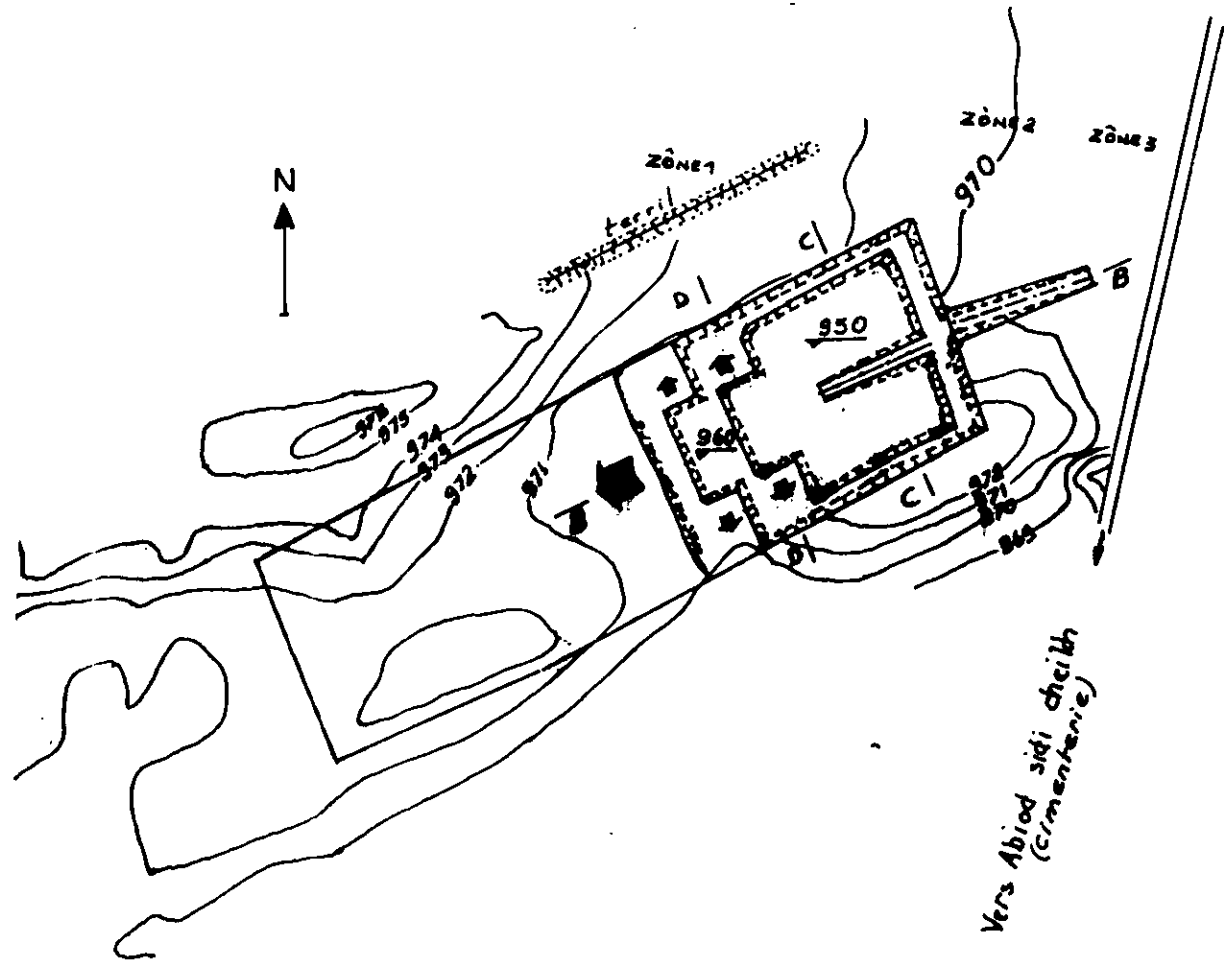
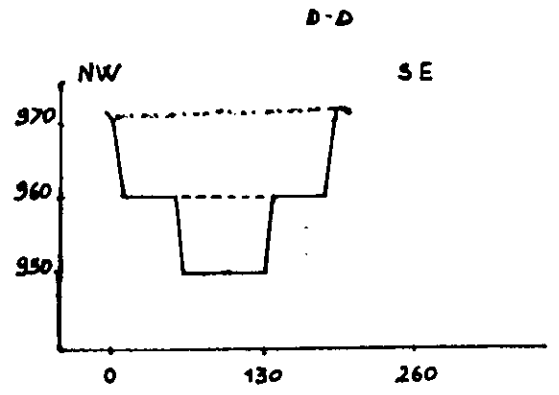
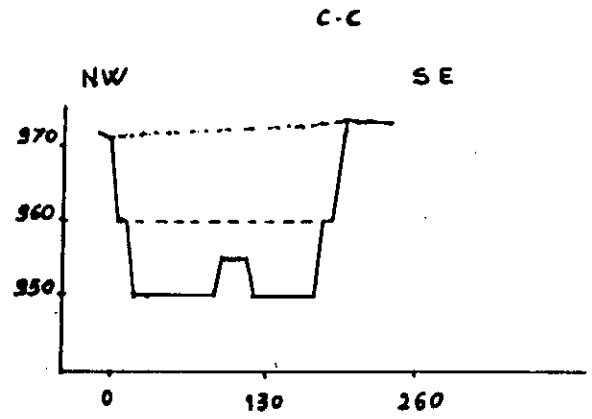
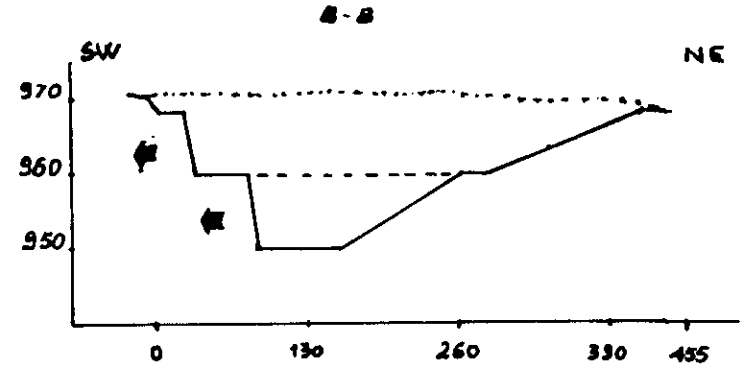
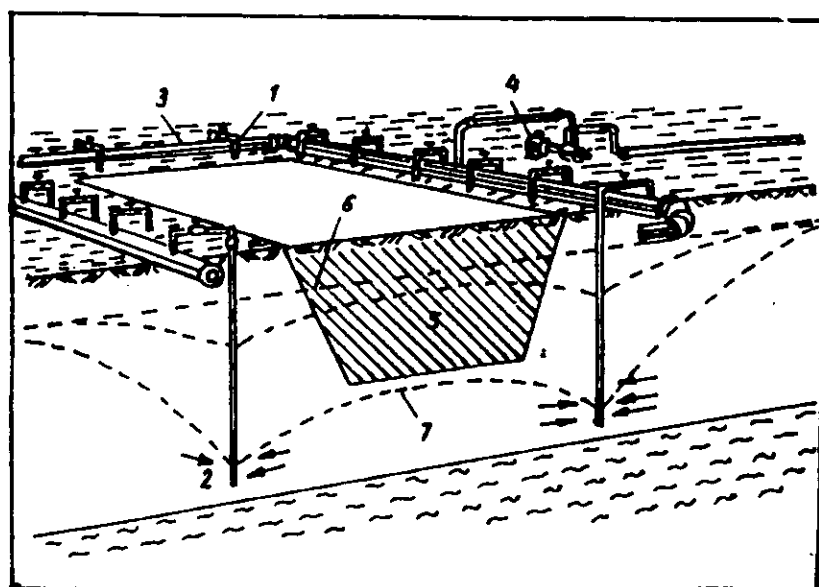


Fig.32 Gisement d'argile. (Echelle: 1/6500)
Ouverture et exploitation des niveaux 960 et 950 m.

Profils d'exploitation



Ces travaux constitueront donc une partie intégrante des travaux préparatoires. Aussi et compte tenu de leur prix de revient excessivement élevé si l'on venait à opter pour les grands moyens tels que le système de forages (Fig. 33) ou des tranchées par ailleurs insuffisamment justifiées, nous préconisons dans un premier temps des observations de terrain. Ceci, nous amènera probablement à utiliser un pompage classique à faible débit.



- 1- Forage
- 2- Arrivée d'eau suivant le cône créé par le pompage
- 3- Tuyauterie d'évacuation
- 4- Pompe refoulante
- 5- Champ de carrière asséché
- 6- Niveau statique
- 7- Niveau de rabattement

Fig.33 Assèchement de la carrière par un système de forages

X-3. - AIRES DE STOCKAGE :

Pour répondre aux proportions exigées par les mélanges crus, nous prévoyons pour l'exploitation de ce gisement trois zones de stockage :

- la première sera destinée à l'entreposage des stériles et est localisée au Nord du gisement (Fig.32). Ces stériles seront transportés par camions à 200 mètres environ des limites Nord et déposés le long de ces limites sous forme de merlan afin de minimiser la venue des eaux de précipitation évacuées par la chaîne de montagne ayant la fonction d'un petit bassin versant.
- la deuxième et la troisième zones seront destinées à l'entreposage de l'argile exploitée des niveaux 960 et 950 m en vue de sa reprise et de son transport vers la station de concassage à raison de 50 % chacun.

Le déversement se fera sur une plate-forme aménagée à cet effet à proximité du concasseur primaire.

La reprise de l'argile, se fera par un chargeur sur pneus, de bas en haut du tas, de manière à réaliser un bon mélange avant son admission dans le concasseur primaire, cela devant être conditionné par un stockage de l'argile en couches (étalement) pour diluer au maximum les teneurs en alcalins et atteindre les teneurs admissibles en chlore.

Si pour le terril, l'accès pourra se faire directement de l'endroit de décapage, par contre pour le stockage des argiles en zones 2 et 3, l'accès suivra les tranchées intérieure et extérieure décrites précédemment.

X-4. - TRAVAUX DE DECOUVERTURE :

La surface destinée à l'exploitation ne présente pas un volume important de stériles à dégager, soit 190 x 610 m.

En effet, les courbes d'isopaques (Fig.34) montrent que la puissance des stériles varie de 0,30 m à 1,80 m avec une moyenne de 0,65 m, prédéterminant un volume de 175 000 m³ environ à dégager en 50 ans et exprimant un coefficient de découverte (Kd) évalué à 0,08 .

L'enlèvement des stériles donnera une configuration de la surface prête à l'exploitation en forme de cuvette localisée principalement au centre du champ de carrière (Fig.32).

Par ailleurs, des stériles internes sous forme de couches inclinées et intercalées dans les argiles, de puissance variable de 5 à 20 cm et comprenant des calcaires argileux et des grès (Fig.8) seront extraits et évacués durant toute la durée de vie de la carrière. (Fig.9) (environ 10.000 m³)

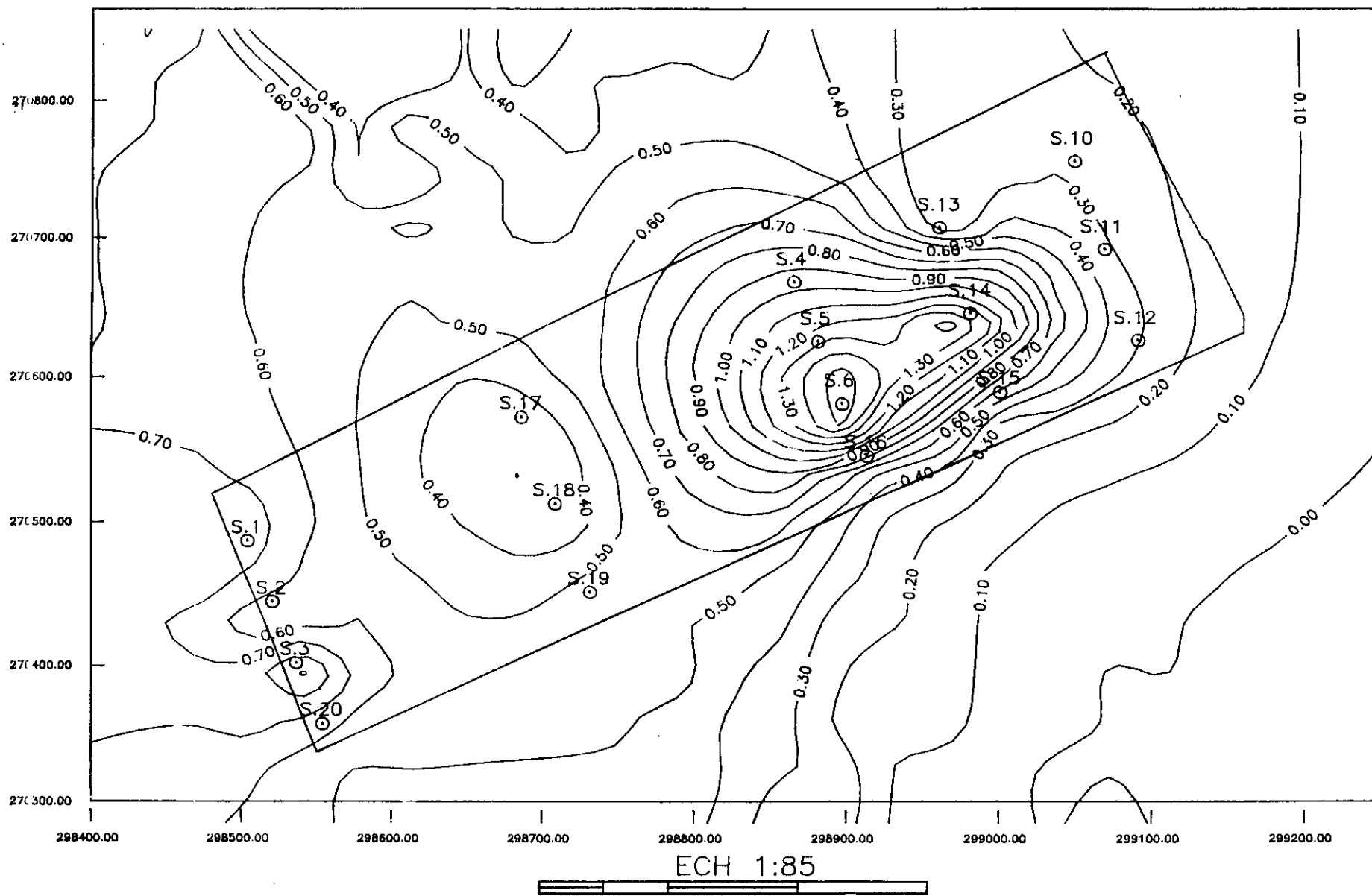


Fig.34 Gisement d'argile (Cat.B) - Courbes d'isopaques (en m)

En somme, le coefficient de découverte moyen pour toute la carrière peut être exprimé ainsi :

$$Kd = \frac{V_{st}}{V_a} = \frac{185\ 000}{2240\ 000} = 0,08; \text{ avec } \begin{array}{l} V_{st} : \text{volume total des stériles} \\ V_a : \text{volume total des argiles à} \\ \text{exploiter (m}^3\text{)}. \end{array}$$

X-5. - EXTRACTION, CHARGEMENT ET TRANSPORT DE L'ARGILE :

Pour des raisons économiques et d'ordre pratique liées à l'entretien et à la maintenance, les engins seront utilisés aussi bien en carrière d'argile, qu'en carrières de calcaires et de sable.

Aussi, leur surdimensionnement en carrière d'argile est volontaire.

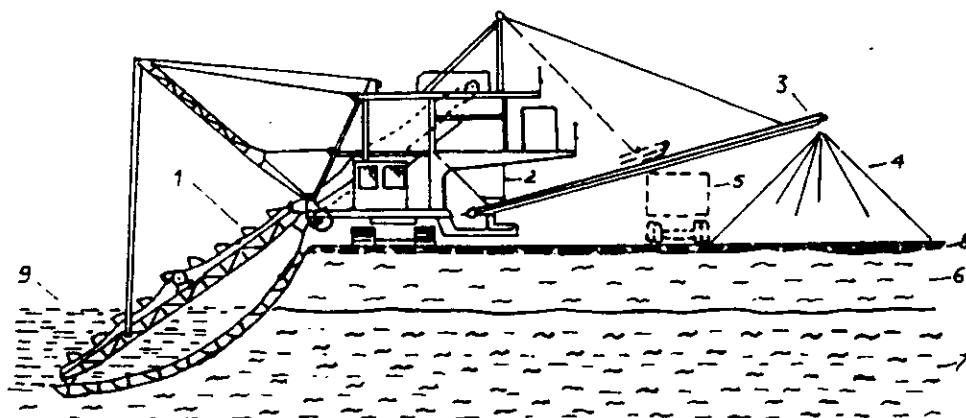
X-5-1. - Extraction :

Cette opération principale du reste, se fera au bulldozer et consiste à ripper l'argile suivant le plan incliné à 30° par rapport à l'horizontale (formant le talus) puis à refouler cette argile au bas du talus. La profondeur du rippage ne dépassera pas 0,5 m, ce qui permettra d'extraire sélectivement les intercallations de calcaires argileux et de grès .

Le gerbage en tas de l'argile s'effectuera sur des tranches de 50 m (réparties sur toute la longueur du front de taille) pour assurer une homogénéisation des argiles en carrière.

Cela revient à opter pour la 2° méthode indiquée dans le Chapitre VIII.4 de la présente étude et consacrée à "l'exploitabilité du gisement d'argile".

Il apparaît que "l'extraction à l'aide d'engins adéquats" (1° méthode) nécessitera l'utilisation d'un excavateur à multi-godets se déplaçant sur rails ou à chenilles et sur une plate-forme aménagée et sèche, c'est à dire au-dessus du stot de protection, le long du front de taille, alors que les godets fixés à la flèche raclent le talus inondé et remontent la matière à la surface (Fig. 35). S'il s'adapte parfaitement à ce type de gisements, il exige, de par sa conception, une production autrement plus importante et un matériau à extraire uniformément meuble et non traversé par des intercalations dures ou mi-dures de type calcaires et grès.



- 1- Extracteur à godets
- 2- Trémie tampon (5 à 10 m³)
- 3- Transporteur orientable permettant, au choix:
 - 4- la mise au stock
 - 5- le chargement rapide des Dumpers
- 6- Argiles sèches (stot de protection)
- 7- Argiles saturées d'eau
- 8- Couverture
- 9- Eau (résiduelle) après extraction des argiles

Fig. 35 Utilisation d'un excavateur à multi-godets

Si, pour l'option retenue, le pompage se fera ponctuellement, la 3^e méthode préconisée fait référence à une extraction classique, c'est à dire au bulldozer "à l'aide de tranchées de drainage".

Il s'avère que le creusement de telles tranchées, outre son coût élevé, ne résoudra pas le problème de l'eau contenue dans la masse argileuse, évitera certes certains écoulements superficiels mais ne pourra faire écran à l'écoulement souterrain.

En prenant donc les hypothèses de calcul suivantes :

- bulldozer équipé d'une lame droite, de marque CATERPILLAR.
- refoulement sur une distance moyenne de 50 m500 m³/h
- conducteur de compétence moyenne0.75
- matériau fragmenté au ripper (éventuellement à l'explosif)0.70
- refoulement en tranchée1.20
- pente descendante impliquant un coefficient de refoulement de1.00
- efficacité du travail 50 mn/heure0.84

et en restant dans la gamme du D8, la production horaire de matériau foisonné serait de :

$$500. 0,75. 0,70. 1,20. 1,00. 0,84 = 264 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Cette production nous permet de déterminer le nombre de jours qui seront consacrés par an aux travaux d'extraction et de découverte.

X-5-1-1. - Le temps nécessaire annuellement :

A l'exploitation :

$$T_a = \frac{P_a \cdot K_f \cdot E_{ff}}{\gamma_a \cdot P_b \cdot T_p} ; \text{ j/an}$$

Avec :

P_a = production annuelle de la carrière.... $P_a = 94\ 984 \text{ T/an}$

K_f = coefficient de foisonnement..... $K_f = 1,13$

γ_a = poids volumique de l'argile..... $\gamma_a = 2,12 \text{ T/m}^3$

P_b = production horaire du bulldozer D8.... $P_b = 264 \text{ m}^3/\text{h}$

E_{ff} = efficacité du travail..... $E_{ff} = 0,84$

T_p = durée du poste..... $T_p = 8 \text{ heures.}$

ainsi :

$$Ta = \frac{94984 \cdot 1,13 \cdot 0,84}{2,12 \cdot 264 \cdot 8} ; Ta = 20,13 \text{ jours/an}$$

A la découverte :

$$T'a = \frac{Vst \cdot K'f \cdot Eff}{st \cdot Pb \cdot Tp} ; j/an$$

Avec :

Vst = volume total annuel des stériles internes (Vsti) et de couverture à déplacer (Vstd)

$$Vst = Vsti + Vstd = 5000 + 4000 = 9000 \text{ m}^3.$$

K'f = coefficient de foisonnement, K'f = 1,15

ainsi :

$$T'a = \frac{9000 \cdot 1,15 \cdot 0,84}{264 \cdot 8} = 4,11 \text{ jours/an}$$

Le temps total (Tt) nécessaire annuellement au bulldozer D8 pour réaliser les travaux d'exploitation et de découverte est égal à :

Tt = Ta + t'a soit Tt = 24,25 j/an; on prendra pour la commodité 25j/an.
Ce qui représente 11 % environ comme utilisation de l'engin.

Si l'on considère que le temps consacré à la mise en tas (gerbage), à la confection des terrils et des stocks ainsi qu'à l'entretien des pistes et tranchées représente aussi 25 jours/an, l'utilisation du bulldozer D8 atteindra 22 %.

Et si l'on considère 5 à 10 % du temps prévu pour l'entretien et la maintenance de l'engin, on aboutira au total à une utilisation de 27 à 32 %, soit presque le tiers de sa capacité.

X-5-2. - Chargement :

Le chargement se fera avec un chargeur sur pneus pour une facilité de manoeuvres et une importante capacité de rendement.

Pour une production horaire du bulldozer estimée à 264 m³/h et si on considère un cycle de chargement de 0,80 mn, un temps de travail effectif de 50 mn par heure, un rendement volumétrique

de 90% et la densité du matériau étant de 2,12 tonnes/m³, alors la taille du godet et le modèle de machine peuvent être déterminés comme suit :

A pleine efficacité, le chargeur sur pneus effectue 75 cycles par heure; étant donné que l'engin ne travaille réellement que 50 mn par heure, il ne fera que 62 cycles.

En consultant les abaques " CATERPILLAR " [16] et partant des hypothèses ci-dessus énumérées, on peut déterminer les paramètres suivants :

- La charge utile requise4 m³/cycle
- Le godet requis4,50 m³
- Le tonnage horaire.....530 t/h

Ce qui correspond à un chargeur sur pneus du type 980 C avec un godet ROCK (V) (conçu pour roches et avec bord en V) de marque Caterpillar ou un chargeur équivalent dont le volume nominal du godet doit être de 4 m³.

Le tonnage horaire (530 t/h) du chargeur permet d'assurer une production de 932 800 tonnes par an, ce qui est largement suffisant, la production annuelle demandée en argile étant de 94984 tonnes, équivalent à une utilisation de l'engin de 10 % environ, auquel il convient d'ajouter 3 % pour le chargement des stériles.

Considérant que l'engin sera également utilisé lors de la reprise des stocks en carrière et à proximité du concasseur primaire, on peut estimer que le chargeur 980 C sera réellement utilisé à 23 % environ de sa capacité dans les argiles.

En estimant également à 5 à 10 % du temps prévu pour l'entretien et la maintenance, l'utilisation totale de l'engin atteindra 28 à 33 %.

X-5-3. Conclusion sur les moyens d'extraction et de chargement

En estimant à 3 mois environ le temps nécessaire au bulldozer D8 et au chargeur 980 C tous deux de marque CATERPILLAR pour assurer tous les travaux d'extraction et de chargement, il est évident que ces engins soient surdimensionnés.

Néanmoins, deux avantages apparaissent au vu des particularités existantes sur le site :

- a) la courte durée d'exploitation (3 mois) nous permet de choisir la période la plus favorable pour engager les travaux en fonction :

- * des vents de sable (gênants pour l'homme et la machine).
- * de la présence d'eau particulièrement.

Ainsi le besoin permanent de pompage (Fig. 32), le creusement de tranchées de drainage ou l'utilisation d'un engin adapté tel que l'excavateur à multi-godets dont l'installation, l'entretien, le coût et le rendement ne seront jamais justifiés au vu de la faible capacité de la carrière d'argile, ne sont plus nécessaires.

On exploitera lorsque la fouille sera sèche ou à la limite avec un pompage ponctuel préalable si l'eau persiste encore après l'évapotranspiration (120 mm/an).

- b) le temps annuel consacré à la carrière d'argile étant relativement court (60 à 70 jours) et les besoins étant importants par ailleurs (carrières de calcaire et de sable avec respectivement 391 715 t/an et 17 533t/an), les engins précédemment choisis seront maintenus pour ces chantiers.

En fait comme nous le verrons également avec les moyens de transport, les engins de carrières de la Cimenterie d'El-Abiod-Sidi-Cheikh seront utilisés sur les trois chantiers.

X-5-4. - Transport :

Le volume annuel des stériles à transporter étant pratiquement insignifiant (9000 m³ environ) il n'y a pas lieu d'affecter un camion pour cette opération dont les besoins journaliers n'excéderont pas les 40 m³.

Un camion destiné au transport de l'argile pourra assurer le déplacement des stériles à l'occasion, sur une distance de 400 m environ.

Le transport des argiles nécessitera des Dumpers de 35 tonnes américaines correspondant à 31,8 tonnes métriques équivalent à 17 m³ de volume à ras.

Le volume journalier à charger sur camion étant :

$$V_j = \frac{P_j \cdot K_f}{\gamma_a}$$

avec P_j : production journalière ; $P_j = 431$ tonnes.

$$\text{d'où : } V_j = \frac{431 \cdot 1,13}{2,12} = 230 \text{ m}^3$$

Le nombre de voyages à effectuer par ces Dumpers, nécessaires pour déplacer 209 m³ pendant 8 heures de travail avec une efficacité de 0,84 serait de :

$$V1 = \frac{230}{17} = 13,52 \text{ voyages, prenons pour simplifier } 14.$$

Le nombre de voyages que peut effectuer un Dumper pendant 8 heures avec une efficacité de 0,84 serait de :

$$V2 = \frac{8 \cdot 0,84 \cdot 60}{Tc} \text{ avec } Tc = \text{Temps du cycle, estimé à } 30 \text{ mn.}$$

Soit 13,14 voyages. Prenons 14 voyages.

Le nombre de Dumpers nécessaires pour assurer la production demandée se détermine de la manière suivante :

$$Nc = \frac{V1}{V2} = \frac{14}{14} = 1 \text{ soit } 1 \text{ Dumper de } 35 \text{ T US.}$$

Cependant et pour pouvoir transporter la production annuelle d'argile en 3 mois, pour respecter les délais précédemment définis pour l'extraction et le chargement et pouvoir dégager ce chantier, il y a lieu de prévoir 4 Dumpers R.35.

Ces mêmes Dumpers, une fois les travaux accomplis dans la carrière d'argile, suivront le Bulldozer D8 et le chargeur sur pneus 980 C sur les carrières de calcaire et de sable.

CHAPITRE XI - EXPLOITATION DU GISEMENT DE CALCAIRE (SUR-DOSE)

Les aspects géologiques et géochimiques tant qualitatifs que quantitatifs sont traités dans les chapitres précédents.

Nous citerons notamment :

- les limites de la carrière.
- l'apport de ce constituant pour les mélanges crus.
- l'évaluation de la couverture.
- l'évaluation des réserves.
- l'ordre d'exploitation.

Les valeurs caractéristiques déterminées précédemment et qui serviront dans l'étude de l'exploitation de cette carrière sont :

- le volume total de calcaire exploitable : 24.718.400 tonnes.
- le volume total de calcaire à extraire : 19.585.750 tonnes (catégorie B1)
- la durée de vie de la carrière est de 50 ans (catégorie B1)
- la demande annuelle moyenne de calcaire est de : 391.715 tonnes.
- la hauteur des gradins est de 15 m.
- les niveaux à exploiter conjointement avec les niveaux d'argile sont de haut en bas : 1015 - 1000 - 985 - 970 et 955 m.

Il convient de signaler qu'il est prévu 6 mois d'exploitation en calcaire, ce qui nous amène à doubler la production journalière prévue initialement pour atteindre 3560 t/jour.

XI-1. - SYSTEME D'EXPLOITATION ARRETE :

L'exploitation se fera par la méthode dite "avec transport" et l'abattage par forage et tir permettant l'ameublement de la substance utile et des roches de découverte.

L'exploitation proprement dite se fera par gradins, d'une hauteur générale de 15 m, inclinés à 80° par rapport à l'horizontale (Fig. 36).

La direction du front de taille sera orienté vers le Sud-Ouest tandis que les fronts d'abattage se déplaceront vers le Nord-Ouest.

L'exploitation dans son ensemble suivra le "Planning des Travaux d'extraction". L'angle du talus de liquidation sera pris égal à 60° d'après la méthode graphique.

Les travaux de découverte s'effectueront au pétardage et au rippage par le bulldozer D8 Caterpillar sur une distance égale à la longueur du front d'abattage.

Ces travaux occupent une place importante dans l'organisation du travail, car durant ces travaux, on prendra soin de préparer également les banquettes de circulation de la sondeuse pour que celle-ci puisse à son tour entamer la foration des trous d'abattage.

Avant de commencer le chargement des trous, on procédera au transport des roches de couverture (refoulées au pied du gradin par le bulldozer) vers le terril situé en dehors du champ de la carrière.

Des bermes de sécurité et de transport seront prévues à chaque niveau et auront une largeur de 10 m pour permettre leur utilisation éventuelle comme pistes de circulation.

Les travaux d'abattage débiteront une fois les travaux préparatoires achevés. On entend par travaux préparatoires l'ouverture et l'accès, ainsi que la découverte et les aires de stockage et de terril.

XI-2. - ACCES ET OUVERTURE DE LA CARRIERE :

IX.2.1 - L'accès : se fera par une piste de 12 m de large qui longera la limite Nord-Ouest - Sud-Est où sera atteint le niveau 1000 m aux environs du sondage S.11.

La longueur de cette piste sera de 2000 m environ dont la réalisation se fera au pétardage et au bulldozer D8 avec une pente relativement douce (6 %).

XI.2.2 - L'ouverture : se développera alors suivant le contour Nord-Est - Sud-Ouest du gisement jusqu'aux sondages S.12 et S.14 où l'on procédera au découpage du niveau 1015 m. Une tranchée de découpage sera ensuite réalisée le long du profil B.B' jusqu'aux environs du sondage S.6 où la hauteur du gradin atteindra exceptionnellement 23.00 m. Cet ouvrage aura une largeur de 60 m et permettra de dégager un front de taille de 300 m de long qui se déplacera progressivement vers le Sud-Ouest. (Fig.36).

XI-2-3. - L'aire de stockage :

L'aire de stockage des calcaires (ainsi que celle des argiles) sera aménagée à proximité du concasseur primaire (une centaine de mètres environ de la trémie d'alimentation) pour faciliter sa reprise. Les aires de stockage serviront également à l'entreposage des matières premières comme appoint d'une part, à même de pouvoir respecter les dosages en cas d'arrêt en carrières et de ne pas laisser le concasseur travailler à vide, et d'autre part permettre aux carrières de fonctionner en continu en cas d'arrêt du concasseur primaire. Nous recommandons des stocks tampons pour une durée d'autonomie d'un mois, soit 39.172 tonnes de calcaire et 9498 tonnes d'argile à préparer avant les essais en charge du concasseur.

Ces stocks seront réalimentés au fur et à mesure de leur utilisation et feront l'objet de prélèvements d'échantillons à des fins d'analyses chimiques.

XI-2-4. - Le terril :

Quant à lui prévu à 200 m de l'autre côté de la piste d'accès soit au Nord-Est du gisement permettra l'entreposage des stériles.

XI-3. - **CHARGEMENT ET TRANSPORT** :

XI-3-1 - Chargement des calcaires :

Cette opération sera assurée, comme annoncée précédemment, par le chargeur sur pneus Caterpillar modèle 980 C, équipé de chaînes, avec un godet de 4 m³ de capacité nominale et un rendement évalué à 530 t/h.

Cet engin étant capable de charger 932.800 tonnes par an, son utilisation atteindra 42 % pour assurer un besoin de 391.715 t/an en 93 jours environ, correspondant à 4,2 mois.

Considérant que l'engin sera également utilisé pour le chargement des stériles estimés à 30 000 m³ représentés par des fragments de calcaire altéré et de sable très fin, il atteindra 45 %.

En somme, il sera utilisé à 80 % de sa capacité en intervenant dans les argiles et dans les calcaires.

Par ailleurs, le bulldozer D8 interviendra pour la mise en tas après le tir (soit 1 j/semaine correspondant à 44 jours/an), les accès des sondeuses à raison de 22 jours par an, ainsi que pour la confection des stocks à proximité du concasseur primaire à raison de 40 jours par an. Au total, le D8 sera utilisé durant 176 jours par an (soit 80 %).

XI-3-2. - Transport des calcaires :

Ce transport sera assuré par des Dumpers R.35, comme pour les argiles. Le même calcul développé pour le transport des argiles est repris ici pour déterminer le nombre de camions nécessaires au transport des calcaires à partir du front de taille au concasseur primaire, sur 2 km environ.

$$- V_j = \frac{P_j \cdot K_f}{\gamma_c} = \frac{(1780 \times 2) \cdot 1,2}{2,4} = 1780 \text{ m}^3$$

$$- V_1 = \frac{1780 \cdot 0,84}{17} = 87,25 \text{ soit } 88 \text{ voyages}$$

$$- V_2 = \frac{8 \cdot 0,84 \cdot 60}{T_c} = 26,88 \text{ soit } 27 \text{ voyages, avec } T_c=15\text{mn}$$

$$- N = \frac{V_1}{V_2} = \frac{88}{27} = 3,25 \text{ soit } 4 \text{ Dumpers R.35}$$

Nous remarquons que le nombre de Dumpers appelés à travailler durant les 6 mois consacrés à l'exploitation de la carrière de calcaire est conforme et nécessitera un 5ème Dumper de réserve.

XI-4. - TRAVAUX D'ABATTAGE :

Compte tenu de la résistance moyenne à la compression atteignant 368,27 kg/cm³ avec un minimum de 109,40 kg/cm³ et un maximum de 712 kg/cm³ déterminés sur 32 échantillons prélevés sur l'ensemble du gisement l'extraction des calcaires nécessitera l'utilisation d'explosif.

Il est important de rechercher la fragmentation maximale de la roche pour faciliter son chargement, son transport et son concassage et limiter au maximum le débitage secondaire au pied du gradin.

A cet effet, il est recommandé de recourir à des diamètres de forage faibles et peu espacés. Les diamètres des trous forés à la perforatrice manuelle seront de l'ordre de 40 mm avec des fleurets série 12 permettant l'introduction des cartouches de dynamite commune avec $\phi = 32$ mm, longueur 200 mm et poids 125 grammes, jusqu'à une profondeur maximale de 5 m.

Le forage au marteau servira à la préparation des accès et des plateformes pour la sondeuse, ainsi que pour les hauteurs des gradins d'exploitation atteignant 5 m et moins et lors du débitage secondaire.

Le marteau sera largement utilisé lors des travaux préparatoires :

- aménagement de la voie d'accès sur 2 km environ avec une largeur de 12 m à partir du concasseur primaire jusqu'à l'ouverture et la réalisation partielle de la plate-forme de travail au voisinage du sondage S.18 où la hauteur atteindra 5 m sur le niveau 1000 m.

- aménagement de la piste reliant la carrière au terril sur 200 m environ et une largeur de 12 m.

- aménagement des aires de stockage à proximité du concasseur primaire avec :

* pour les argiles : 22 x 22 m pour une hauteur de tas de 10 m.

* pour les calcaires : 43 x 43 m pour une hauteur de tas de 10 m.

En somme, il y a lieu de prévoir une plate-forme de 100 x 100 m pour permettre aux engins de manoeuvrer (Bulldozer D.8 - Chargeur 980 C et les Dumpers R.35).

Par ailleurs, une règle pratique et simple permet de déterminer le diamètre des trous à forer en fonction de la hauteur du gradin :

$$\phi = \frac{H}{150}$$

Où : ϕ = Diamètre des trous de forage (en mètres)
H = Hauteur du gradin (en mètres).

Dans notre cas, la hauteur maximale des gradins est :

- 23 m pour le niveau 1000 m.
- 15 m pour tous les autres gradins.

Les diamètres à adopter pour les différentes hauteurs possibles des gradins sont :

- pour 23 m, le diamètre de forage sera de 153 mm
- pour 20 m, le diamètre de forage sera de 133 mm
- pour 15 m, le diamètre de forage sera de 100 mm
- pour 10 m, le diamètre de forage sera de 66 mm

Compte tenu des diamètres de taillants normalisés, il est possible de proposer l'utilisation des diamètres suivants pour un marteau hors de trou :

Tableau N° 42 Diamètres à adopter pour les différentes hauteurs de gradins

HAUTEUR DU GRADIN (m)	MODE DE FORAGE	DIAMETRE DE FORAGE NORMALISE (mm)
0 - 3	Marteau perforateur	35 à 41
3 - 10	Marteau hors de trou	76
10 - 15	Marteau hors de trou	102
15 - 18	Marteau hors de trou	115

Les hauteurs moyennes des gradins sont données ci- dessous:

Tableau N° 43 Les hauteurs moyennes des gradins

GRADIN (m)	HAUTEURS MOYENNES (m)
1015	6,40
1000	12,25
985	11,97
970	15
955	15
940	15

Ces hauteurs sont comprises entre 6,40 m et 15 m. Ce qui nous autorise à choisir entre deux diamètres possibles, soit 76 mm ou 102 mm pour l'utilisation des marteaux hors de trous

XI-4-1. - Calcul du patron de forage (ou la géométrie du tir) :

XI-4-1-1. - Ligne de moindre résistance maximale :

Il est possible de calculer la ligne de moindre résistance V_{max} à partir de formules pratiques qui la relie aux diamètres des trous de forage.

Si nous privilégions les diamètres faibles, cela revient à adopter 76 mm.

$$\text{Aussi : } V_{max} = \frac{45 \cdot \phi}{1000} = 3,42 \text{ m.}$$

XI-4-1-2. - Sous-forage (ou sur-profondeur) :

$$L_s = 0,3 \cdot V_{max} = 1,02 \text{ m.}$$

XI-4-1-3. - Profondeur du trou (ou longueur totale de forage) :

$L_t = 1,05 (H_g + L_s) = 16,82 \text{ m}$; avec H_g - Hauteur du gradin ($H_g = 15 \text{ m}$).

XI-4-1-4 - Forage faussé (ou déviation du trou) : (Fig .37).

$$F = \frac{3 \cdot \phi}{1000} + \frac{3 \cdot L_t}{100} = 0,73 \text{ m.}$$

XI-1-1-5 - Ligne de moindre résistance pratique : (Fig.37)

$$V_1 = V_{\max} - F = 2,69 \text{ m.}$$

XI-1-1-6 - Espacement des rangées : (Fig .38)

$$a = 1,05 \cdot V_1 = 2,82 \text{ m.}$$

XI-1-4-7 - Espacement pratique des trous : (Fig .38)

$$E_1 = 1,25 \cdot V_1 = 3,36 \text{ m.}$$

XI-4-2. - Calcul de charge : (Fig .39)

XI-4-2-1. - Charge de fond

- Concentration de la charge du fond (nitré, type marmanite, explosif brisant).

$$C_f = \frac{\phi}{1000} = \frac{76}{1000} = 5,77 \text{ kg/m.}$$

- Hauteur de la charge de fond :

$$H_f = 1,3 V_{\max} = 4,44 \text{ m.}$$

- Poids total par trou de la charge du fond :

$$Q_f = C_f \cdot H_f = 5,77 \cdot 4,44 = 25,61 \text{ kg (valeur arrondie)}$$

- Bourrage : $H_b = V_1 = 2,69 \text{ m.}$

XI-4-2-2. - Charge allongée.

- Concentration de la charge allongée : (ammonitrate, type anfo mil, explosif moyennement brisant)

$$Ca = 0,5 \cdot Cf = 2,88 \text{ kg/m.}$$

- Hauteur de la charge allongée :

$$Ha = Lt - Hf - Hb = 16,82 - 4,44 - 2,69 = 9,69 \text{ m,}$$

soit $Ha = 9,70 \text{ m.}$

- Poids total par trou de la charge allongée :

$$Qa = Ca \cdot Ha = 27,93 \text{ kg/m, soit } 27,90 \text{ kg/m.}$$

XI-4-2-3. - Charge totale par trou :

$$Q = Qf + Qa = 25,60 + 27,90 = 53,50 \text{ kg ;}$$
$$Q = 53,50 \text{ kg.}$$

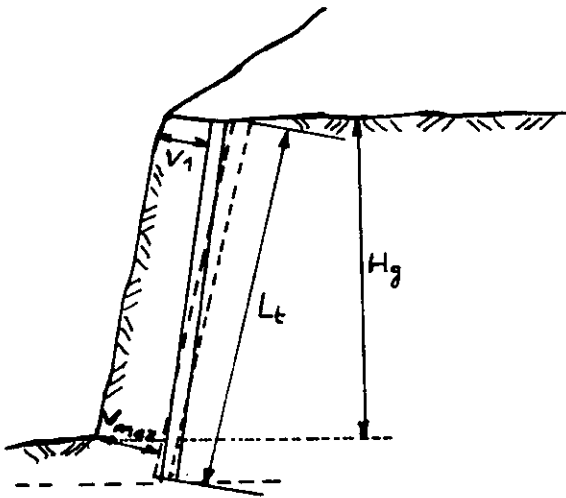


Fig. 37 Ligne de moindre résistance pratique (V1) ou banquette pratique avec déviation

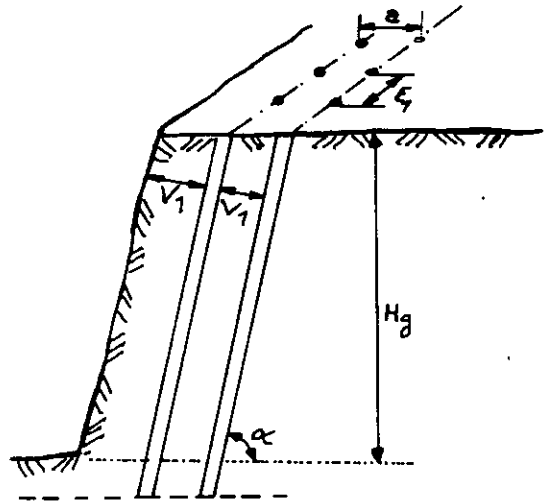


Fig. 38 Espacement des rangées (a) et des trous (E1)

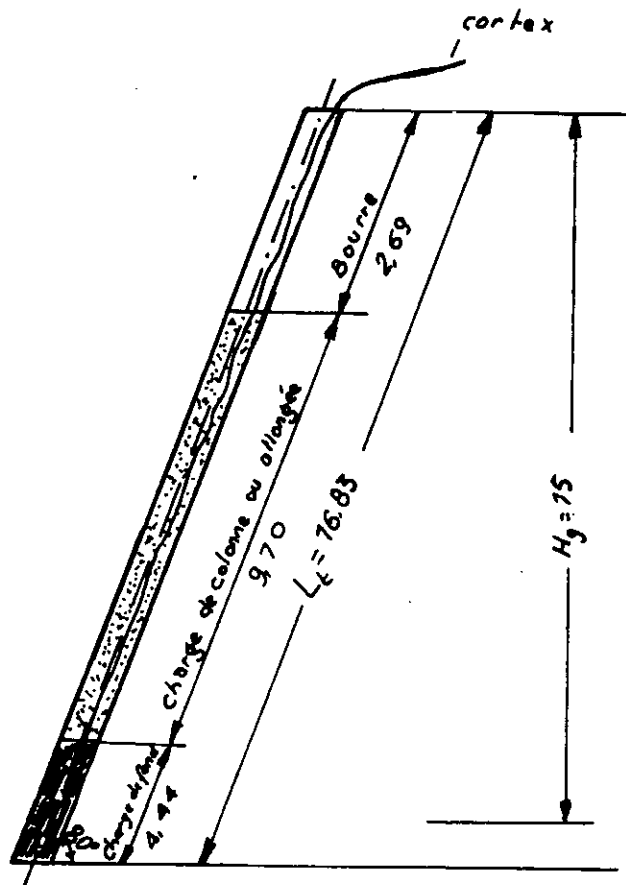


Fig. 39 Tir au front (hors échelle)

XI-4-2-4. - Charge spécifique :

$$q = \frac{\text{nombre de trous/rangée} \cdot \text{Charge par trou}}{\text{Volume / rangée}} ; \text{ kg/m}^3$$

Pour ce faire, calculons le nombre de trous par rangée (n).
Nous rappelons que la production annuelle de calcaire doit être réalisée en 6 mois, soit 391.715 tonnes.

La production hebdomadaire sera: $\frac{391.715}{26 \cdot 2,4} = 6277,48 \text{ m}^3$ soit pour la commodité de calcul 6280 m³

le volume abattu par trou sera de :

$$V = Hg \cdot E1 \cdot a = 15 \cdot 3,36 \cdot 2,82 = 142 \text{ m}^3.$$

Le nombre de trous nécessaire pour abattre 6280 m³ de calcaire sera alors de :

$$\frac{6280}{142} = 44 \text{ trous que nous envisageons de tirer en}$$

deux (02) rangées de 24 trous chacune, soit n = 22.
avec le volume /rangée = 6280 : 2 = 3140 m³.

$$\text{Alors } q = \frac{22 \cdot 53,50}{3140} = 0,3748 \text{ kg/m}^3$$

ou encore $q = 156 \text{ g/t.}$

XI-4-2-5. - Rendement d'un mètre de trou foré :

$$R = \frac{V}{L_t} = \frac{142}{16,82} = 8,45 \text{ m}^3/\text{m}$$

Les schémas de tir que nous recommandons sont dans les tableaux ci-après respectivement pour les diamètres de forage de 76 et 102 mm.

PARAMETRES DE TIR

Tableau N° 44 Pour un diamètre de forage de 76 mm

HAUTEUR DU GRADIN Hg (m)	10	15	20
Ligne de moindre résistance pratique V1 (m).....	2,85	2,69	2,53
Surprofondeur (m), Ls.....	1,02	1,02	1,02
Longueur totale de foration (m) Lt	11,57	16,82	22,07
Volume de roche abattue par trou (m3), V.....	107	142	167,48
Poids d'explosif par mètre/trou (en Kg).....	4,35	3,78	3,53
Longueur de charge par trou (m)..	8,72	14,14	19,54
Longueur de bourrage (m) Hb.....	2,85	2,69	2,53
Rendement, R (m3/m).....	9,25	8,45	12,12
Quantité d'explosif totale, Q/Kg.	37,93	53,50	69,09
- charge de fond, Qf.....	25,61	25,60	25,61
- charge allongée Qa.....	12,32	27,90	43,48
Nombre de trous / rangée, n.....	32	24	20
Consommation spécifique, q (g/t)..	148	157	169

Tableau N° 45 Pour un diamètre de forage de 102 mm

HAUTEUR DU GRADIN (m) Hg	10	15	20
Ligne de moindre résistance pratique V1 (m).....	3,93	3,77	3,62
Surprofondeur (m), Ls.....	4,91	4,71	4,52
Longueur totale de foration (m) Lt.....	15,85	20,69	25,74
Volume de roche abattue par trou (m3), V.....	202	279	243,52
Poids d'explosif par mètre/trou (en Kg).....	9,07	7,51	6,84
Longueur de charge par trou (m)	8,00	13,41	18,81
Longueur de bourrage (m) Hb....	3,93	3,77	3,62
Rendement, R (m3/m).....	16,93	16,24	15,31
Quantité d'explosif totale, Q/Kg	37,93	53,50	69,09
- charge de fond, Qf.....	62	61,98	61,98
- charge allongée Qa.....	10,60	38,74	66,82
Nombre de trous / rangée, n.....	17	12	10
Consommation spécifique, q (g/t).	151	154	157

XI.4.2.6 - Mise à feu :

Il y a lieu d'introduire un retard entre la mise à feu de deux (02) rangées. Ce retard est compris entre 5 à 8 millisecondes par mètre de couverture ou de ligne de moindre résistance. Ainsi, avec :

$$Hg = 15 \text{ m} :$$

- pour le diamètre de 76 mm : $V1 = 2,69$ et le retard est compris entre 14 et 22 ms.
- pour le diamètre de 102 mm: $V1 = 3,77$ et le retard est compris entre 19 et 31 ms.

Le schéma de mise à feu de la zone à abattre est donné à la figure N° 40. Il prévoit la mise à feu du cordeau détonant au moyen de détonateur électrique relié à un exploseur.

La mise à feu de deux lignes successives est retardée par l'introduction dans le circuit d'un relais entre les deux lignes. (Fig.40).

IX.4.2.7 - Débitage secondaire :

On prévoit une pelle excavatrice de réserve qu'on pourrait adapter en brise-bloc. Cela permet d'éviter l'utilisation d'explosif lors du débitage secondaire en assurant une économie et une meilleure sécurité dans le travail.

Il est évident que cette pratique ne peut écarter la disponibilité des marteaux perforateurs lors des travaux de préparation (petits gradins, ébranlement de roches en massif, aménagement des rigoles, petites tranchées ...), comme signalé en début de Chapitre.

Néanmoins, le schéma de tir adopté devrait permettre de minimiser la production de blocs hors gabarit.

On estime à 5 % le taux de ces blocs hors gabarit, ayant l'arête maximale égale ou supérieure à 1000 mm correspondant à la maille de la trémie d'alimentation du concasseur primaire.

Dans le cas d'un débitage à l'explosif, il y a lieu de forer un trou par bloc avec une profondeur égale au tiers de l'arête du bloc ayant une quantité d'explosif de l'ordre de 26 à 52 g/tonne pour des blocs de 1x1x1 m³ à 1x1x2 m³ et des cartouches de 125 g.

Ce qui équivaut à une consommation d'explosif de 32,64 Kg par volée avec une quantité moyenne de 40 g/tonne.

Pour ce faire, l'explosif utilisé sera de type brisant encartouché, l'amorçage se fera par des détonateurs électriques instantanés et le bourrage doit être bien tassé.

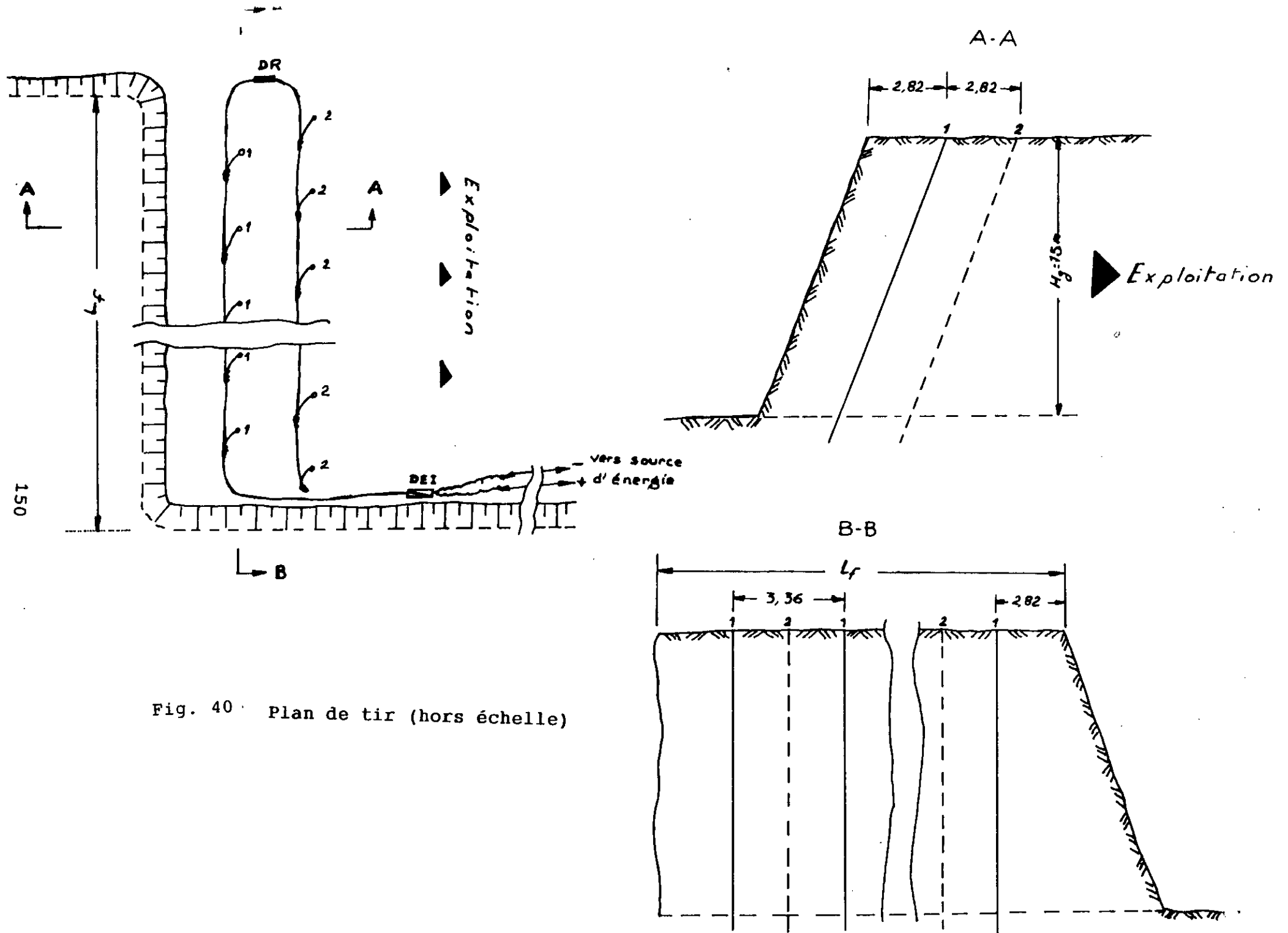


Fig. 40 · Plan de tir (hors échelle)

XI-4-3. - Consommation d'explosifs :

La production annuelle de calcaire étant de 391.715 tonnes, la consommation d'explosifs permettant son extraction serait de :

- pour la grosse volée :

$$391.715 \cdot 0,95 \cdot 0,157 = 58.424,28 \text{ Kg/an.}$$

- pour le débitage secondaire :

$$391.715 \cdot 0,05 \cdot 0,040 = 783,43 \text{ Kg/an.}$$

Soit un besoin en explosif de 59.207,72 Kg/an, (59 tonnes), exprimant :

- un besoin mensuel de 9868 kg

- un besoin journalier de 448,54 kg dont 233,91 kg d'anfomil et 214,62 kg de composé nitré.

Un dépôt de première catégorie d'une capacité de 5 tonnes devrait satisfaire les besoins du chantier en explosifs.

L'approvisionnement aura lieu 2 fois par mois à raison de 4934 kg .

XI-4-4. - Dimensionnement des moyens de forage :

Considérant le volume à abattre mensuellement égal à 27.200 m³ et sur la base des résultats de calculs exprimés dans les tableaux N°44 et N°45, nous déterminons le nombre de mètres à forer quotidiennement :

- pour = 76 mm : (27 200:R):22=(27 200: 8,45):22=146m/j
- pour =102 mm : (27 200:16,24) : 22 = 76 m/j

Considérant un travail effectif de 7 heures par poste de 8 heures, la longueur à forer par heure serait de :

- pour = 76 mm : 146 : 7 = 20,90 m/heure
- pour =102 mm : 76 : 7 = 10,85 m/heure

Calculons le nombre de sondeuses nécessaires pour réaliser la production demandée :

a) pour $\phi = 76$ mm et Hg = 15 m :

Nombre de trous = 48 (48 = n x 2)
Longueur de trou = 16,82 m
Longueur totale à forer = 807,36 m
Nombre d'heures nécessaires à la foration :

$$\frac{807,36}{20,90} = 38,62 \text{ heures}$$

Nombre de jours ouvrables requis : 5,51 jours.

Il va de soi qu'une foreuse ne suffirait pas, sachant qu'il faut consacrer une journée entière pour le chargement et le tir, ce qui implique une durée de foration hebdomadaire égale à 4 jours.

Pour ce faire, 2 sondeuses Atlas Copco équipées de taillants de 76 mm sont nécessaires avec des taux d'utilisation de 72,50 % et de 27,50 %.

b) pour $\phi = 102$ mm et Hg = 15 m :

Nombre de trous = 24 (24 = n x 2)
Longueur de trou = 20,69 m
Longueur totale à forer = 496,56 m
Nombre d'heures nécessaires à la foration :

$$\frac{496,56}{10,85} = 45,76 \text{ heures}$$

Nombre de jours ouvrables requis : 6,53 jours.

Pour les mêmes raisons que celles évoquées précédemment, deux (02) sondeuses Atlas Copco équipées de taillants de 102 mm seront nécessaires avec des taux d'utilisation de 61,19 % et de 38,81 %.

Il va de soi que deux compresseurs pour les marteaux hors de trou Atlas Copco seront nécessaires avec un débit minimum de 200 l/s et pouvant assurer des pressions de 12 bars.

De même pour les perforatrices manuelles de $\phi = 40$ mm au nombre de quatre (04) (décrits en début de ce Chapitre) où il est nécessaire de prévoir deux (02) compresseurs pour les alimenter, d'un débit minimum de 50 l/s avec des pressions de 7 bars.

CHAPITRE XII - EXPLOITATION DU GISEMENT DE SABLE (AJOUT SILICEUX)

L'exploitation du gisement de sable, utilisé à 4 - 5 % comme ajout siliceux lors de la confection du mélange cru, est particulièrement simple.

En effet, de qualité homogène (chimique et granulométrique) et de type dunaire, ce gisement, de par l'importance des réserves en catégorie B seulement (2.383.266 tonnes - Tableau N° 1) devant les besoins (876.650 tonnes pour 50 ans Tableau N° 41) présente des conditions technico-minières autrement plus favorables que pour les gisements d'argiles et de calcaires.

Le gisement est situé à 12 km environ au Sud-Est du futur site de la Cimenterie et à 6 km à l'Est de la ville d'El-Abiod-Sidi-Cheikh (Fig.3).

C'est le 3ème composant associé aux deux précédents dont les caractéristiques géologiques, chimiques et technologiques ont été traitées précédemment.

XII-1. - SYSTEME D'EXPLOITATION ARRETE :

L'exploitation se fera par reprise au godet du chargeur sur pneus type 980 C marque Caterpillar à partir des pieds de dunes.

En effet, par cette méthode, l'extraction s'effectuera dune par dune avec le développement progressif de la plateforme de circulation située aux niveaux de base des dunes, soit entre les côtes 903 et 909 mètres du Nord au Sud.

Le front de taille suivra momentanément la direction Est-Sud-Est correspondant aux dunes attaquées dans la zone centrale. Ce qui implique une extraction à partir du pied de la dune avec un déplacement de l'engin de chargement le long de cette dune.

La cohésion du sable étant faible, cette matière glissera toujours du haut vers le bas à l'endroit extrait, ce qui résultera par une diminution progressive de la hauteur de la dune, jusqu'à sa disparition.

Néanmoins, la configuration des dunes présente des ramifications interminables (Fig.12), ce qui nécessitera d'attaquer de front la dune et la suivre ainsi jusqu'à un endroit mince où la rupture devient favorable.

XII.2 - ACCES ET OUVERTURE DE LA CARRIERE :

L'accès empruntera la piste existante jusqu'au pied de la première dune située en zone centrale du gisement à hauteur du sondage S.26.

Nous privilégions cette zone, car elle présente des dunes moins encombrantes et moins hautes (3 à 10 m) et suffisamment éloignées les unes des autres pour faciliter les manoeuvres du chargeur et des camions, ce qui aura pour effet de créer une plate-forme importante (Fig. 40).

Cette plate-forme servira également comme ouverture principale car elle servira à réorienter le front de taille vers le Nord-Est pour exploiter les réserves en catégorie B.



Fig.41 Ouverture du gisement de sable
 (Echelle : 1/10 000)

XII.3 - CHARGEMENT ET TRANSPORT :

XII.3.1 - Chargement :

Le chargeur sur pneus 980 C, dimensionné dans le chapitre consacré à l'exploitation des argiles, est maintenu comme prévu, pour extraire et charger le sable.

Pour un besoin en sable évalué à 17.533 t/an, l'utilisation du chargeur atteindra un taux de 1,87 % ou à 2 % (en arrondi).

Considérant que l'engin sera également destiné à l'entretien de la plate-forme et à tous autres travaux, notamment le nettoyage des pistes lors des vents de sable, on estime qu'il sera utilisé ainsi à 5 % dans les sables correspondants à 11 jours/an.

En fait, cela revient à imposer l'organisation suivante: la production d'une journée suffirait pour un besoin de 20 jours. Ce qui nécessitera le déplacement du chargeur sur la carrière de sable une fois tous les 20 jours. En outre, la quantité de sable stockée durant cette période devra être sous abri.

Ce chargeur atteindra donc un taux d'utilisation de l'ordre de 85% en travaillant dans les argiles, les calcaires et les sables, ce qui est acceptable. Ce taux implique également une mobilisation de l'engin durant 187 jours ouvrables par an.

XII-3-2. - Transport :

Comme pour les argiles et les calcaires, le transport du sable sera assuré par des Dumpers R.35 sur une distance de 12 km.

Le nombre de Dumpers ainsi calculé est égal à 7. Mais comme nous ne prévoyons que 4 en circulation et, nous envisageons de charger et de transporter la quantité journalière prévue de sable (1440t/jour pour 11 jours de production par an) en 2 jours pour une autonomie de 20 jours en usine signalé plus haut.

Ce qui mobilisera le chargeur et les 4 Dumpers pendant 22 jours par an (à raison de 25 jours/mois environ) plutôt que 11 jours initialement prévus .

XII- 4. - TRAVAUX D'EXTRACTION :

Il n'y a pas à proprement dit de travaux d'abattage comme pour les autres carrières, mais des travaux d'extraction, le chargeur étant un engin d'extraction et de chargement.

L'extraction du sable se fera par reprises au godet à partir du pied de la dune . La régénérescence du sable extrait par du sable situé en amont, entrainera à terme la disparition de la dune .

CHAPITRE XIII : MOYENS DE REALISATION

Dans ce chapitre, nous regroupons tous les moyens matériels et humains nécessaires à la réalisation des objectifs :

- exploitation du gisement d'argile
- exploitation du gisement de calcaire
- exploitation du gisement de sable

Selon les conditions de travail déterminées précédemment eu égard aux contraintes géologiques et hydrogéologiques et particulièrement technologiques.

Le surdimensionnement des engins a été volontaire pour standardiser et minimiser la flotte d'une part et réduire le personnel exploitant tout en favorisant sa polyvalence, d'autre part.

XIII.2 - MOYENS MATERIELS :

Ces moyens ont été déterminés dans les chapitres X , XI et XII et se résument comme suit :

- un (01) Bulldozer type D8 Caterpillar équipé d'un ripper à une dent (pour l'extraction de l'argile et la découverte, en particulier).
- un (01) Chargeur sur pneus type 980 C Caterpillar.
- quatre (04) Dumpers R.35 pour le transport.
- deux (02) Chariots de forage Atlas Copco avec marteaux hors de trou (avec des taillants de ϕ 76 et 102 mm).
- deux (02) Compresseurs d'un débit de 200 l/s et de pression 12 bars.
- quatre (04) Perforatrices manuelles.
- deux (02) Compresseurs d'un débit de 50 l/s et de pression 07 bars.
- une (01) Pelle excavatrice (éventuellement).

A ces moyens d'exploitation, s'ajoutent des matériels d'entretien tels que :

- une (01) Niveleuse pour l'entretien des pistes.
- un (01) Camion arroseur pour l'entretien des pistes.
- une (01) Station de graissage mobile.
- deux (02) Véhicules tout terrain.
- un (01) Camion atelier.
- un (01) Camion citerne de Gaz-Oil.
- un (01) Atelier d'entretien (au niveau de la station de concassage).

auxquels il convient d'ajouter aussi le concasseur et les moyens afférents au concassage:

- un (01) Poste de soudure thermique.
- un (01) Poste de soudure électrique.

Pour une production annuelle maximale de matières à traiter (calcaire et argile) de 486.700 tonnes, la capacité du concasseur doit être de 277 t/h.

La capacité théorique de la station devra être de l'ordre de 400 t/h avec un rendement pratique de 70 %.

XIII.2 - MOYENS HUMAINS :

XIII.2.1 - Exploitation :

- un (01) Conducteur de Bull.
- un (01) Conducteur de Chargeur.
- quatre (04) Conducteurs de Dumpers.
- un (01) Chef de chantier "argile"
- un (01) Chef de chantier "calcaire et sable".
- un (01) Chef de poste des travaux de forage et de tir.
- deux (02) Foreurs.
- quatre (04) Mineurs (assistants des foreurs et manèment des marteaux perforateurs, manutention d'explosifs et chargement des trous).
- un (01) Artificier (ou boute-feu).

XIII.2.2 - Entretien :

- un (01) Conducteur de niveleuse, du camion arroseur et de camion citerne gaz-oil.
- un (01) Conducteur de la station de graissage mobile et du camion atelier.
- un (01) Agent graisseur.
- deux (02) Mécaniciens.
- un (01) Chef de station fixe d'entretien.

XIII.2.3 - Concassage :

- un (01) Chef de station.
- un (01) Surveillant de trémie.
- deux (02) Manœuvres pour le nettoyage.
- un (01) Electrotechnicien.
- un (01) soudeur.

XIII.2.4 - Sécurité :

- un (01) Responsable de sécurité.
- trois (03) Gardiens pour le dépôt d'explosifs.
- deux (02) Gardiens de nuit pour le matériel en carrière d'argile et de calcaire.
- deux (02) Gardiens de nuit pour les zones de parking au niveau de la station de concassage.

XIII.2.5 - Service Technique :

- un (01) Ingénieur des mines, responsable de l'exploitation des 3 carrières, des moyens humains et matériels ainsi que de la station de concassage.
- un (01) Technicien des mines pour le suivi permanent des chantiers.

Au total, pour faire fonctionner convenablement les 3 carrières, il y a lieu de prévoir 38 personnes (ou personnel d'exploitation) dont 6 affectés à la station, 8 à la sécurité (gardiennage ...), 6 à l'entretien du parc et 18 à l'exploitation proprement dite.

C O N C L U S I O N

La méthodologie présentée n'a pas la prétention d'apporter des solutions toutes faites, mais de mettre la lumière sur les aspects les plus importants en matière d'approche.

En effet, cette étude présente l'avantage de permettre à tout ingénieur minier, ayant pris connaissance des particularités technologiques de fabrication du ciment (ou clinker) de répondre au mieux à une alimentation du four par des combinaisons et des mélanges de matières premières appropriées, lors de la préhomogénéisation, c'est-à-dire avant même le broyage.

Il ressort que la complexité d'une telle étude ne réside pas, tant dans les techniques d'exploitation à mettre en place, mais surtout dans les voies et les moyens qui permettent de prendre option.

Ceci étant, l'exploitation des matières à ciment découle des combinaisons qu'il y a lieu d'envisager pour la fabrication du produit qu'est le clinker, sur le plan chimique, minéralogique et technologique. Ces combinaisons se traduisent d'abord par une intégration des différentes carrières de laquelle découlera ensuite le couplage des gradins à extraire.

Intervient alors la faisabilité d'une telle opération. Par faisabilité, nous entendons l'agencement de certains paramètres déterminants qui permettront de rendre cette opération réalisable ou non, à savoir, l'obtention d'une qualité chimique des matières en présence et leur durabilité, le respect des différents gradins ainsi couplés et enfin la possibilité de les extraire rationnellement, tout en assurant dans le temps et dans l'espace, un mélange cru (de matières premières) apte à la fabrication d'un bon clinker. **sans l'apport de by-pass.**

En outre, l'investissement étant très important (recherche des matières premières, études de process, engineering, construction de la cimenterie...) ainsi que les dépenses d'exploitation de l'usine (énergie, amortissements, salaires, charges diverses, entretien, consommables...) exigent une attention toute particulière dans l'extraction des matières premières, garantissant en permanence la production qualitative et quantitative du clinker.

Nous souhaitons que la présente étude, sous-tendue par des années d'expérience en laboratoires, en cimenteries et en carrières en Algérie et à l'Étranger, devienne un outil de travail pour les ingénieurs des mines en poste, dans des bureaux d'études ou dans des cimenteries, pour résoudre d'une manière approfondie et efficace les problèmes rencontrés lors de l'extraction des matières premières et ainsi maîtriser l'exploitation combinée des différentes carrières.

Un échantillonnage permanent en carrières devra toujours précéder le contrôle chimique et minéralogique du mélange cru qui reste non seulement souhaitable mais nécessaire, avec un contrôle systématique des paramètres technologiques du clinker obtenu.

Ceci représente la première action à mener. Dans ce cas précis, nous estimons que la présente étude est d'un apport certain, si toutes les précautions sont prises et si une volonté est manifestée pour la maîtrise de cette action.

La deuxième action, découle de la première et les technologues sont plus aptes à prendre les mesures nécessaires en matière de broyage de la farine et de sa cuisson dans le four pour assurer la qualité de la production demandée.

La troisième action devra s'orienter beaucoup plus vers le gain d'énergie, au niveau du broyeur et du four, avec la récupération des fumées, utilisées alors comme appoint d'énergie.

Enfin, la quatrième action devra être orientée vers la maintenance des équipements et la révision du système de rémunération et de motivation.

Il est vrai que tout cela nécessitera un autre type d'investissement, de nature beaucoup plus organisationnelle que financière, mais de sa réussite dépendront aussi les futurs projets lesquels auront l'avantage d'être mieux individualisés avec toute la rigueur et le professionnalisme pour assurer leur rentabilité.

Ce type d'investissement recherché et souhaité exige un modèle économique nouveau qu'il convient d'ores et déjà de maîtriser.

Un échantillonnage permanent en carrières devra toujours précéder le contrôle chimique et minéralogique du mélange cru qui reste non seulement souhaitable mais nécessaire, avec un contrôle systématique des paramètres technologiques du clinker obtenu.

Ceci représente la première action à mener. Dans ce cas précis, nous estimons que la présente étude est d'un apport certain, si toutes les précautions sont prises et si une volonté est manifestée pour la maîtrise de cette action.

La deuxième action, découle de la première et les technologues sont plus aptes à prendre les mesures nécessaires en matière de broyage de la farine et de sa cuisson dans le four pour assurer la qualité de la production demandée.

La troisième action devra s'orienter beaucoup plus vers le gain d'énergie, au niveau du broyeur et du four, avec la récupération des fumées, utilisées alors comme appoint d'énergie.

Enfin, la quatrième action devra être orientée vers la maintenance des équipements et la révision du système de rémunération et de motivation.

Il est vrai que tout cela nécessitera un autre type d'investissement, de nature beaucoup plus organisationnelle que financière, mais de sa réussite dépendront aussi les futurs projets lesquels auront l'avantage d'être mieux individualisés avec toute la rigueur et le professionnalisme pour assurer leur rentabilité.

Ce type d'investissement recherché et souhaité exige un modèle économique nouveau qu'il convient d'ores et déjà de maîtriser.

B I B L I O G R A P H I E

- [1] Monographies régionales - 1ère série - ALGERIE - N° 12.
L'Atlas Saharien Sud Oranais par A. CORNET. Alger 1952.
- [2] Rapport géologique final sur la recherche détaillée.
Projet Cimenterie d'Adrar. N. OUABED - UREG-BOUMERDES 1991.
- [3] Rapport géologique final sur la recherche détaillée
Projet Cimenterie de Béchar. .M. KHELKHAL - UREG.....
- BOUMERDES 1988.
- [4] Rapport géologique final sur la recherche détaillée
Projet Cimenterie d'El-Goléa. M. ADJOU - UREG BOUMERDES
1985.
- [5] Rapport géologique final sur la recherche détaillée
réalisée sur les gisements des matières premières.
Cimenterie d'El-Abiod-Sidi-Cheikh (Wilaya d'El-Bayadh).
Y. PETLITCHENKO - UREG BOUMERDES 1987.
- [6] Etude hydrogéologique pour l'alimentation en eau de la
future Cimenterie d'El-Abiod-Sidi-Cheikh - Rapport final
M. HADDADI - UREG - BOUMERDES 1988.
- [7] Rapport sur l'évaluation hydrogéologique de
l'exploitabilité du gisement de sous-dosé retenu pour la
production de ciment à El-Abiod-Sidi-Cheikh. I. CHILOV -
UREG - BOUMERDES 1987.
- [8] Cimenterie de Tizi-Ouzou. Gisement de calcaire.
Développement du système d'exploitation et aspects
économiques. Volume 2 - GESTION PLUS - UREG BOUMERDES
1988.
- [9] Cimenterie de Tizi-Ouzou. Gisement d'argile.
Développement du système d'exploitation et aspects
économiques. Volume 2 - GESTION PLUS - UREG BOUMERDES
1988.
- [10] Matériaux et éléments de construction. A. KOMAR.
4° Edition. Edition MIR - MOSCOU 1982.
- [11] Poradnik technologa przemysku CEMENTOWEGO. W. KURDOWSKI.
Arkady WARSZAWA. 1981.
- [12] Les alcalis dans le processus de la cuisson du clinker
portland (fassicule). Wies/aw. KURDOWSKI. 1985.
- [13] La normalisation française des ciments. Janvier 1982.

- [14] Guide de prospection des matériaux de carrière.
Y. BERTON et P. LEBERRE. BRGM - 1983.
- [15] Mines et Carrières - DUCHENE, LEBRUN, MORDOS, TSEMO.
Ecole Supérieure des Mines de PARIS. - 2° Edition -
1979.
- [16] Guide CATERPILLAR Matériels et méthodes. Edition 14 -
Octobre 1983.
- [17] Précis de forage des roches. K. HERMANN. DUNOD - PARIS.
1971.
- [18] Cours en techniques de tir - NITRO NOBEL - Suède 1976.
- [19] Manuel BICKFORD de l'utilisation pratique des explosifs
de mine dans leurs diverses applications. Etablissements
DAVEY BICKFORD SMITH et Cie - ROUEN - 2° Edition - 1949.
- [20] Bulletin GIMC (Groupement Industriel des Matériaux
de Construction) 1991.

REPUBLICQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

M0014/93A

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT DE GENIE MINIER

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

MEMOIRE DE MAGISTER

Présenté par : SFLH Mohamed

Ingenieur d'Etat - Diplômé de l'Université de Annaba

**Méthodologie d'exploitation des matières premières
à ciment dans le Sud Algérien
Cas de la future cimenterie d'El - Abiod - Sidi - Cheikh
(Wilaya d'El - Bayadh)**

SOUTENU EN JUIN 1993

ANNEXES

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT DE GENIE MINIER

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
École Nationale Polytechnique

MEMOIRE DE MAGISTER

Présenté par : SAUHI Mohamed

Ingénieur d'Etat - Diplômé de l'Université de Annaba

**Méthodologie d'exploitation des matières premières
à ciment dans le Sud Algérien
Cas de la future cimenterie d'El - Abiod - Sidi - Cheikh
(Wilaya d'El - Bayadh)**

SOUTENU EN JUIN 1993

ANNEXES

S O M M A I R E

ANNEXE N° 1.....	3
ANNEXE N° 2.....	5
ANNEXE N° 3.....	29
ANNEXE N° 4.....	55
ANNEXE N° 5.....	61
ANNEXE N° 6.....	71
ANNEXE N° 7.....	88

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

A N N E X E N° 1

CALCUL DES EPAISSEURS DE PROTECTION (OU STOTS DE
SECURITE) ET DU PLANCHER DE BASE POUR L'EXPLOITABILITE DU
GISEMENT D'ARGILE

Tableau N° 1 Calcul des épaisseurs de protection (ou stots de sécurité) et du niveau du plancher d'exécution au droit de chaque sondage (S), de chaque piézomètre (P) et de chaque puits (Fc) .

N° sondages piézomètres puits	Côte sup nat. (m)	Côte sur Argile (m)	Niveaux piézométriques (m)	Charge piézométrique (m)	Epaisseur de protection (m)	Côte du plancher d'exploit-
S. 10	970,58	930,88	960,58	29,70	16,81	947,69
S. 11	970,48	920,00	959,48	39,48	22,34	942,34
S. 12	971,98	921,98	953,98	32,00	18,11	940,09
S. 13	970,58	924,08	961,08	37,00	20,94	945,02
S. 14	970,64	920,64	959,64	39,00	22,07	942,71
S. 14	971,65	921,65	952,65	31,00	17,54	939,19
P2 (SH1)	970,58	927,00	961,00	34,00	19,24	946,24
P1 (SH2)	971,50	928,60	960,60	32,00	18,11	946,71
FC1 (S. 4)	970,45	930,45	960,90	30,45	17,23	947,68
P3	970,44	930,44	961,00	30,56	17,29	947,73
P4 (S. 5)	970,43	930,43	958,50	28,07	15,88	946,31
S. 6	970,35	930,35	956,85	26,50	15,00	945,35
P5 (S. 16)	970,17	929,57	952,19	22,62	12,80	942,37
Fp. 2	968,90	-	945,10	-	-	-
S. 17	971,68	928,68	961,18	45,50	22,92	943,60
S. 18	971,61	920,68	957,11	35,50	20,09	941,70
S. 19	972,07	921,61	950,57	28,50	16,13	938,20
P8	971,65	922,07	959,00	28,40	16,07	946,67
P7	931,30	930,20	959,00	28,80	16,30	946,50
P6	971,35	930,30	953,00	22,70	12,84	943,14
FC2	971,60	931,00	953,40	22,40	12,67	943,67
P9 (S. 3)	971,65	931,65	953,40	21,75	12,31	943,96
S. 20	972,12	930,12	951,82	27,70	12,28	942,40

Tableau N° 1 Calcul des épaisseurs de protection (ou stots de sécurité) et du niveau du plancher d'exécution au droit de chaque sondage (S), de chaque piézomètre (P) et de chaque puits (Fc)

N° sondages piézomètres puits	Côte sup nat. (m)	Côte sur Argile (m)	Niveaux piézométriques (m)	Charge piézométrique (m)	Epaisseur de protection (m)	Côte du plancher d'explo-
S. 10	970,58	930,88	960,58	10,00	5,66	966,24
S. 11	970,48	920,00	959,48	11,00	6,22	965,70
S. 12	971,98	921,98	953,98	18,00	10,18	964,16
S. 13	970,58	924,08	961,08	9,50	5,30	966,46
S. 14	970,64	920,64	959,64	11,00	6,22	965,86
S. 15	971,65	921,65	952,65	19,01	10,75	963,40
P2 (SH1)	970,58	927,00	961,00	9,58	5,42	966,42
P1 (SH2)	971,50	928,60	960,60	10,90	6,17	961,60
FC1 (S. 4)	970,45	930,45	960,90	8,55	4,84	966,74
P3	970,44	930,44	961,00	9,44	5,34	966,34
P4 (S. 5)	970,43	930,43	950,50	11,93	6,75	965,25
S. 6	970,35	930,35	956,85	13,50	7,64	964,50
P5 (S. 16)	970,17	929,57	952,19	17,98	10,17	962,36
S. 17	971,68	920,68	961,18	10,50	5,94	967,12
S. 18	971,61	920,68	957,11	14,50	8,20	965,31
S. 19	972,07	921,61	950,57	21,50	12,17	962,74
P8	971,65	922,07	959,00	12,65	7,16	966,16
P7	931,30	930,20	959,00	12,30	6,96	965,96
P6	971,35	930,30	953,00	21,35	12,08	965,08
FC2	971,60	931,00	953,40	10,20	10,30	963,70
P9 (S. 3)	971,65	931,65	953,40	10,25	10,33	963,73
S. 20	972,12	930,12	951,82	20,30	11,49	963,31

Tableau N° 2 Détermination du plancher de base pour une exploitation avec stat de protection

N° sondages piézomètres-puits	Côte de tête (m)	Epaisseur de couverture (m)	Niveaux piézométriques (m)	Epaisseur argiles sèches (m)	Rapport D/E	Charge piézométrique (m)	Epaisseur de protection (m)	Côte du plancher d'exploitation (m)
S. 10	970,58	0,30	960,58	9,70	0,030	10,00	5,36	965,94
S. 11	970,48	0,30	959,48	10,70	0,038	11,00	5,90	965,38
S. 12	971,98	0,30	953,98	17,70	0,017	18,00	9,64	963,62
S. 13	970,58	0,20	961,08	9,38	0,021	9,50	5,09	966,17
S. 14	970,64	1,60	959,64	9,40	0,170	11,00	5,90	965,54
S. 15	971,65	0,30	952,65	18,71	0,016	19,01	10,19	962,84
P2 (SH1)	970,58	0,54	961,02	9,04	0,060	9,58	5,13	966,13
P1 (SH2)	971,50	0,76	960,60	10,14	0,075	10,90	5,84	966,44
FC1 (S. 4)	970,45	1,00	960,90	7,55	0,132	8,55	4,58	965,48
P3	970,44	1,15	961,00	8,29	0,138	9,44	5,06	966,06
P4 (S. 5)	970,43	1,30	958,50	10,63	0,122	11,93	6,39	964,89
S. 6	970,35	1,00	956,85	11,70	0,153	13,50	7,23	964,08
P5 (S. 16)	970,17	0,40	952,19	17,58	0,022	17,98	9,63	961,82
S. 17	971,68	0,30	961,18	10,20	0,294	10,50	5,62	966,80
S. 18	971,61	0,30	957,11	14,20	0,021	14,50	7,77	964,88
S. 19	972,07	0,60	950,57	20,90	0,028	21,50	11,52	962,09
P8	971,65	0,70	959,00	11,95	0,058	12,65	6,78	965,78
P7	931,30	0,52	959,00	12,82	0,040	12,30	6,59	965,59
P6	971,35	0,62	953,00	20,73	0,030	21,35	11,44	964,44
FC2	971,60	0,78	953,40	17,42	0,044	18,20	9,75	963,15
P9 (S. 3)	971,65	1,00	953,40	17,25	0,058	18,25	9,78	963,18
S. 20	972,12	0,50	951,82	19,80	0,025	20,30	10,88	962,70
TOTAL		15,27		295,71			166,07	
MOYENNE		0,69		13,44			7,54	

A N N E X E N ° 2

GISEMENT D'ARGILE
MOYENNES CHIMIQUES PONDEREES PAR SONDAGE, PAR NIVEAU, PAR
BLOC ET DU GISEMENT

Cimenterie El Abiod Sidi Cheikh
Gisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux.
Sondage 91

Ech	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
	.00	.80		971.75															
836	.80	5.00	4.20	970.95	45.76	11.38	5.70	10.74	5.66	3.69	.29	.69	.67	.23				15.17	99.98
837	5.00	9.00	4.00		51.24	11.28	5.43	9.27	5.06	3.59	.14	.69	.22	.02				13.04	99.98
837	9.00	11.75	2.75		46.36	11.37	5.65	8.58	8.22	4.05	.15	.76	.22	.01				14.73	100.10
Niv N	.80	11.75	10.95	960.00	47.91	11.34	5.58	9.66	6.08	3.74	.16	.70	.39	.098				14.28	99.94
838	11.75	12.30	.55		46.36	11.37	5.65	8.58	8.22	4.05	.15	.76	.22	.01				14.73	100.10
839	12.30	16.00	3.70		49.41	19.19	6.46	6.79	5.91	4.51	.15	.86	.17	.03				12.38	105.86
840	16.00	20.00	4.00		52.84	12.06	5.80	6.72	6.17	4.22	.15	.81	.17	.02				11.10	100.06
841	20.00	21.75	1.75		42.64	11.84	5.93	10.74	7.49	3.94	.24	.74	.25	.01				16.15	99.97
Niv N-1	11.75	21.75	10.00	950.00	49.42	12.40	6.05	7.55	6.41	4.26	.16	.81	.18	.019				12.65	99.91
841	21.75	25.00	3.25		42.64	11.84	5.93	10.74	7.49	3.94	.24	.74	.25	.01				16.15	99.97
842	25.00	29.40	4.40		41.49	12.40	6.09	12.19	6.60	4.34	.26	.73	.17	.02				16.39	100.68
843	29.40	31.75	2.35		66.15	12.96	6.32	1.04	2.70	4.17	.42	.92	.20	.04				4.77	99.69
Niv N-2	21.75	31.75	10.00	940.00	47.65	12.34	6.09	9.09	5.97	4.15	.29	.77	.20	.021				13.58	100.15
843	31.75	32.50	.75		66.15	12.96	6.32	1.04	2.70	4.17	.42	.92	.20	.04				4.77	99.69
844	32.50	36.00	3.50		65.18	11.05	5.21	3.12	3.17	3.50	.41	.73	.22	.01				6.91	99.51
845	36.00	41.00	5.00		63.73	11.73	5.65	3.55	3.06	3.50	.32	.74	.17	.02				6.95	99.42
Niv N-3	31.75	41.00	9.25	930.75	64.47	11.57	5.53	3.18	3.07	3.55	.36	.75	.19	.017				6.75	99.44
Moy SI	.80	41.00	40.20		52.03	11.90	5.81	7.50	5.44	3.92	.23	.75	.20	.040				11.96	99.78

Cimenterie El Abiod Sidi Cheikh
Gisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux.
Sondage S2

Ech	de	a	ep.	Iniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
		.00	.40	.40	971.39														
846		.40	5.00	4.60	970.99	34.11	10.03	4.88	14.92	8.94	3.42	.34	.55	.60	.19			22.32	100.30
847		5.00	9.00	4.00		33.75	10.08	4.81	17.73	7.30	3.44	.39	.57	.25	.02			21.46	99.80
848		9.00	11.39	2.39		27.67	8.74	4.11	18.57	10.73	2.93	.11	.51	.17	1			26.25	100.79
Niv N		.40	11.39	10.99	960.00	31.92	9.76	4.68	16.73	8.73	2.68	.30	.54	.34	.088			22.86	98.63
848		11.39	13.00	1.61		27.67	8.74	4.11	18.57	10.73	2.93	.11	.51	.17	.01			26.25	99.80
849		13.00	17.00	4.00		40.80	12.03	5.16	10.67	8.95	3.95	.14	.64	.28	.01			17.77	100.40
850		17.00	21.00	4.00		44.09	12.92	6.30	9.14	7.03	4.29	.16	.74	.20	.02			14.73	99.62
851		21.00	21.39	.39		46.36	10.72	5.29	9.24	7.41	3.58	.14	.70	.17	.03			16.01	99.65
Niv N-1		11.39	21.39	10.00	950.00	40.20	11.82	5.45	11.27	8.40	3.90	.13	.66	.02	.014			17.85	99.71
851		21.39	25.00	3.61		46.36	10.72	5.29	9.24	7.41	3.58	.14	.70	.17	.03			16.01	99.65
852		25.00	29.00	4.00		49.14	11.00	5.19	8.53	6.90	3.38	.15	.67	.15	.02			14.60	99.73
853		29.00	31.39	2.39		42.92	11.54	5.62	10.33	7.69	3.92	.15	.69	.20	.01			16.89	99.96
Niv N-2		21.39	31.39	10.00	940.00	46.64	11.02	5.32	9.21	7.27	3.58	.14	.68	.16	.021			15.65	99.69
853		31.39	33.00	1.61		42.92	11.54	5.62	10.33	7.69	3.92	.15	.69	.20	.01			16.89	99.96
854		33.00	37.00	4.00		44.93	13.22	6.41	8.28	7.24	4.49	.17	.86	.17	.02			13.98	99.77
855		37.00	41.39	4.39		48.91	11.96	5.44	7.11	7.41	4.03	.17	.79	.45	.01			13.67	99.95
Niv N-3		31.39	41.39	10.00	930.00	46.35	12.39	5.85	8.09	7.38	4.19	.16	.80	.29	.014			14.31	99.82
855		41.39	41.60	.21	929.79	48.91	11.96	5.44	7.11	7.41	4.03	.17	.79	.45	.01			13.67	99.95
Moy S2		.40	41.60	41.20		41.09	11.21	5.31	11.43	7.96	3.56	.18	.66	.21	.035			17.77	99.42

Cimenterie El Abiod Sidi Cheikh
Gisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux.
Sondage S3

Ech	de	a	ep.	Niv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
	.00	1.00	1.00	971.65															
856	1.00	5.00	4.00	970.65	34.04	9.86	4.29	15.50	9.14	3.36	.25	.51	.52	.23			22.07	99.77	
857	5.00	8.90	3.90		39.85	11.90	5.45	11.80	7.72	4.27	.27	.62	.52	.10			17.62	100.12	
858	8.90	11.65	2.75		34.53	9.86	4.92	16.77	9.49	3.31	.16	.50	.27	.03			23.21	103.05	
Niv N	1.00	11.65	10.65	960.00	35.51	10.60	5.10	14.47	8.71	3.99	.23	.54	.45	.13			20.73	100.46	
858	11.65	13.00	1.35		31.53	9.86	4.92	16.77	9.49	3.31	.16	.50	.27	.03			23.21	100.05	
859	13.00	17.00	4.00		38.04	12.96	6.68	14.07	6.75	3.68	.17	.61	.30	.01			17.08	100.35	
860	17.00	21.00	4.00		41.27	12.93	5.96	11.46	6.95	4.31	.16	.67	.32	.03			16.04	100.10	
861	21.00	21.65	.65		35.86	10.84	5.01	12.59	10.13	3.92	.16	.54	.22	.02			20.89	100.18	
Niv N-1	11.65	21.65	10.00	950.00	38.31	12.39	6.04	12.39	7.41	3.89	.16	.61	.29	.021			17.73	99.24	
861	21.65	25.00	3.35		35.86	10.84	5.01	12.59	10.13	3.92	.16	.54	.22	.02			20.89	100.18	
862	25.00	29.00	4.00		35.53	10.63	5.23	14.27	9.23	3.48	.16	.52	.32	.04			20.62	100.03	
863	29.00	31.65	2.65		42.55	12.91	5.60	9.29	7.96	4.51	.19	.65	.27	.04			16.08	100.05	
Niv N-2	21.65	31.65	10.00	940.00	37.50	11.30	5.25	12.38	9.19	3.90	.16	.56	.27	.022			19.50	100.03	
863	31.65	32.65	10.00		42.55	12.91	5.60	9.29	7.96	4.51	.19	.65	.27	.04			16.08	100.05	
964	32.65	34.90	2.25		39.94	12.12	6.05	10.34	8.57	4.29	.18	.63	.22	.03			17.57	99.94	
865	34.90	37.10	2.20		40.78	12.39	5.45	9.64	8.88	4.25	.20	.62	.25	.04			17.52	100.02	
866	37.10	40.00	2.90		35.75	11.86	5.46	11.86	9.60	3.87	.19	.55	.30	.04			20.64	100.12	
Niv N-3	31.65	40.00	8.35	931.65	39.01	12.19	5.63	10.55	8.93	4.15	.18	.60	.26	.037			18.44	99.98	
May S3	1.00	40.00	39.00		37.48	11.57	5.49	12.79	8.54	3.97	.18	.57	.32	.054			19.15	100.11	

Cimenterie El Abiod Sidi Cheikh
Bisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux
sondage 94

ECH.	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
	.00	1.00	1.00	970.45															
870	1.00	3.60	2.20	969.45	52.68	11.86	5.60	8.29	4.00	3.85	.44	.68	.77	.281				11.81	99.9
871	3.60	7.80	4.20		45.69	12.10	5.61	10.28	5.96	3.85	.17	.67	.35	.031				15.14	99.8
872	7.80	10.45	2.65		49.77	13.87	6.05	6.77	5.89	4.37	.14	.73	.17	.023				12.23	99.9
Niv H	1.00	10.45	9.45	960.00	48.75	12.53	5.73	8.73	5.40	3.99	.23	.68	.33	.097				13.41	99.9
872	10.45	11.70	1.25		49.77	13.87	6.05	6.77	5.89	4.37	.14	.73	.17	.023				12.23	99.9
873	11.70	14.80	3.10		49.44	12.84	5.82	7.63	6.05	4.21	.12	.72	.17	.028				12.98	99.9
874	14.80	18.80	4.00		39.45	11.89	5.68	11.65	8.07	3.89	.18	.61	.17	.032				18.33	99.9
875	20.45	1.65	1.65		45.31	13.15	6.14	8.96	6.68	4.26	.29	.69	.15	.021				14.34	99.9
Niv H-1	10.45	20.45	10.00	950.00	44.80	12.63	5.84	9.34	6.94	4.11	.17	.67	.16	.027				15.25	99.9
875	20.45	21.60	1.15		45.31	13.15	6.14	8.96	6.68	4.26	.29	.69	.15	.021				14.34	99.9
876	21.60	25.50	3.90		41.49	12.91	6.18	12.15	5.65	4.30	.23	.65	.20	.018				16.18	99.9
877	25.50	29.10	3.60		57.31	14.85	6.63	4.16	3.27	4.58	.31	.84	.17	.014				7.82	99.9
878	29.10	30.45	1.35		62.90	11.62	5.36	3.58	3.69	3.53	.48	.74	.12	.015				7.76	99.7
Niv H-2	20.45	30.45	10.00	940.00	50.51	13.46	5.98	3.87	4.64	4.29	.29	.73	.17	.016				11.82	99.5
878	30.45	33.60	3.15		62.90	11.62	5.36	3.58	3.69	3.53	.48	.74	.12	.015				7.76	99.7
879	33.60	38.80	5.20		62.76	12.13	4.86	3.13	3.31	3.75	.44	.75	.95	.014				8.09	100.1
880	38.80	40.00	1.20		64.37	11.26	5.00	3.58	3.52	3.29	.51	.69	.20	.011				7.26	99.6
Niv H-3	30.45	40.00	9.55	930.45	63.00	11.85	5.04	3.33	3.46	3.61	.45	.72	.58	.013				7.87	99.6
Moy. 94	1.00	40.00	39.00		51.57	12.62	5.65	6.31	5.12	4.00	.28	.62	.30	.037				12.14	99.6

Cimenterie El Abiod Sidi Cheikh
Bisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux
sondage S5

ECH.	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
	.00	1.30	1.30	970.43	(couverture)														
881	1.30	5.80	4.50	969.13	30.24	8.55	4.08	17.07	10.23	2.93	.27	.42	1.05	.115				25.10	99.94
882	5.80	9.40	3.60		35.17	9.92	4.67	12.79	10.98	3.42	.16	.49	.27	.044				21.61	99.48
883	9.40	10.43	1.03		53.89	13.15	5.91	4.50	5.86	4.38	.15	.81	.25	.031				10.67	99.57
Niv N	1.30	10.43	9.13	960.00	34.84	9.60	3.08	9.24	10.03	3.28	.21	.49	.65	.077				22.41	99.71
883	10.43	13.40	2.97		53.89	13.15	5.91	4.50	5.86	4.38	.15	.81	.25	.031				10.67	99.57
889	13.40	17.40	4.00		43.76	12.20	5.54	8.91	8.04	4.08	.12	.71	.22	.039				16.02	99.60
890	17.40	20.43	3.03		47.03	12.18	5.27	8.07	7.29	4.05	.15	.77	.25	.032				14.51	99.57
Niv N-1	10.43	20.43	10.00	950.00	47.59	12.47	5.57	7.34	7.16	4.16	.13	.75	.23	.034				14.36	99.58
890	20.43	21.40	.97		47.03	12.18	5.27	8.07	7.29	4.05	.15	.77	.25	.032				14.51	99.57
891	21.40	22.80	1.40		42.71	11.32	5.43	8.77	8.30	4.66	.15	.71	.22	.040				17.32	99.70
892	22.80	26.60	3.80		47.64	12.74	5.57	6.78	7.18	4.90	.16	.77	.30	.036				13.99	100.00
893	26.60	29.80	3.20		45.65	12.34	6.03	7.14	7.95	4.74	.16	.77	.40	.039				14.93	100.11
894	29.80	30.43	.63		45.63	12.56	5.75	8.07	6.78	4.74	.16	.76	.62	.037				14.83	99.90
Niv N-2	20.43	30.43	10.00	940.00	46.12	12.34	5.66	7.38	7.56	4.72	.15	.76	.33	.037				15.03	99.94
894	30.43	34.30	3.87		45.63	12.56	5.75	8.07	6.78	4.74	.16	.76	.62	.037				14.83	99.90
895	34.30	36.90	2.60		45.85	12.40	5.73	6.85	7.65	4.78	.18	.76	.52	.036				14.85	99.57
896	36.90	40.00	3.10		47.06	12.60	6.09	6.13	7.64	4.78	.16	.81	.20	.036				14.46	99.63
Niv N-3	30.43	40.00	9.57	930.43	46.15	12.52	5.85	7.11	7.29	4.76	.16	.77	.45	.036				14.61	99.72
Moy. S5	1.30	40.00	38.70		43.84	11.76	5.07	7.74	7.97	4.17	.16	.69	.40	.045				16.49	99.73

Cimenterie El Abiod Sidi Cheikh
Bisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux
sondage S6

ECH.	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
	.00	1.80	1.80	970.35	(couverture)														
897	1.80	5.60	3.80	968.55	33.99	10.97	5.56	15.45	8.27	3.83	.15	.62	.27	.083				20.89	100.00
898	5.60	9.60	4.00		40.00	12.78	6.08	9.71	8.79	4.98	.19	.72	.25	.045				16.33	99.83
899	9.60	10.35	.75		32.74	10.31	4.76	14.05	10.10	4.33	.16	.58	.22	.035				22.52	100.05
Niv H	1.80	10.35	8.55	960.00	36.69	11.74	5.73	12.64	8.72	4.41	.16	.66	.25	.061				18.89	99.92
899	10.35	13.20	2.85		32.74	10.31	4.76	14.05	10.10	4.33	.16	.58	.22	.035				22.52	100.05
900	13.20	17.20	4.00		36.48	10.40	5.10	12.53	9.53	3.94	.15	.60	.27	.037				20.53	99.53
901	17.20	20.35	3.15		38.33	12.16	5.79	10.03	9.83	4.72	.16	.70	.22	.039				18.20	100.14
Niv H-1	10.35	20.35	10.00	950.00	35.99	11.03	5.22	12.17	9.78	4.29	.15	.62	.24	.037				19.41	99.87
901	20.35	21.60	1.25		38.33	12.16	5.79	10.03	9.83	4.72	.16	.70	.22	.039				18.20	100.14
902	21.60	25.40	3.80		34.67	10.37	5.11	13.72	9.55	3.52	.15	.59	.30	.003				22.21	100.09
903	25.40	29.40	4.00		42.45	12.32	5.62	8.61	8.21	4.44	.18	.81	.15	.030	.21			16.42	99.42
904	29.40	30.35	.95		34.90	10.86	5.07	13.60	9.47	3.65	.17	.60	.30	.037	.24			21.39	100.22
Niv H-2	20.35	30.35	10.00	940.00	38.22	11.42	5.39	11.20	9.04	4.05	.16	.69	.23	.021	.21			19.31	99.84
904	30.35	33.40	3.05		34.90	10.86	5.07	13.60	9.47	3.65	.17	.60	.30	.037	.24			21.39	100.22
905	33.40	36.80	3.40		30.94	9.63	4.58	13.89	11.49	3.55	.15	.56	.30	.046	.19			24.17	99.45
906	36.80	37.40	.60		24.67	7.19	3.40	19.36	7.37	2.43	.12	.43	16.36	.028	.16			17.34	99.23
907	37.40	40.00	2.60		33.84	9.92	4.42	12.85	10.25	3.35	.17	.55	4.26	.056	.31			19.49	99.41
Niv H-3	30.35	40.00	9.65	930.35	32.58	9.94	4.61	13.85	10.26	3.45	.15	.58	2.98	.044	.23			21.63	99.66
Moy S6.	1.80	40.00	38.20		35.86	11.01	5.22	12.44	9.47	4.04	.15	.63	1.21	.039	.08			19.56	99.82

Claenterie El Abiod Sidi Cheikh
Gisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux
sondage S10

ECH.	de	a	sp.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
	.00	.30	.30	970.58	(couverture)														
981	.30	2.00	1.70	970.28	63.51	7.74	3.76	7.40	2.69	2.63	.42	.61	.46	.31	.55	.10	.14	9.86	100.08
982	2.00	3.50	1.50		51.08	11.25	5.49	7.77	4.99	3.73	.38	.84	.34	.29	.66	.15	.17	13.39	100.53
983	3.50	5.00	1.50		39.00	10.98	5.20	11.47	8.37	3.63	.31	.78	.22	.18	1.19	.17	.17	19.49	100.96
984	5.00	6.30	1.30		53.53	13.00	5.62	8.06	4.58	4.27	.33	.95	.13	.16	.46	.17	.15	9.34	100.75
985	6.30	9.60	3.30		46.33	12.30	5.93	7.75	7.67	3.63	.23	.85	.04	.05	.87	.16	.16	14.80	100.77
986	9.60	10.58	.98		38.61	11.22	5.43	10.35	9.92	3.73	.19	.78	.06	.02	1.40	.21	.16	18.86	100.94
Niv N	.30	10.58	10.28	960.00	48.96	11.18	5.31	8.52	6.38	3.56	.30	.80	.19	.15	.33	.15	.15	14.15	100.67
986	10.58	12.60	2.02		38.61	11.22	5.43	10.35	9.92	3.73	.19	.78	.06	.02	1.40	.21	.16	18.86	100.94
987	12.60	14.80	2.20		45.83	13.70	6.69	8.78	5.01	4.66	.19	.77	.02	.020	1.05	.21	.18	13.61	100.82
988	14.80	16.10	1.30		41.16	11.76	4.99	10.36	8.21	3.93	.19	.77	.04	.020	1.43	.18	.13	18.22	101.39
989	16.10	20.00	3.90		59.81	14.94	7.61	1.43	3.14	4.57	.21	1.07	.07	.020	.36	.15	.15	6.80	100.18
990	20.00	20.58	.58		71.05	9.25	3.99	2.77	2.15	2.84	.55	.82	.05	.020	.29	.13	.12	5.66	99.69
Niv N-1	10.58	20.58	10.00	950.00	50.67	13.17	6.41	6.08	5.54	4.23	.21	.89	.05	.020	.85	.18	.15	12.15	100.60
990	20.58	21.10	.52		71.05	9.25	3.99	2.77	2.15	2.84	.55	.82	.05	.020	.29	.13	.12	5.66	99.69
991	21.10	22.80	1.70		62.22	12.03	5.75	3.34	3.18	3.68	.37	.90	.07	.010	.59	.15	.16	7.58	100.03
992	22.80	25.60	2.80		71.98	9.58	4.75	1.42	2.12	3.07	.47	.89	.04	.020	.28	.17	.12	4.63	99.54
993	25.60	28.60	3.00		88.58	3.46	.80	1.72	.51	.88	.39	.38	.03	.060	.09	.06	.09	2.50	99.47
994	28.60	30.58	1.98		64.14	10.20	4.51	4.62	3.23	3.14	.44	.78	.04	.020	.67	.20	.15	7.97	100.11
Niv N-2	20.58	30.58	10.00	940.00	73.70	9.46	3.64	1.90	2.03	2.51	.42	.71	.04	.030	.35	.13	.12	5.20	99.72
994	30.58	31.30	.72		64.14	10.20	4.51	4.62	3.23	3.14	.44	.78	.04	.020	.67	.20	.15	7.47	100.11
995	31.30	32.70	1.40		61.35	12.47	6.29	2.03	3.50	4.07	.39	.96	.04	.010	.42	.16	.14	6.27	98.80
996	32.70	35.70	3.00		64.92	11.17	4.85	3.24	3.53	3.63	.47	.69	.06	.010	.50	.24	.14	7.12	100.57
997	35.70	39.70	4.00		62.44	13.18	6.76	2.56	2.98	4.17	.37	.81	.02	.010	.44	.26	.15	6.33	100.28
Niv N-3	30.58	39.70	9.12	930.88	63.22	12.17	5.88	2.86	3.26	3.89	.41	.79	.03	.010	.45	.23	.14	6.81	100.13
Moy S10	.30	39.70	39.40		58.97	11.47	5.29	4.91	4.34	3.53	.33	.79	.07	.054	.62	.17	.14	9.67	100.28

Cimenterie El Abiod Sidi Cheikh
Bisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux
Sondage S11

Ech	de	a	sp.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
	.00	.30	.30	970.48	(couverture)														
1019	.30	1.30	1.00	970.18	33.89	9.71	4.36	16.10	8.44	3.32	.36	.49	.07	.450	.83	.16		22.94	101.12
1020	1.30	2.60	1.30		25.15	7.93	3.77	19.65	11.47	2.49	.39	.42	.19	.430	1.02	.10		27.75	100.76
1021	2.60	3.70	1.10		41.15	12.41	4.46	10.47	7.88	4.18	.48	.71	.12	.250	.70	.16		17.51	100.48
1022	3.70	5.00	1.30		35.42	11.65	4.48	12.68	9.41	4.14	.44	.65	.49	.180	.86	.18		20.23	100.81
1023	5.00	8.00	3.00		35.63	10.79	4.94	15.72	7.62	3.38	.22	.62	.19	.050	.87	.08		20.38	100.49
1024	8.00	10.48	2.48		43.11	13.27	5.87	8.45	8.17	4.17	.19	.76	.04	.040	.67	.13		15.43	100.30
Niv N	.30	10.48	10.18	960.00	36.51	11.20	4.84	13.28	8.58	3.63	.30	.62	.17	.170	.81	.12		20.03	100.26
1024	10.48	11.00	.52		43.11	13.27	5.87	8.45	8.17	4.17	.19	.76	.04	.040	.67	.13		15.43	100.30
1025	11.00	14.00	3.00		36.47	10.88	5.24	13.82	8.59	3.46	.14	.63	.04	.030	.77	.12		20.50	100.69
1026	14.00	17.00	3.00		24.03	6.81	3.09	19.66	13.24	2.34	.10	.39	.08	.020	.89	.12		29.82	100.59
1027	17.00	20.00	3.00		41.77	10.84	4.88	10.38	9.23	3.46	.13	.65	.04	.020	.86	.11		18.23	100.60
1028	20.00	20.48	.48		43.94	12.55	5.54	8.53	7.83	4.04	.15	.77	.03	.020	.83	.17		16.09	100.49
Niv N-1	10.48	20.48	10.00	950.00	35.03	9.85	4.53	14.00	10.11	3.18	.12	.57	.05	.020	.83	.12		22.13	100.54
1028	20.48	23.00	2.52		43.94	12.55	5.54	8.53	7.83	4.04	.15	.77	.03	.020	.83	.17		16.09	100.49
1029	23.00	26.00	3.00		43.88	11.40	5.33	9.83	7.53	3.69	.14	.72	.06	.340	.96	.19		16.09	100.16
1030	26.00	29.00	3.00		50.23	14.36	6.10	5.04	6.30	4.52	.16	.90	.05	.020	.62	.20		16.63	105.13
1031	29.00	30.48	1.48		50.53	14.08	6.02	4.91	6.41	4.56	.17	.87	.04	.020	.58	.19		11.82	100.20
Niv N-2	20.48	30.48	10.00	940.00	46.78	12.97	5.71	7.33	7.07	4.15	.15	.80	.04	.020	.76	.18		14.34	100.30
1031	30.48	32.00	1.52		50.53	14.08	6.02	4.91	6.41	4.56	.17	.87	.04	.020	.58	.19		11.83	100.21
1032	32.00	35.00	3.00		45.20	11.36	5.43	9.16	7.50	3.62	.16	.75	.05	.020	1.06	.15		16.17	100.63
1033	35.00	38.00	3.00		43.68	12.18	6.00	8.57	7.74	4.14	.17	.81	.05	.020	.98	.15		16.23	100.72
1034	38.00	40.48	2.48		43.48	11.94	5.56	9.52	7.43	3.78	.16	.75	.30	.020	.97	.13		16.75	100.79
Niv N-3	30.48	40.48	10.00	930.00	45.12	12.16	5.72	8.42	7.38	3.95	.16	.78	.11	.020	.94	.15		15.67	100.58
1034	40.48	41.00	.52		43.48	11.94	5.56	9.52	7.43	3.78	.16	.75	.30	.020	.97	.13		16.75	100.79
1035	41.00	44.80	3.80		51.17	12.95	5.16	5.80	6.69	3.94	.17	.79	.46	.020	.64	.12		12.39	100.30
1036	44.80	48.00	3.20		39.72	10.76	5.25	12.29	8.47	3.26	.28	.66	.06	.020	1.17	.16		18.55	100.65
1037	48.00	50.48	2.48		40.48	12.10	5.70	11.25	7.43	4.11	.27	.73	.03	.020	1.43	.20		17.40	101.15
Niv N-4	40.48	50.48	10.00	920.00	44.45	11.98	5.34	9.42	7.48	3.76	.22	.73	.21	.020	1.02	.15		15.83	100.61
Moy S11	.30	50.48	50.18		41.55	11.63	5.22	10.50	8.12	3.73	.19	.69	.11	.050	.87	.14		17.60	100.40

Cimenterie El Abiod Sidi Cheikh
Bisement d'argile

Compositions chimiques moyennes ponderales
par sondages et niveaux
Sondage S12

Ech	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
	.00	.30	.30	971.98															
1058	.30	1.00	.70	971.68	38.93	9.48	4.65	15.70	6.62	3.32	.20	.57	.02	.050	.88	.18		19.87	100.47
1059	1.00	2.00	1.00		37.15	10.07	5.18	17.03	5.79	3.30	.23	.56	.11	.110	.79	.15		19.71	100.18
1060	2.00	3.40	1.40		31.21	9.71	4.73	20.08	6.55	3.17	.17	.53	.07	.130	.92	.18		22.96	100.41
1061	3.40	4.40	1.00		30.72	9.84	5.22	20.99	6.05	3.09	.17	.52	.09	.160	.87	.18		22.95	100.85
1062	4.40	5.40	1.00		34.43	10.58	5.03	19.08	4.77	3.42	.20	.57	.07	.170	.74	.17		20.72	99.95
1063	5.40	8.00	2.60		37.65	11.30	5.52	16.39	5.37	3.44	.22	.60	.14	.070	.66	.19		18.31	99.86
1064	8.00	11.00	3.00		34.20	10.07	5.29	20.73	4.21	2.81	.17	.69	.10	.050	.64	.15		20.79	99.90
1065	11.00	11.98	.98		34.60	10.84	5.47	19.87	4.32	3.31	.16	.61	.08	.020	.68	.18		20.17	100.31
Niv N	.30	11.98	11.68	960.00	34.96	16.26	5.21	18.87	5.24	3.24	.19	.60	.09	.080	.73	.17		20.47	106.11
1065	11.98	13.80	1.82		34.60	10.84	5.47	19.87	4.32	3.31	.16	.61	.08	.020	.68	.18		20.17	100.31
1066	13.80	17.00	3.20		36.23	10.43	5.55	18.56	4.55	3.39	.15	.61	.12	.020	.77	.15		19.53	100.06
1067	17.00	20.00	3.00		35.53	11.38	5.61	15.63	7.11	3.39	.15	.60	.07	.020	.74	.18		19.95	100.36
1068	20.00	21.98	1.98		38.18	11.43	5.19	12.66	7.57	3.98	.16	.64	.07	.010	.74	.13		19.03	99.79
Niv N-1	11.98	21.98	10.00	950.00	36.10	10.98	5.48	16.75	5.87	3.49	.15	.61	.08		.73	.16		19.67	100.07
1068	21.98	22.60	.62		38.18	11.43	5.19	12.66	7.57	3.98	.16	.64	.07	.010	.74	.13		19.03	99.79
1069	22.60	26.00	3.40		27.30	8.47	4.43	18.53	10.71	2.62	.13	.51	.10	.010	.99	.14		26.63	100.57
1070	26.00	29.00	3.00		35.69	10.84	5.67	17.42	6.07	3.02	.13	.62	.10	.010	.60	.09		19.86	100.12
1071	29.00	31.98	2.98		38.58	12.16	6.82	12.31	7.52	3.37	.16	.71	.06	.020	.55	.21		17.28	99.75
Niv N-2	21.98	31.98	10.00	940.00	33.85	10.46	5.56	15.97	8.17	3.04	.14	.58	.08	.012	.72	.14		21.34	100.06
1071	31.98	32.00	.02		38.58	12.16	6.82	12.31	7.52	3.37	.16	.71	.06	.020	.55	.21		17.28	99.75
1072	32.00	35.00	3.00		40.87	12.50	5.73	10.90	7.08	4.28	.18	.71	.02	.010	.70	.18		16.73	99.89
1073	35.00	38.00	3.00		36.66	10.89	5.20	12.53	8.96	3.69	.15	.60	.08	.010	.84	.15		20.30	100.06
1074	38.00	41.00	3.00		36.06	10.80	5.23	12.00	9.98	3.24	.16	.56	.07	.010	.90	.09		20.83	99.93
1075	41.00	41.98	.98		35.98	10.93	5.47	13.07	8.68	3.36	.16	.61	.06	.020	1.02	.17		20.55	100.08
Niv N-3	31.98	41.98	10.00	930.00	37.68	11.35	5.39	11.93	8.67	3.69	.16	.62	.05	.011	.83	.14		19.40	99.92
1075	41.98	44.00	2.02		35.98	10.93	5.47	13.07	8.68	3.36	.16	.61	.06	.020	1.02	.17		20.55	100.08
1076	44.80	46.30	2.30		38.56	11.79	5.26	10.57	9.11	3.49	.16	.64	.07	.010	.79	.13		19.25	99.83
1077	46.30	50.00	3.70		47.07	14.70	5.90	6.83	5.81	4.82	.16	.80	.07	.010	.49	.16		12.89	99.71
Niv N-4	41.98	50.00	8.02	921.98	41.83	12.77	5.60	9.47	7.47	4.07	.16	.70	.06	.012	.70	.15		16.64	99.63
Moy S12	.30	50.00	49.70		36.62	11.06	5.43	14.94	7.00	3.46	.16	.61	.07	.028	.74	.15		19.65	99.97

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux.
Sondage 8. 13

ECH.	INTERVALE (m)		PUISS. (m)	NIVEAU (m)	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL-	H2O	P2O5	F	PF	TOT.	
	DE	A																		
-	0	0,20	0,20	970,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
998	0,20	1,50	1,30	970,30	59,71	9,22	4,48	7,60	3,12	2,76	0,71	0,53	0,44	0,39	0,63	0,27	-	-	11,23	101,09
999	1,50	3,30	1,80		97,37	11,51	5,26	10	5,71	3,73	0,47	0,64	0,36	0,31	0,78	0,16	-	-	16,01	151,31
1000	3,30	4,30	1		56,67	10,95	5,45	6,29	4,50	3,40	0,36	0,72	0,66	0,030	0,74	0,16	-	-	10,81	100,94
1001	4,30	5,30	1		66,82	12,86	5,50	1,10	2,99	3,94	0,35	0,83	0,48	0,017	0,21	0,18	-	-	5,16	100,44
1002	5,30	6	0,70		55,56	11,97	5,69	6	4,91	3,69	0,28	0,73	0,27	0,05	0,72	0,28	-	-	10,68	100,81
1003	6	8,70	2,70		46	11,62	5,56	8,60	7,02	3,97	0,19	0,69	0,18	0,03	0,96	0,36	-	-	15,97	100,26
1004	8,70	10,20	1,50		51,89	12,98	8,19	6,42	5,45	4,30	0,13	0,77	0,07	0,02	0,72	0,16	-	-	11,69	100,77
1005	10,20	10,58	0,38		53,52	11,69	5,29	6,19	6	3,80	0,10	0,70	0,08	0,02	0,70	0,21	-	-	12,24	100,82
	0,20	10,58	10,38	960	52,75	11,57	5,49	7,46	5,28	3,74	0,32	0,69	0,32	0,12	0,82	0,23	-	-	11,10	99,87
1005	10,58	13,20	2,62		53,52	11,69	5,29	6,19	6	3,80	0,10	0,70	0,08	0,02	0,70	0,21	-	-	12,24	100,82
1006	13,20	16,20	3		38,47	11,35	5,62	12,84	7,22	3,77	0,14	0,83	0,02	0,02	1,13	0,27	-	-	18,82	100,30
1007	16,20	18,70	2,50		40,90	11,28	6,17	13,39	6,01	3,57	0,16	0,64	0,05	0,02	1,11	0,20	-	-	17,62	101,12
1008	18,70	20,58	1,88		38,87	11,36	5,54	12,84	7,21	3,97	0,16	0,62	0,33	0,02	1,31	0,21	-	-	18,70	101,14
	10,58	20,58	10	950	42,53	11,42	5,65	11,23	6,50	3,76	0,13	0,65	0,09	0,02	1,06	0,22	-	-	10,64	101,99
1008	20,58	21,70	1,12		38,87	11,36	5,54	12,84	7,21	3,97	0,16	0,62	0,33	0,02	1,31	0,21	-	-	10,70	101,14
1009	21,70	24,30	2,60		43,92	12,77	5,91	5,79	6,10	4,34	0,17	0,70	0,03	0,02	1,05	0,19	-	-	15,36	96,35
1010	24,30	27,70	3,40		60,21	13,22	6,85	3,54	3,32	4,13	0,33	0,77	0,05	0,01	0,50	0,15	-	-	7,45	100,53
1011	27,70	29,80	2,10		74,06	10,77	3,01	0,90	2,18	3,13	0,64	0,87	0,08	0,01	0,18	0,13	-	-	3,97	99,73
1012	29,80	30,58	0,78		79,65	7,17	2,11	1,93	1,61	2,02	0,62	0,57	0,02	0,01	0,20	0,09	-	-	3,99	100,07
	20,58	30,58	10	940	58	11,80	5,28	5,51	4,10	3,79	0,35	0,69	0,08	0,013	0,64	0,16	-	-	9,76	100,27
1012	30,58	33	2,42		79,65	7,17	2,11	1,93	1,61	2,02	0,62	0,57	0,02	0,03	0,20	0,09	-	-	3,99	100,09
1013	33	34,80	1,60		45,37	11,15	4,61	9,74	7,33	2,98	0,24	0,83	0,07	0,011	1,34	0,16	-	-	16,97	100,60
1014	34,80	37,60	3		65,33	10,98	5,35	3,07	3,14	3,21	0,44	0,88	0,04	0,01	0,54	0,13	-	-	16,19	100,11
1015	37,60	40,40	2,80		51,71	12,97	5,58	5,70	5,84	4,39	0,29	0,75	0,08	0,01	1	0,17	-	-	12,08	100,57
1016	40,40	40,58	0,18		57,85	15,38	7,89	1,86	3,44	5,05	0,29	0,87	0,10	0,02	0,38	0,17	-	-	6,64	99,94
	30,58	40,58	10	930	61,65	10,72	4,55	4,57	4,20	3,24	0,40	0,66	0,05	0,010	0,58	0,13	-	-	9,33	100,89
1016	40,58	42,40	1,82		57,85	15,38	7,89	1,86	3,44	5,05	0,29	0,87	0,10	0,02	0,38	0,17	-	-	6,64	99,94
1017	42,40	44,60	2,20		64,85	11,87	6,25	2,79	2,80	3,55	0,48	0,78	0,02	0,01	0,50	0,15	-	-	6,28	100,31
1018	44,60	46,50	1,90		86,97	2,64	1,13	3,76	0,43	0,63	0,26	0,18	0,07	0,01	0,29	0,04	-	-	3,79	100,20
	40,58	46,50	5,92	924,08	69,79	9,98	5,11	2,81	2,23	3,07	0,35	0,61	0,06	0,013	0,39	0,12	-	-	5,58	100,11
	0,20	46,50	46,30		55,77	11,22	5,32	6,63	4,68	3,56	0,30	0,66	0,12	0,037	0,72	0,17	-	-	11,35	100,54

Cimenterie El Abiod Sidi Cheikh
Gisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux
sondage S14

Ech	de	a	ep.	Zniv S102	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total	
1038	.00	1.60	1.60	970.64	50.63	8.69	3.83	12.86	4.05	2.65	.27	.59	.07	.300	.77	.12	.16	15.52	100.51
1039	1.60	3.00	1.40	969.04	35.69	9.93	4.68	15.10	8.03	3.47	.27	.60	.08	.250	.90	.14	.23	21.40	100.77
1040	3.00	4.00	1.00		33.42	10.38	4.86	15.38	8.28	3.38	.35	.58	.25	.180	1.06	.09	.21	22.13	100.55
1041	4.00	5.00	1.00		36.06	10.67	4.54	14.02	8.42	3.54	.39	.63	.33	.130	1.08	.16	.22	20.71	100.90
1042	5.00	6.00	1.00		50.05	15.82	5.83	5.65	4.55	5.45	.42	.84	.51	.100	.39	.13	.16	10.40	100.30
1043	6.00	7.50	1.50		43.48	13.54	5.85	8.41	6.72	4.69	.31	.71	.15	.060	.65	.23	.23	15.35	100.38
1044	7.50	10.64	3.14		36.48	10.39	4.99	13.15	8.99	3.70	.17	.56	.05	.020	.89	.18	.21	20.53	100.31
Niv N	1.60	10.64	9.04	960.00	38.62	11.46	5.11	12.17	7.82	3.96	.27	.62	.28	.110	.82	.15	.20	18.87	100.46
1044	10.64	11.10	.46		36.48	10.39	4.99	13.15	8.99	3.70	.17	.56	.05	.020	.89	.18	.21	20.53	100.31
1045	11.10	14.00	2.90		34.03	9.99	4.95	15.27	8.89	3.01	.15	.54	.04	.030	.87	.19	.26	22.12	100.34
1046	14.00	17.00	3.00		34.38	10.51	4.94	16.35	7.36	3.46	.13	.54	.02	.020	.91	.19	.25	21.28	100.34
1047	17.00	20.00	3.00		38.49	11.99	5.38	10.30	9.24	4.07	.14	.63	.01	.020	.88	.21	.20	18.73	100.29
1048	20.00	20.64	.64		39.67	12.35	5.62	9.95	8.90	3.99	.14	.65	.02	.020	.66	.19	.18	17.92	100.26
Niv N-1	10.64	20.64	10.00	950.00	35.94	10.94	5.12	13.66	8.53	3.54	.14	.57	.169	.020	.87	.19	.23	20.50	100.42
1048	20.64	23.00	2.36		39.67	12.35	3.62	9.95	8.90	3.99	.14	.65	.02	.020	.66	.19	.18	17.92	98.26
1049	23.00	26.00	3.00		36.55	11.08	4.81	12.41	9.65	3.66	.14	.58	.01	.020	.73	.20	.26	20.44	100.54
1050	26.00	28.70	2.70		42.70	10.93	4.85	8.49	9.12	2.88	.14	.61	1.76	.020	.62	.19	.23	17.73	100.27
1051	28.70	30.64	1.94		52.84	13.71	6.11	3.41	5.94	4.27	.18	.77	2.31	.020	.52	.25	.14	10.02	100.49
Niv N-2	20.64	30.64	10.00	940.00	42.10	11.84	5.40	9.02	8.61	3.64	.14	.64	.93	.020	.53	.10	.20	17.09	100.26
1051	30.64	32.00	1.36		52.84	13.71	6.11	3.41	5.94	4.27	.18	.77	2.31	.020	.52	.25	.14	10.02	100.49
1052	32.00	35.00	3.00		47.12	11.97	5.57	6.60	6.80	3.78	.16	.74	2.78	.020	.67	.25	.15	14.05	100.66
1053	35.00	38.00	3.00		48.00	12.80	6.20	6.60	6.95	4.15	.17	.75	.05	.020	.75	.25	.17	13.50	100.36
1054	38.00	40.64	2.64		53.63	11.77	5.66	5.11	6.24	3.70	.16	.73	.06	.010	.73	.25	.12	11.97	100.14
Niv N-3	30.64	40.64	10.00	930.00	49.88	12.40	5.85	5.34	6.58	3.93	.16	.74	1.17	.017	.68	.25	.14	12.78	99.92
1054	40.64	41.00	.36		53.63	11.77	5.66	5.11	6.24	3.70	.16	.73	.06	.010	.73	.25	.12	11.97	100.14
1055	41.00	44.00	3.00		41.93	11.94	5.74	8.87	8.36	3.90	.15	.71	.25	.020	1.04	.24	.15	17.24	100.54
1056	44.00	47.00	3.00		51.25	12.41	5.77	4.97	6.59	3.98	.16	.77	.86	.020	.77	.24	.14	12.34	100.27
Niv N-4	40.64	50.00	9.36	920.64	47.94	12.37	5.75	6.56	7.15	3.90	.16	.73	.65	.019	.83	.25	.15	13.94	100.40
Moy S14	1.60	50.00			42.91	11.80	5.44	9.33	7.74	3.78	.17	.66	.64	.036	.74	.18	.18	16.62	100.23

Cimenterie El Abiod Sidi Cheikh
Gisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux
Sondage S15

Ech	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
	.00	.30	.30	971.65															
1078	.30	1.30	1.00	971.35	34.76	8.39	4.52	20.76	4.23	2.91	.11	.51	.16	.020	.70	.10		22.15	99.32
1079	1.30	2.80	1.50		28.72	8.16	4.37	22.88	6.12	2.50	.16	.47	1.33	.120	.89	.12		25.23	101.07
1080	2.80	4.30	1.50		32.65	9.27	4.61	18.62	7.06	2.92	.19	.54	.63	.110	.79	.13		22.64	100.16
1081	4.30	7.00	2.70		29.61	9.38	4.26	20.49	7.03	2.91	.17	.48	.19	.080	.95	.18		24.33	100.06
1082	7.00	10.60	3.60		35.45	10.86	5.38	15.61	7.09	3.38	.22	.56	.41	.050	.82	.14		20.25	100.22
1083	10.60	11.65	1.05		34.02	10.06	4.96	17.33	7.37	3.33	.13	.59	.05	.020	.92	.13		21.12	100.03
Niv N	.30	11.65	11.35	960.00	32.60	9.13	4.76	18.74	6.71	3.04	.17	.52	.45	.060	.85	.14		22.44	99.61
1083	11.65	14.60	2.95		34.02	10.06	4.96	17.33	7.37	3.33	.13	.59	.05	.020	.92	.13		21.12	100.03
1084	14.60	18.00	3.40		40.31	12.48	6.28	12.71	6.20	4.03	.15	.69	.01	.020	.62	.13		16.06	99.69
1085	18.00	21.65	3.65		39.20	12.25	6.29	11.87	7.56	4.32	.13	.63	.05	.020	.79	.10		17.69	100.90
Niv N-1	11.65	21.65	10.00	950.00	38.04	11.68	5.89	13.76	7.04	3.92	.13	.63	.03	.020	.77	.11		18.14	100.16
1085	21.65	22.00	.35		39.20	12.25	6.29	11.87	7.56	4.32	.13	.63	.05	.020	.79	.10		17.69	100.90
1086	22.00	25.00	3.00		32.00	9.63	5.15	14.73	10.84	3.17	.13	.55	.13	.090	.97	.07		22.90	100.06
1087	25.00	28.00	3.00		36.23	11.22	5.84	14.55	7.57	3.40	.13	.63	.04	.010	.66	.11		19.15	99.54
1088	28.00	30.00	2.00		39.02	12.50	5.78	11.40	7.59	4.37	.15	.69	.01	.020	.76	.12		17.37	99.78
1089	30.00	31.65	1.65		36.23	9.89	4.96	13.91	9.28	3.41	.17	.62	.15	.010	.99	.13		20.86	100.61
Niv N-2	21.65	31.65	10.00	940.00	35.62	10.81	5.49	13.77	9.50	3.55	.14	.61	.079	.030	.82	*****		20.15	100.68
1089	31.65	33.00	1.35		36.23	9.89	4.96	13.91	9.28	3.41	.17	.62	.15	.010	.99	.13		20.86	100.61
1091	33.00	36.00	3.00		36.68	10.41	5.02	12.71	9.47	3.65	.15	.57	.05	.010	1.06	.12		20.32	100.22
1091	36.00	39.50	3.50		38.28	11.76	5.54	10.49	9.63	3.86	.15	.63	.16	.010	.92	.14		18.62	100.19
1092	39.50	41.65	2.15		37.67	11.54	6.14	11.55	8.61	3.94	.17	.63	.04	.010	.98	.11		18.28	99.67
Niv N-3	31.65	41.65	10.00	930.00	37.39	11.05	5.43	10.11	9.31	3.75	.15	.61	.099	.010	.98	.12		19.35	98.36
1092	41.65	43.00	1.35		37.67	11.54	6.14	11.55	8.61	3.94	.17	.63	.04	.010	.98	.11		18.28	99.67
1093	43.00	46.00	3.00		31.17	9.20	4.80	14.27	11.00	3.35	.14	.54	.09	.010	1.18	.10		24.22	100.07
1094	46.00	49.00	3.00		31.49	9.30	5.09	14.26	10.75	3.22	.16	.54	.07	.020	1.16	.10		24.13	100.29
1095	49.00	50.00	1.00		42.64	13.32	5.47	8.99	7.25	4.90	.17	.73	.04	.010	.68	.14		15.72	100.06
Niv N-4	41.65	50.00	8.35	921.65	33.78	10.10	5.20	13.19	10.07	3.58	.15	.57	.06	.010	1.08	.10		22.20	100.09
May S15	.30	50.00	49.70		35.46	10.53	5.34	14.06	8.42	3.55	.14	.58	.15	.027	.89	.11		20.45	99.71

Claenterie El Abiod Sidi Cheikh
Gisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux
Sondage S16

Ech	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
	.00	.40	.40	970.17															
1169	.40	2.00	1.60	969.77	33.26	9.23	4.91	17.60	7.53	3.31	.18	.59	.04	.020	.98	.15	.13	22.67	100.60
1170	2.00	4.10	2.10		28.97	9.02	4.53	22.34	5.80	3.03	.19	.54	.10	.070	.88	.14	.13	24.34	100.08
1171	4.10	5.40	1.30		27.30	8.34	4.66	21.91	7.63	2.74	.16	.47	.08	.090	1.02	.14	.14	25.90	100.58
1172	5.40	8.00	2.60		36.94	12.22	6.42	13.96	7.17	3.73	.22	.53	.09	.100	.63	.21	.16	18.16	100.54
1173	8.00	10.17	2.17		35.61	10.68	5.25	17.09	6.11	3.47	.19	.55	.21	.060	.68	.20	.14	20.30	100.54
Niv N	.40	10.17	9.77	960.00	33.04	10.18	5.27	18.11	6.76	3.32	.19	.53	.10	.070	.80	.17	.15	21.73	100.42
1173	10.17	11.00	.83		35.61	10.68	5.25	17.09	6.11	3.47	.19	.55	.21	.060	.68	.20	.14	20.30	100.54
1174	11.00	14.20	3.20		33.14	10.57	5.44	16.53	8.04	3.30	.16	.57	.19	.020	.92	.23	.16	21.10	100.37
1175	14.20	17.00	2.80		27.10	9.08	5.53	21.82	6.92	2.88	.12	.54	.23	.010	.99	.21	.14	24.88	100.45
1176	17.00	20.00	3.00		32.34	11.05	6.23	19.75	4.20	3.26	.14	.59	.10	.010	.62	.22	.14	21.38	100.03
1177	20.00	20.17	.17		37.30	11.86	6.16	12.14	8.69	3.89	.15	.64	.10	.010	.76	.21	.17	18.53	100.61
Niv N-1	10.17	20.17	10.00	950.00	31.48	10.32	5.69	18.93	6.42	3.19	.17	.56	.20	.017	.82	.21	.14	22.13	100.28
1177	20.17	23.00	2.83		37.30	11.86	6.16	12.14	8.69	3.89	.15	.64	.10	.010	.76	.21	.17	18.53	100.61
1178	23.00	26.20	3.20		33.17	10.77	5.37	14.20	9.65	3.62	.15	.62	.02	.010	.92	.21	.17	22.12	101.00
1179	26.20	29.60	3.40		47.89	15.10	5.38	5.41	6.31	5.94	.17	.79	.08	.010	.58	.22	.15	12.05	99.68
1180	29.60	30.17	.57		27.09	7.67	4.35	17.49	11.95	2.79	.13	.50	.10	.010	1.18	.17	.13	27.15	100.71
Niv N-2	20.17	30.17	10.00	940.00	38.82	12.37	5.53	10.81	8.37	4.30	.15	.64	.06	.010	.77	.21	.15	17.96	100.15
1180	30.17	33.00	2.83		27.09	7.67	4.35	17.49	11.95	2.79	.13	.50	.10	.010	1.18	.17	.13	27.15	100.71
1181	33.00	35.50	2.50		29.30	7.95	4.24	16.96	11.88	2.83	.15	.50	.07	.010	1.07	.20	.13	25.84	101.13
1182	35.50	38.00	2.50		35.51	12.09	6.68	11.30	9.58	3.61	.16	.72	.14	.010	.74	.23	.17	19.25	100.19
1183	38.00	40.17	2.17		38.16	12.60	6.08	9.99	9.96	4.04	.15	.68	.01	.010	.71	.22	.14	17.65	100.40
Niv N-3	30.17	40.17	10.00	930.00	32.14	9.91	5.28	14.18	10.90	3.27	.14	.59	.10	.010	.94	.19	.14	22.78	100.57
1183	40.17	40.60	.43	929.57	38.16	12.60	6.08	9.99	9.96	4.04	.15	.68	.01	.010	.71	.22	.14	17.65	100.40
May S16	.40	40.60	40.20		33.92	10.71	5.45	15.43	8.14	3.52	.16	.58	.11	.026	.83	.19	.14	21.10	100.31

Diaterie El Abiod Sidi Cheikh
Bisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux
Sondage S17

Ech	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
	.00	.30	.30	971.68															
1096	.30	1.30	1.00	971.38	47.37	10.59	4.62	10.45	5.67	3.58	.34	.67	.32	.300	.90	.14	.16	15.40	100.51
1097	1.30	2.50	1.20		68.08	11.86	5.15	.78	3.20	3.82	.34	.51	.17	.260	.24	.09	.12	5.58	100.20
1098	2.50	4.00	1.50		42.98	10.28	5.13	11.51	6.79	3.57	.32	.63	.33	.220	1.28	.11	.13	17.44	100.72
1099	4.00	6.00	2.00		43.47	10.87	5.12	10.60	7.60	3.85	.26	.66	.13	.130	1.26	.10	.12	17.02	101.19
1100	6.00	8.70	2.70		44.77	11.81	5.77	9.21	6.72	4.18	.21	.75	.07	.060	1.11	.11	.14	15.63	100.54
1101	8.70	11.62	2.98		49.78	12.98	6.21	6.39	5.74	4.68	.15	.80	.02	.020	.84	.12	.12	12.33	100.18
Niv N	.30	11.68	11.38	960.00	48.04	11.64	5.52	5.56	6.16	4.08	.21	.69	.13	.100	.75	.11	.12	14.16	97.27
1101	11.68	11.70	.02		49.78	12.98	6.21	6.39	5.74	4.68	.15	.80	.02	.020	.84	.12	.12	12.33	100.18
1102	11.70	14.10	2.40		50.65	13.72	6.70	5.46	5.96	4.72	.13	.80	.02	.010	.74	.12	.13	11.53	100.69
1103	14.10	17.00	2.90		51.74	11.67	5.01	3.58	6.30	4.01	.12	.74	.05	.020	.93	.13	.12	15.58	100.00
1104	17.00	20.00	3.00		51.25	11.63	4.93	5.77	6.18	4.35	.15	.79	.05	.010	.71	.13	.14	13.59	99.68
1105	20.00	21.68	1.68		39.96	10.97	5.39	11.94	7.91	3.76	.25	.64	.10	.010	1.29	.16	.16	16.63	99.17
Niv N-1	11.68	21.68	10.00	950.00	49.34	12.03	5.45	6.09	6.45	4.24	.15	.75	.03	.012	.87	.13	.13	14.18	99.85
1105	21.68	23.00	1.32		39.96	10.97	5.39	14.94	7.91	3.76	.25	.64	.10	.010	1.29	.16	.16	16.63	102.17
1106	23.00	25.00	2.00		49.36	12.12	6.64	9.95	6.83	4.29	.25	.71	.03	.010	1.30	.16	.16	11.20	103.01
1107	25.00	27.80	2.80		41.83	12.46	6.33	9.66	7.64	4.35	.20	.72	.02	.010	1.35	.10	.14	15.22	100.03
1108	27.80	31.68	3.88		60.43	14.99	7.68	1.36	3.11	4.97	.20	.96	.02	.010	.33	.16	.16	5.72	100.10
Niv N-2	21.68	31.68	10.00	940.00	50.30	13.17	6.79	6.79	5.75	4.50	.21	.80	.03	.010	.93	.14	.15	10.91	100.48
1108	31.68	31.80	.02		60.43	14.99	7.68	1.36	3.11	4.97	.20	.96	.02	.010	.33	.16	.16	5.72	100.10
1109	31.80	35.70	3.90		84.50	4.76	1.94	2.06	1.22	1.21	.43	.49	.03	.010	.23	.07	.06	3.12	100.13
1110	35.70	39.60	3.90		73.45	7.32	4.23	3.40	2.40	2.19	.39	.59	.04	.010	.30	.13	.07	5.78	100.30
1111	39.60	41.68	2.08		51.28	12.70	5.73	6.87	5.02	4.47	.24	.81	.03	.010	.91	.22	.10	12.19	100.58
Niv N-3	31.68	41.68	10.00	930.00	72.99	7.53	3.69	3.57	2.53	2.31	.37	.60	.03	.010	.39	.12	.07	6.07	100.28
1111	41.68	42.00	.32		51.28	12.70	5.73	6.87	5.02	4.47	.24	.81	.03	.010	.91	.22	.10	12.19	100.58
1112	42.00	43.00	1.00		72.96	7.83	3.91	3.57	2.23	2.23	.56	.59	.04	.010	.46	.12	.09	5.73	100.33
1113	43.00	45.00	2.00		58.01	12.88	6.64	3.72	4.11	4.42	.35	.93	.03	.010	.61	.18	.10	8.17	100.16
1114	45.00	47.70	2.70		51.36	14.26	7.01	4.66	5.63	4.97	.25	.88	.06	.010	.88	.18	.13	10.52	100.80
1115	47.70	51.00	3.30		69.27	10.30	5.39	2.79	2.30	3.30	.42	.71	.01	.010	.42	.23	.08	5.10	100.33
Niv N-4	41.68	51.00	9.32	920.68	61.44	11.81	6.40	3.75	3.73	3.94	.36	.79	.03	.010	.61	.19	.10	7.64	100.80
May 917	.30	51.00	50.70		56.12	11.23	5.55	5.40	4.97	3.81	.25	.72	.05	.030	.71	.13	.11	10.72	99.80

Cimenterie El Abiod Sidi Cheikh
Gisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux
Sondage S18

Ech	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
	.00	.30	.30	971.61															
1116	.30	1.30	1.00	971.31	31.04	8.97	4.60	16.74	9.73	3.22	.13	.51	.08	.070	.22	.17		24.60	100.08
1117	1.30	2.30	1.00		31.41	8.94	4.53	15.30	10.79	3.22	.15	.54	.05	.100	1.04	.16		24.71	100.94
1118	2.30	3.40	1.10		40.13	11.25	5.20	10.38	9.11	4.30	.20	.66	.09	.130	.93	.16		18.19	100.73
1119	3.40	5.40	2.00		33.76	9.22	4.82	15.33	9.53	3.27	.18	.53	.17	.150	.95	.14		22.70	100.75
1120	5.40	9.00	3.60		36.48	10.59	5.46	13.06	8.46	3.78	.32	.60	.65	.160	.94	.12		20.28	100.90
1121	9.00	11.61	2.61		38.39	11.50	5.97	12.37	7.81	4.06	.23	.66	.04	.040	.96	.16		18.58	100.77
Niv N	.30	11.61	11.31	960.00	35.86	10.33	5.28	13.56	8.88	3.70	.23	.59	.26	.110	.95	.14		20.88	100.77
1121	11.61	12.00	.39		38.39	11.50	5.97	12.37	7.81	4.06	.23	.66	.04	.040	.96	.16		18.58	100.77
1122	12.00	15.20	32.00		31.79	11.29	5.90	13.11	8.01	3.97	.16	.66	.11	.010	.97	.13		19.71	95.82
1123	15.20	19.00	3.80		41.08	12.43	5.83	10.06	7.67	4.55	.17	.68	.04	.010	.80	.21		17.12	100.65
1124	19.00	21.61	2.61		35.43	10.43	5.41	12.63	9.70	3.97	.17	.61	.09	.010	.89	.16		21.22	100.72
Niv N-1	11.61	21.61	10.00	950.00	38.12	11.50	5.74	11.79	8.31	4.19	.16	.65	.07	.010	.88	.16		19.07	100.65
1124	21.61	22.00	.39		35.43	10.43	5.41	12.63	9.70	3.97	.17	.61	.09	.010	.89	.16		21.22	100.72
1125	22.00	25.00	3.00		36.15	11.18	5.34	11.19	10.06	4.21	.14	.70	.05	.020	.70	.18		20.66	100.58
1126	25.00	28.00	3.00		29.39	10.25	4.71	14.05	11.80	3.45	.13	.55	.06	.020	.73	.15		24.88	100.17
1127	28.00	31.60	3.60		54.21	13.16	6.12	4.06	6.00	4.36	.17	.82	.10	.020	.66	.19		10.53	100.40
1128	31.60	31.61	.01		49.12	12.48	6.39	5.70	7.28	4.49	.18	.78	.05	.020	.91	.17		13.14	100.71
Niv N-2	21.61	31.61	10.00	940.00	40.60	11.58	5.45	9.53	9.10	4.02	.14	.69	.07	.019	.70	.17		18.29	100.36
1128	31.60	34.00	2.39		49.12	12.48	6.39	5.70	7.28	4.49	.18	.78	.05	.020	.91	.17		13.14	100.71
1129	34.00	37.00	3.00		54.60	10.62	5.65	5.69	6.30	3.55	.17	.74	2.42	.020	.84	.04		10.49	101.13
1130	37.00	40.20	3.20		47.06	11.18	5.76	7.85	7.33	4.05	.20	.72	2.42	.020	1.04	.17		13.61	101.41
1131	40.20	41.61	1.41		49.77	12.47	5.62	6.44	6.64	4.24	.17	.78	.37	.020	.86	.19		13.05	100.62
Niv N-3	31.60	41.60	10.00	930.00	50.19	11.50	5.85	6.48	6.88	4.03	.18	.74	1.56	.020	.92	.13		12.48	100.96
1131	41.61	44.00	2.39		49.77	12.47	5.62	6.44	6.64	4.24	.17	.78	.37	.020	.86	.19		13.05	100.62
1132	44.00	47.00	3.00		53.40	13.70	5.86	4.31	6.16	4.62	.21	.83	.72	.020	.65	.20		10.04	100.72
1133	47.00	50.00	3.00		51.80	12.87	5.87	5.37	6.10	4.42	.18	.81	.60	.020	.74	.17		11.44	100.39
Niv N-4	41.61	50.00	8.39	921.61	51.79	13.05	5.79	5.29	6.27	4.44	.21	.80	.57	.020	.74	.18		11.39	100.54
Moy S18	.30	50.00	49.70		42.84	11.51	5.60	9.57	7.96	4.05	.18	.68	.49	.038	.84	.15		16.70	100.61

Cimenterie El Abiod Sidi Cheikh
Gisement d'argile

Compositions chimiques moyennes pondérées
par sondages et niveaux.
Sondage S19

Ech	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
		.00	.60	.60	972.07														
1134		.60	1.60	1.00	971.47	29.52	8.35	4.15	26.85	2.71	2.87	.09	.49	.07	.01	.96	.15	24.60	100.82
1135		1.60	2.60	1.00		39.21	10.00	5.00	19.58	2.87	3.27	.17	.59	.06	.01	1.30	.13	18.08	100.27
1136		2.60	3.60	1.00		38.01	11.68	5.38	17.94	3.46	4.12	.14	.65	.04	.03	1.17	.18	18.19	100.99
1137		3.60	4.60	1.00		29.06	8.48	4.35	25.28	3.98	2.85	.12	.49	.08	.06	1.06	.15	24.74	100.70
1138		4.60	6.00	1.40		30.03	10.20	5.07	21.32	5.16	3.41	.13	.51	.08	.08	.89	.17	23.77	100.82
1139		6.00	8.10	2.10		38.89	12.56	5.60	15.56	4.47	4.15	.17	.74	.10	.07	.08	.06	17.46	99.91
1140		8.10	12.00			46.64	12.05	5.14	10.31	5.90	3.90	.26	.60	.03	.02	.32	.19	14.69	100.05
1141		12.00	12.07	11.07		38.13	10.72	5.04	13.36	8.64	3.50	.17	.61	.03	.01	.90	.19	17.45	98.75
Niv N		.60	12.07	12.47	960.00	38.71	11.05	3.42	16.84	4.64	3.65	.17	.58	.05	.038	.74	.14	18.65	98.68
1141		12.07	15.00	2.93		38.13	10.72	5.04	13.35	8.64	3.50	.17	.61	.03	.01	.90	.19	17.45	98.74
1142		15.00	18.00	3.00		40.14	12.57	5.64	10.77	7.54	4.38	.16	.69	.01	.01	.83	.19	17.47	100.40
1143		18.00	20.17	2.10		35.86	11.23	5.39	15.12	7.56	3.55	.13	.63	.02	.02	.90	.22	20.04	100.67
1144		20.10	22.07	1.97		36.85	10.29	4.85	14.91	8.03	3.29	.16	.56	.06	.01	.98	.17	20.64	100.80
Niv N-1		12.07	22.07	10.00	950.00	38.00	11.29	5.25	13.25	7.96	3.73	.15	.62	.015	.012	.69	.19	18.62	99.98
1144		22.07	23.00	.93		36.85	10.29	4.85	14.91	8.03	3.29	.16	.56	.06	.01	.98	.17	20.44	100.60
1145		23.00	26.00	3.00		34.34	9.76	4.99	14.91	9.17	3.37	.15	.59	.04	.01	.97	.17	22.09	100.56
1146		26.00	29.00	3.00		30.09	9.54	5.00	18.21	8.97	3.12	.13	.55	.12	.01	1.08	.17	29.75	106.74
1147		29.00	32.00	3.00		40.85	12.75	6.34	10.60	7.60	4.15	.16	.69	.01	.02	.70	.04	16.56	100.47
1148		32.00	32.07	.07		35.17	10.36	5.33	15.09	8.22	3.65	.13	.59	.04	.02	.87	.06	20.90	100.43
Niv N-2		22.07	32.07	10.00	940.00	35.25	10.67	5.38	14.60	8.52	3.52	.14	.60	.05	.013	.92	.13	20.76	100.55
1148		32.07	35.50	2.43		35.17	10.36	5.33	15.09	8.22	3.65	.13	.59	.04	.02	.87	.06	20.90	100.43
1149		34.50	37.50	3.00		46.34	14.66	5.77	6.64	6.77	5.00	.16	.80	.09	.01	.55	.18	12.70	99.67
1150		37.50	40.00	2.50		29.35	9.23	4.84	16.12	10.84	3.63	.13	.56	.12	.02	.98	.15	24.67	100.64
1151		40.00	42.07	2.07		39.48	13.28	7.34	12.23	6.31	3.88	.16	.78	.03	.01	.51	.22	15.38	99.61
Niv N-3		32.07	42.07	10.00	930.00	37.95	11.97	5.80	12.22	8.04	4.09	.14	.68	.07	.014	.72	.15	18.23	100.07
1151		42.07	42.70	.63		39.48	13.28	7.34	12.23	6.31	3.88	.16	.78	.03	.01	.51	.22	15.38	99.61
1152		42.70	46.00	3.30		39.20	12.43	5.97	9.26	9.20	4.52	.14	.79	.04	.01	.79	.19	19.50	102.04
1153		46.00	50.00	4.00		35.52	10.27	5.16	12.82	9.93	3.49	.16	.58	.12	.01	.98	.16	20.91	100.11
Niv N-4		42.07	50.00	7.93	922.07	37.36	11.40	5.67	11.29	9.33	3.94	.15	.66	.079	.01	.86	.17	19.88	100.80
Moy S19		.60	50.00	49.40		37.49	11.26	5.03	13.83	7.53	3.77	.15	.62	.05	.018	.82	.15	19.18	99.90

Compositions chimiques moyennes ponderees
par sondages et niveaux.
Sondage S. 20

NCH.	INTERVALE (m)		POISS. (m)	NIVEAU (m)	SiO2	AL2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL-	H2O	P2O5	F	PF	TOT.
	DE	A																	
-	0	0,50	0,50	972,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1154	0,50	2	1,50	971,62	46,26	14,25	5,32	11,21	2,89	4,86	0,11	0,79	0,01	0,02	0,74	0,09	0,10	13,36	99,95
1155	2	3,40	1,40		33,07	10,47	4,56	19,41	3,22	3,64	0,10	0,62	0,09	0,02	1,02	0,12	0,12	19,81	96,27
1156	3,40	4,30	0,90		33,76	6,38	3,30	19,17	8,50	2,15	0,25	0,46	0,10	0,02	1,58	0,15	0,09	25,06	106,97
1157	4,30	7	2,70		31,01	7,18	3,84	20,79	7,78	2,44	0,18	0,43	0,12	0,02	1,28	0,15	0,11	25,24	100,55
1158	7	10	3		33,31	10,55	5,25	18,03	6,13	3,74	0,11	0,58	0,13	0,02	1,05	0,12	0,16	21,21	100,39
1159	10	12,12	2,12		35,57	10,61	5,21	16,88	6,12	3,52	0,17	0,60	0,08	0,01	0,92	0,13	0,14	20,28	100,22
	0,50	12,12	11,62	960	35,34	9,92	4,68	17,83	5,92	3,40	0,14	0,57	0,08	0,010	1,07	0,14	0,12	21,08	100,31
1159	12,12	13,60	0,88		35,57	10,61	5,21	16,88	6,12	3,52	0,17	0,60	0,08	0,01	0,92	0,13	0,14	20,28	100,22
1160	13,20	15	2		49,85	11,31	4,67	8,54	6,08	3,77	0,27	0,70	0,08	0,01	0,55	0,16	0,13	15,77	202,09
1161	15	18	3		33,92	10,45	5,15	16,13	7,91	3,54	0,13	0,61	0,08	0,01	0,88	0,15	0,14	20,98	201,93
1162	18	21,60	3,60		34,45	10,02	4,93	15,15	9,81	3,49	0,16	0,58	0,07	0,01	0,88	0,17	0,13	21,24	201,15
1163	21,60	22,12	0,52		31,72	10,21	5,43	18,14	7,36	3,22	0,13	0,60	0,11	0,01	0,77	0,17	0,15	22,02	201,13
	12,12	22,12	10	950	37,32	10,46	4,99	14,42	8,04	3,54	0,17	0,61	0,08	0,01	0,81	0,15	0,13	20,02	100,73
1163	22,12	25	2,88		31,72	10,21	5,43	18,14	7,36	3,22	0,13	0,60	0,11	0,01	0,77	0,17	0,15	22,02	100,04
1164	25	28	3		38,05	12,25	6,33	13,46	6,79	3,94	0,14	0,69	0,02	0,01	0,60	0,20	0,19	17,24	99,91
1165	28	30,40	2,40		31,21	9,31	5,05	17,58	8,60	3,24	0,13	0,55	0,09	0,01	0,93	0,16	0,14	23,28	100,26
1166	30,40	32,12	1,72		35,67	9,90	4,98	14	9,42	3,53	0,17	0,59	0,08	0,01	0,96	0,16	0,13	20,00	100,50
	22,12	32,12	10	940	34,17	10,55	5,53	15,88	7,84	3,49	0,13	0,51	0,08	0,01	0,79	0,17	0,15	22,12	101,49
1166	32,12	34	1,88		35,67	9,90	4,98	14	9,42	3,53	0,17	0,59	0,08	0,012	0,96	0,16	0,13	20,90	100,50
1167	34	38	4		32,46	11,88	6,44	12,19	7,56	3,90	0,16	0,71	0,04	0,011	0,64	0,19	0,15	16,90	100,23
1168	38	42	4		34,47	9,78	5,03	14,14	9,63	3,28	0,14	0,58	0,08	0,01	0,91	0,17	0,14	21,75	100,09
	32,12	42	9,88	930,12	36,71	10,64	5,59	13,32	8,75	3,57	0,15	0,63	0,08	0,010	0,81	0,18	0,14	19,62	100,18
	0,50	42	41,50		35,86	10,37	5,17	15,46	7,56	3,49	0,14	0,57	0,08	0,02	0,87	0,15	0,13	20,72	100,57

Compositions chimiques moyennes pondérées par niveaux et blocs Bloc B-1

Niveaux	S	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
Niv N	S4	1.00	10.45	9.45	960.00	48.75	12.53	5.73	8.73	5.40	3.99	.23	.68	.33	.097				13.41	99.88
Niv N	S5	1.30	10.43	9.13	960.00	34.84	9.60	3.08	9.24	10.03	3.28	.21	.49	.65	.077				22.41	93.91
Niv N	S6	1.80	10.35	8.55	960.00	36.69	11.74	5.73	12.64	8.72	4.41	.16	.66	.25	.061				18.89	99.95
Niv N	S10	.30	10.58	10.28	960.00	48.96	11.18	5.31	8.52	6.38	3.56	.30	.80	.19	.150	.33	.15	.15	14.15	100.13
Niv N	S11	.30	10.48	10.18	960.00	36.51	11.20	4.84	13.28	8.98	3.63	.30	.62	.17	.170	.81	.12		20.03	100.26
Niv N	S12	.30	11.98	11.68	960.00	34.96	16.26	5.21	18.87	5.24	3.24	.19	.60	.09	.080	.73	.17		20.47	106.11
Niv N	S13	.20	10.58	2.62	960.00	52.57	11.57	5.94	7.46	5.26	3.74	.32	.69	.32	.120	.87	.23		11.10	100.14
Niv N	S14	1.60	10.64	9.04	960.00	38.62	11.46	5.11	12.17	7.82	3.96	.27	.62	.28	.110	.82	.15		20.88	102.27
Niv N	S15	.30	11.65	11.35	960.00	32.60	9.13	4.76	18.74	6.71	3.04	.17	.52	.45	.060	.85	.14	.20	18.87	96.24
Niv N	S16	.40	10.17	9.77	960.00	33.04	10.18	5.27	18.11	6.76	3.32	.19	.53	.10	.070	.80	.17	.15	21.73	100.42
Moy. Niveau N				9.21		39.74	10.83	5.10	12.98	7.00	3.58	.23	.56	.27	.090	.80	.16	.16	18.37	100.42
Niv N-1	S4	10.45	20.45	10.00	950.00	44.80	12.63	5.84	9.34	6.94	4.11	.17	.67	.16	.027				15.25	99.94
Niv N-1	S5	10.43	20.43	10.00	950.00	47.59	12.47	5.57	7.34	7.16	4.16	.13	.75	.23	.034				14.36	99.79
Niv N-1	S6	10.35	20.35	10.00	950.00	35.99	11.03	5.22	12.17	9.78	4.29	.15	.62	.24	.037				19.41	98.94
Niv N-1	S1010.58	20.58	20.58	10.00	950.00	50.67	13.17	6.41	6.08	5.54	4.23	.21	.89	.05	.020	.85	.18	.15	12.15	100.60
Niv N-1	S1110.48	20.48	20.48	10.00	950.00	35.03	9.85	4.53	14.00	10.11	3.18	.12	.57	.05	.020	.83	.12		22.13	100.54
Niv N-1	S1211.98	21.98	21.98	10.00	950.00	36.10	10.98	5.48	16.75	5.87	3.49	.15	.61	.08		.73	.16		19.67	100.07
Niv N-1	S1310.58	20.58	20.58	10.00	950.00	42.53	11.42	5.65	11.23	6.59	3.76	.13	.65	.09	.020	1.06	.22		18.64	101.99
Niv N-1	S1410.64	20.64	20.64	10.00	950.00	35.94	10.94	5.12	13.66	8.53	3.54	.14	.57	.17	.020	.87	.19	.23	20.50	100.42
Niv N-1	S1511.65	21.65	21.65	10.00	950.00	38.04	11.68	5.89	13.76	7.04	3.92	.13	.63	.03	.020	.77	.11		18.14	100.16
Niv N-1	S1610.17	20.17	20.17	10.00	950.00	31.48	10.32	5.69	18.93	6.42	3.19	.17	.56	.20	.017	.82	.21	.14	22.13	100.28
Moy. Niveau N-1				10.00		39.81	11.44	5.54	12.32	7.39	3.78	.15	.60	.13	.013	.84	.17	.17	18.23	100.28
Niv N-2	S4	20.45	30.45	10.00	940.00	50.51	13.46	5.98	3.87	4.64	4.29	.29	.73	.17	.016				11.82	95.78
Niv N-2	S5	20.43	30.43	10.00	940.00	46.12	12.34	5.66	7.38	7.56	4.72	.15	.76	.33	.037				15.03	100.09
Niv N-2	S6	20.35	30.35	10.00	940.00	38.22	11.42	5.39	11.20	9.04	4.05	.16	.69	.23	.021		.21		19.31	99.94
Niv N-2	S1020.58	30.58	30.58	10.00	940.00	73.70	9.46	3.64	1.90	2.03	2.51	.42	.71	.04	.030	.35	.13	.12	5.20	100.24
Niv N-2	S1120.48	30.48	30.48	10.00	940.00	46.78	12.97	5.71	7.33	7.07	4.15	.15	.80	.04	.020	.76	.18		14.34	100.30
Niv N-2	S1221.98	31.98	31.98	10.00	940.00	33.85	10.46	5.56	15.97	8.17	3.04	.14	.58	.08	.012	.72	.14		21.34	100.06
Niv N-2	S1320.58	30.58	30.58	10.00	940.00	58.00	11.90	5.28	5.51	4.10	3.79	.35	.69	.08	.013	.64	.16		9.76	100.27
Niv N-2	S1420.64	30.64	30.64	10.00	940.00	42.10	11.84	5.40	9.02	8.61	3.64	.14	.64	.93	.020	.53	.10	.20	17.09	100.26
Niv N-2	S1521.65	31.65	31.65	10.00	940.00	35.62	10.81	5.49	13.77	9.50	3.55	.14	.61	.08	.030	.82	.11		20.15	100.68
Niv N-2	S1620.17	30.17	30.17	10.00	940.00	38.82	12.37	5.53	10.81	8.37	4.30	.15	.64	.06	.010	.77	.21	.15	17.96	100.15
Moy. Niveau N-2				10.00		47.37	11.70	5.36	8.67	6.90	3.80	.20	.68	.20	.017	.64	.13	.15	15.10	100.15
Niv N-3	S4	30.45	40.00	9.35	930.45	63.00	11.85	5.04	3.33	3.46	3.61	.45	.72	.58	.013				7.87	99.92
Niv N-3	S5	30.43	40.00	9.57	930.43	46.15	12.52	5.85	7.11	7.29	4.76	.16	.77	.45	.036				14.61	99.71
Niv N-3	S6	30.35	40.00	9.65	930.35	32.58	9.94	4.61	13.85	10.26	3.45	.15	.58	2.98	.044		.23		21.63	100.30
Niv N-3	S1030.58	39.70	39.70	9.12	930.88	63.22	12.17	5.88	2.86	3.26	3.89	.41	.79	.03	.010	.45	.23	.14	6.81	100.15
Niv N-3	S1130.48	40.48	40.48	10.00	930.00	45.12	12.16	5.72	8.42	7.38	3.95	.16	.78	.11	.020	.94	.15		15.67	100.58
Niv N-3	S1231.98	41.98	41.98	10.00	930.00	37.68	11.35	5.39	11.93	8.67	3.69	.16	.62	.05	.011	.83	.14		19.40	99.92
Niv N-3	S1330.56	40.58	40.58	10.00	930.00	61.65	10.72	4.55	4.57	4.20	3.24	.40	.66	.05	.010	.58	.13		9.33	100.09
Niv N-3	S1430.64	40.64	40.64	10.00	930.00	49.88	12.40	5.85	5.34	6.58	3.93	.16	.74	1.17	.017	.68	.25	.14	12.78	99.92
Niv N-3	S1531.65	41.65	41.65	10.00	930.00	37.39	11.05	5.43	10.11	9.31	3.75	.15	.61	.10	.010	.98	.12		19.35	98.36
Niv N-3	S1630.17	40.17	40.17	10.00	930.00	32.14	9.91	5.28	14.18	10.90	3.27	.14	.59	.10	.010	.94	.19	.14	22.78	100.57
Moy. Niveau N-3				9.79		46.70	11.39	5.35	8.22	7.17	3.75	.20	.68	.55	.020	.76	.17	.14	15.10	100.57
Niv N-4	S1140.48	50.48	50.48	10.00	920.00	44.45	11.98	5.34	9.42	7.48	3.76	.22	.73	.21	.020	1.02	.15		15.83	100.61
Niv N-4	S1241.98	50.00	50.00	8.02	921.98	41.83	12.77	5.60	9.47	7.47	4.07	.16	.70	.06	.012	.70	.15		16.64	99.63
Niv N-4	S1340.58	46.50	46.50	5.92	924.08	69.79	9.98	5.11	2.81	2.23	3.07	.35	.61	.06	.013	.39	.12		5.58	100.11
Niv N-4	S1440.64	50.00	50.00	9.36	920.64	47.94	12.37	5.75	6.56	7.15	3.90	.16	.73	.65	.019	.83	.25	.15	13.94	100.40
Niv N-4	S1541.65	50.00	50.00	8.35	921.65	33.78	10.10	5.20	13.19	10.07	3.58	.15	.57	.06	.010	1.08	.10		22.20	100.09
Moy. Niveau N-4				8.33		57.15	11.56	5.42	8.61	7.20	3.72	.19	.67	.22	.015	.83	.15	.15	15.88	100.09

Compositions chimiques par niveaux et Blocs. Bloc B-II

Niv	S	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O+TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total	
Niv N	S4	1.00	10.45	9.45	960.00	48.75	12.53	5.73	8.73	5.40	3.99	.23	.68	.33	.097			13.41	99.88	
Niv N	S5	1.30	10.43	9.13	960.00	34.84	9.60	3.08	9.24	10.03	3.28	.21	.49	.65	.077			22.41	93.91	
Niv N	S6	1.80	10.35	8.55	960.00	36.69	11.74	5.73	12.64	8.72	4.41	.16	.66	.25	.061			18.89	99.95	
Niv N	S16	.40	10.17	9.77	960.00	33.04	10.18	5.27	18.11	6.76	3.32	.19	.53	.10	.070	.80	.17	.15	21.73	100.42
Niv N	S17	.30	11.68	11.39	960.00	48.04	11.64	5.52	5.56	6.16	4.08	.21	.69	.13	.100	.75	.11	.12	14.16	97.27
Niv N	S18	.30	11.61	11.31	960.00	35.86	10.33	5.28	13.56	8.88	3.70	.23	.59	.26	.110	.95	.14		20.88	100.77
Niv N	S19	.60	12.07	11.47	960.00	38.71	11.05	3.42	16.84	4.64	3.65	.17	.58	.05	.038	.74	.14		18.65	98.68
Moy. Niveau N					10.15	39.57	11.00	4.85	12.13	7.13	3.77	.20	.60	.24	.08	.50	.09	.04	18.52	98.72
Niv N-1	S4	10.45	20.45	10.00	950.00	44.80	12.63	5.84	9.34	6.94	4.11	.17	.67	.16	.027			15.25	99.94	
Niv N-1	S5	10.43	20.43	10.00	950.00	47.59	12.47	5.57	7.34	7.16	4.16	.13	.75	.23	.034			14.36	99.79	
Niv N-1	S6	10.35	20.35	10.00	950.00	35.99	11.03	5.22	12.17	9.78	4.29	.15	.62	.24	.037			19.41	98.94	
Niv N-1	S16	10.17	20.17	10.00	950.00	31.48	10.32	5.69	18.93	6.42	3.19	.17	.56	.20	.017	.82	.21	.14	22.13	100.28
Niv N-1	S17	11.68	21.68	10.00	950.00	49.34	12.03	5.45	6.09	6.45	4.24	.15	.75	.03	.012	.87	.13	.13	14.18	99.85
Niv N-1	S18	11.61	21.61	10.00	950.00	38.12	11.50	5.74	11.79	8.31	4.19	.16	.65	.07	.010	.88	.16		19.07	100.65
Niv N-1	S19	12.07	22.07	10.00	950.00	38.00	11.29	5.25	13.25	7.96	3.73	.15	.62	.02	.012	.89	.19		18.62	99.98
Moy. Niveau N-1					10.00	40.76	11.61	5.54	11.27	7.57	3.99	.15	.66	.14	.02	.87	.17	.14	17.57	100.46
Niv N-2	S4	20.45	30.45	10.00	940.00	50.51	13.46	5.98	3.87	4.64	4.29	.29	.73	.17	.016			11.82	95.78	
Niv N-2	S5	20.43	30.43	10.00	940.00	46.12	12.34	5.66	7.38	7.56	4.72	.15	.76	.33	.037			15.03	100.09	
Niv N-2	S6	20.35	30.35	10.00	940.00	38.22	11.42	5.39	11.20	9.04	4.05	.16	.69	.23	.021		.21	19.31	99.94	
Niv N-2	S16	20.17	30.17	10.00	940.00	38.82	12.37	5.53	10.81	8.37	4.30	.15	.64	.06	.010	.77	.21	.15	17.96	100.15
Niv N-2	S17	21.68	31.68	10.00	940.00	50.30	13.17	6.79	6.79	5.75	4.50	.21	.80	.03	.010	.93	.14	.15	10.91	100.48
Niv N-2	S18	21.61	31.61	10.00	940.00	40.60	11.58	5.45	9.53	9.10	4.02	.14	.69	.07	.019	.70	.17		18.29	100.36
Niv N-2	S19	22.07	32.07	10.00	940.00	35.25	10.67	5.38	14.60	8.52	3.52	.14	.60	.05	.013	.92	.13		20.76	100.55
Moy. Niveau N-2					10.00	42.83	12.14	5.74	9.17	7.57	4.20	.18	.70	.13	.02	.83	.17	.15	16.30	100.13
Niv N-3	S4	30.45	40.00	9.55	930.45	63.00	11.85	5.04	3.33	3.46	3.61	.45	.72	.58	.013			7.87	99.92	
Niv N-3	S5	30.43	40.00	9.57	930.43	46.15	12.52	5.85	7.11	7.29	4.76	.16	.77	.45	.036			14.61	99.71	
Niv N-3	S6	30.35	40.00	9.65	930.35	32.58	9.94	4.61	13.85	10.26	3.45	.15	.58	2.98	.044		.23	21.63	100.30	
Niv N-3	S16	30.17	40.17	10.00	930.00	32.14	9.91	5.28	14.18	10.90	3.27	.14	.59	.10	.010	.94	.19	.14	22.78	100.57
Niv N-3	S17	31.68	41.68	10.00	930.00	72.99	7.53	3.69	3.57	2.53	2.31	.37	.60	.03	.010	.39	.12	.07	6.07	100.28
Niv N-3	S18	31.60	41.60	10.00	930.00	50.19	11.50	5.85	6.48	6.88	4.03	.18	.74	1.56	.020	.92	.13		12.48	100.96
Niv N-3	S19	32.07	42.07	10.00	930.00	37.95	11.97	5.80	12.22	8.04	4.09	.14	.68	.07	.014	.72	.15		18.23	100.07
Moy. Niveau N-3					9.82	47.86	10.75	5.16	6.68	7.05	3.65	.23	.67	.82	.02	.74	.16	.11	14.81	100.70
Niv N-4	S17	41.68	51.00	9.32	920.68	61.44	11.81	6.40	3.75	3.73	3.94	.36	.79	.03	.010	.61	.19	.10	7.64	100.80
Niv N-4	S18	41.61	50.00	8.39	921.61	51.79	13.05	5.79	5.29	6.27	4.44	.21	.80	.57	.020	.74	.18		11.39	100.54
Niv N-4	S19	42.07	50.00	7.93	922.07	37.36	11.40	5.67	11.29	9.33	3.94	.15	.66	.08	.010	.86	.17		19.88	100.80
Moy. Niveau N-4					8.55	50.83	12.09	5.97	6.59	6.29	4.10	.25	.75	.22	.01	.73	.18	.04	12.65	100.71

Compositions chimiques par niveaux et Blocs. Bloc B-III

Niv	S	de	a	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2OTiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total	
Niv N	S1	.80	11.75	10.95	960.00	47.91	11.34	5.58	9.66	6.08	3.74	.16	.70	.39	.098				14.28	99.94
Niv N	S2	.40	11.39	10.99	960.00	31.92	9.76	4.68	16.73	8.73	2.68	.30	.54	.34	.088				22.86	98.63
Niv N	S3	1.00	11.65	10.65	960.00	35.51	10.60	5.10	14.47	8.71	3.99	.23	.54	.45	.130				20.73	100.46
Niv N	S17	.30	11.68	11.38	960.00	48.04	11.64	5.52	5.56	6.16	4.08	.21	.69	.13	.100	.75	.11	.12	14.16	97.27
Niv N	S18	.30	11.61	11.31	960.00	35.66	10.33	5.28	13.56	6.68	3.70	.23	.59	.26	.110	.95	.14		20.88	100.77
Niv N	S19	.60	12.07	11.47	960.00	38.71	11.05	3.42	16.84	4.64	3.65	.17	.58	.05	.038	.74	.14		18.65	98.68
Niv N	S20	.50	12.12	11.62	960.00	35.34	9.92	4.68	17.83	5.92	3.40	.14	.57	.01	.018	1.07	.14	.12	21.08	100.24
Moy. Niveau N			11.20			39.05	10.66	4.89	13.53	6.99	3.61	.21	.60	.23	.082	.51	.08	.04	18.94	99.42
Niv N-1	S1	11.75	21.75	10.00	950.00	49.42	12.40	6.05	7.55	6.41	4.26	.16	.81	.18	.019				12.65	99.91
Niv N-1	S2	11.39	21.39	10.00	950.00	40.20	11.82	5.45	11.27	8.40	3.90	.13	.66	.02	.014				17.85	99.71
Niv N-1	S3	11.65	21.65	10.00	950.00	38.31	12.39	6.04	12.39	7.41	3.89	.16	.61	.29	.021				17.73	99.24
Niv N-1	S17	11.68	21.68	10.00	950.00	49.34	12.03	5.45	6.09	6.45	4.24	.15	.75	.03	.012	.87	.13	.13	14.18	99.85
Niv N-1	S18	11.61	21.61	10.00	950.00	38.12	11.50	5.74	11.79	8.31	4.19	.16	.65	.07	.010	.88	.16		19.07	100.65
Niv N-1	S19	12.07	22.07	10.00	950.00	38.00	11.29	5.25	13.25	7.96	3.73	.15	.62	.02	.012	.89	.19		18.62	99.98
Niv N-1	S20	12.12	22.12	10.00	950.00	37.32	10.46	4.99	14.42	8.04	3.54	.17	.61	.06	.010	.18	.15	.13	20.02	100.10
Moy. Niveau N-1			10.00			41.53	11.70	5.57	10.97	7.57	3.96	.15	.67	.10	.01	.71	.16	.13	17.16	100.38
Niv N-2	S1	21.75	31.75	10.00	940.00	47.65	12.34	6.09	9.09	5.97	4.15	.29	.77	.20	.021				13.58	100.15
Niv N-2	S2	21.39	31.39	10.00	940.00	46.64	11.02	5.32	9.21	7.27	3.58	.14	.68	.16	.021				15.65	99.69
Niv N-2	S3	21.65	31.65	10.00	940.00	37.50	11.30	5.25	12.38	9.19	3.90	.16	.56	.27	.022				19.50	100.03
Niv N-2	S17	21.68	31.68	10.00	940.00	50.30	13.17	6.79	6.79	5.75	4.50	.21	.80	.03	.010	.93	.14	.15	10.91	100.48
Niv N-2	S18	21.61	31.61	10.00	940.00	40.60	11.58	5.45	9.53	9.10	4.02	.14	.69	.07	.019	.70	.17		18.29	100.36
Niv N-2	S19	22.07	32.07	10.00	940.00	35.25	10.67	5.38	14.60	8.52	3.52	.14	.60	.05	.013	.92	.13		20.76	100.55
Niv N-2	S20	12.12	22.12	10.00	940.00	37.32	10.46	4.99	14.42	8.04	3.54	.17	.61	.06	.010	.18	.15	.13	20.02	100.10
Moy. Niveau N-2			10.00			45.04	11.62	5.49	9.65	7.21	3.83	.18	.67	.16	.007	.55	.12	.05	15.98	100.56
Niv N-3	S1	31.75	41.00	9.25	930.75	64.47	11.57	5.53	3.18	3.07	3.55	.36	.75	.19	.017				6.75	99.44
Niv N-3	S2	31.39	41.39	10.00	930.00	46.35	12.39	5.85	8.09	7.38	4.19	.16	.80	.29	.014				14.31	99.82
Niv N-3	S3	31.65	40.00	8.35	931.65	39.01	12.19	5.63	10.55	8.93	4.15	.18	.60	.26	.037				18.44	99.98
Niv N-3	S17	31.68	41.68	10.00	930.00	72.99	7.53	3.69	3.57	2.53	2.31	.37	.60	.03	.010	.39	.12	.07	6.07	100.28
Niv N-3	S18	31.60	41.60	10.00	930.00	50.19	11.50	5.85	6.48	6.88	4.03	.18	.74	1.56	.020	.92	.13		12.48	100.96
Niv N-3	S19	32.07	42.07	10.00	930.00	37.95	11.97	5.80	12.22	8.04	4.09	.14	.68	.07	.014	.72	.15		18.23	100.07
Niv N-3	S20	32.12	42.00	9.88	930.12	36.71	10.64	5.59	13.32	8.75	3.57	.15	.63	.06	.010	.08	.18	.14	19.62	99.45
Moy. Niveau N-3			9.64			49.79	11.08	5.41	8.19	6.49	3.69	.22	.69	.36	.02	.31	.09	.03	13.65	100.01
Niv N-4	S17	41.68	51.00	9.32	920.68	61.44	11.81	6.40	3.75	3.73	3.94	.36	.79	.03	.010	.61	.19	.10	7.64	100.80
Niv N-4	S18	41.61	50.00	8.39	921.61	51.79	13.05	5.79	5.29	6.27	4.44	.21	.80	.57	.020	.74	.18		11.39	100.54
Niv N-4	S19	42.07	50.00	7.93	922.07	37.36	11.40	5.67	11.29	9.33	3.94	.15	.66	.08	.010	.86	.17		19.88	100.80
Niv N-4	S20	41.39	41.60	.21	929.79	48.91	11.96	5.44	7.11	7.41	4.03	.17	.79	.45	.010				13.67	99.95
Moy. Niveau N-4			6.46			50.82	12.09	5.97	6.59	6.30	4.10	.25	.75	.22	.01	.72	.18	.04	12.66	100.71

Compositions chimiques moyennes ponderees par niveaux Bloc B (B-I + B-II + B-III)

Niveaux	ep.	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
Niv N BI	9.21		39.74	10.83	5.10	12.98	7.00	3.58	.23	.56	.27	.090	.80	.16	.16	18.37	99.87
Niv N BII	9.82		47.86	10.75	5.16	8.68	7.05	3.65	.23	.67	.82	.02	.74	.16	.11	14.81	100.70
Niv N BIII	11.20		39.05	10.66	4.89	13.53	6.99	3.61	.21	.60	.23	.082	.51	.08	.04	18.94	99.42
Moy Niv N Bloc B	10.08	960.00	39.55	10.74	4.99	13.26	6.97	3.58	.21	.57	.25	.092	.55	.10	.04	18.58	99.48
Niv N-1 BI	10.00		39.81	11.44	5.54	12.32	7.39	3.78	.15	.60	.13	.013	.84	.17	.17	18.23	100.58
Niv N-1 BII	10.00		40.76	11.61	5.54	11.27	7.57	3.99	.15	.66	.14	.02	.87	.17	.14	17.57	100.46
Niv N-1 BIII	10.00		41.53	11.70	5.57	10.97	7.57	3.96	.15	.67	.10	.01	.71	.16	.13	17.16	100.38
Moy Niv N-1 Bloc B	10.00	950.00	40.51	11.54	5.55	11.81	7.46	3.85	.15	.63	.11	.006	.66	.12	.06	17.78	100.24
Niv N-2 BI	10.00		47.37	11.70	5.36	8.67	6.90	3.80	.20	.68	.20	.017	.64	.13	.15	15.10	100.92
Niv N-2 BII	10.00		42.83	12.14	5.74	9.17	7.57	4.20	.18	.70	.13	.02	.83	.17	.15	16.30	100.13
Niv N-2 BIII	10.00		45.04	11.62	5.49	9.65	7.21	3.83	.18	.67	.16	.007	.55	.12	.05	15.98	100.56
Moy Niv N-2 Bloc B	10.00	940.00	45.04	11.62	5.49	9.65	7.21	3.83	.18	.67	.16	.007	.55	.12	.05	14.50	99.08
Niv N-3 BI	9.79		46.70	11.39	5.35	8.22	7.17	3.75	.20	.68	.55	.020	.76	.17	.14	15.10	100.20
Niv N-3 BII	9.82		47.86	10.75	5.16	8.68	7.05	3.65	.23	.67	.82	.02	.74	.16	.11	14.81	100.70
Niv N-3 BIII	9.64		49.79	11.08	5.41	8.19	6.49	3.69	.22	.69	.36	.02	.31	.09	.03	13.65	100.01
Moy Niv N-3 Bloc B	9.75	930.00	47.95	11.26	5.37	8.20	6.83	3.72	.20	.68	.47	.018	.59	.13	.05	14.50	99.97
Niv N-4 BI	8.33		57.15	11.56	5.42	8.61	7.20	3.72	.19	.67	.22	.015	.83	.15	.15	15.88	111.76
Niv N-4 BII	8.55		50.83	12.09	5.97	6.59	6.29	4.10	.25	.75	.22	.01	.73	.18	.04	12.65	100.71
Niv N-4 BIII	6.46		50.82	12.09	5.97	6.59	6.30	4.10	.25	.75	.22	.01	.72	.18	.04	12.66	100.71
Moy Niv N-4 Bloc B	7.78	920.00	54.74	11.76	5.62	7.84	6.95	3.86	.21	.70	.22	.014	.78	.16	.04	14.61	107.50
Moy gen. Bloc B	9.52		44.22	11.32	5.37	10.51	7.09	3.75	.18	.64	.24	.028	.60	.12	.05	16.55	100.67

Compositions chimiques moyennes pondérées

Bloc B-I

Bloc	S	de	a	ep	Zmur	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
B-I	S4	1.00	40.00	39.00	930.45	51.57	12.62	5.65	6.31	5.12	4.00	.28	.62	.30	.037				12.14	98.65
B-I	S5	1.30	40.00	38.70	930.43	43.84	11.76	5.07	7.74	7.97	4.17	.16	.69	.40	.045				16.49	98.34
B-I	S6	1.80	40.00	38.20	930.35	35.86	11.01	5.22	12.44	9.47	4.04	.15	.63	1.21	.039		.08		19.56	99.71
B-I	S10	.30	39.70	39.40	930.88	58.97	11.47	5.29	4.91	4.34	3.53	.33	.79	.07	.054	.62	.17	.14	9.67	100.35
B-I	S11	.30	50.48	50.18	920.00	41.55	11.63	5.22	10.50	8.12	3.73	.19	.69	.11	.050	.87	.14		17.60	100.40
B-I	S12	.30	50.00	49.70	921.98	36.62	11.06	5.43	14.94	7.00	3.46	.16	.61	.07	.028	.74	.15		19.65	99.92
B-I	S13	.20	46.50	46.30	924.08	55.77	11.22	5.32	6.63	4.68	3.56	.30	.66	.12	.037	.72	.17		11.35	100.54
B-I	S14	1.60	50.00	48.40	920.64	42.91	11.80	5.44	9.33	7.74	3.78	.17	.66	.64	.036	.74	.18	.18	16.62	100.23
B-I	S15	.30	50.00	49.70	921.65	35.46	10.53	5.34	14.06	8.42	3.55	.14	.58	.15	.027	.89	.11		20.45	99.71
B-I	S16	.40	40.60	40.20	929.57	33.92	10.71	5.45	15.43	8.14	3.52	.16	.58	.11	.026	.83	.19	.14	21.10	100.31
Moy. Bloc B-I					43.98	43.41	11.36	5.33	10.36	7.12	3.71	.20	.65	.30	.037	.77	.16	.15	16.58	100.31

Bloc B-II

Bloc	S	de	a	ep.	Zmur	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
B-II	S4	1.00	40.00	39.00	930.45	51.57	12.62	5.65	6.31	5.12	4.00	.28	.62	.30	.037				12.14	98.65
B-II	S5	1.30	40.00	38.70	930.43	43.84	11.76	5.07	7.74	7.97	4.17	.16	.69	.40	.045				16.49	98.34
B-II	S6	1.80	40.00	38.20	930.35	35.86	11.01	5.22	12.44	9.47	4.04	.15	.63	1.21	.039		.08		19.56	99.71
B-II	S16	.40	40.60	40.20	929.57	33.92	10.71	5.45	15.43	8.14	3.52	.16	.58	.11	.026	.83	.19	.14	21.10	100.31
B-II	S17	.30	51.00	50.70	920.68	56.12	11.23	5.55	5.40	4.97	3.81	.25	.72	.05	.030	.71	.13	.11	10.72	99.80
B-II	S18	.30	50.00	49.70	921.61	42.84	11.51	5.60	9.57	7.96	4.05	.18	.68	.49	.038	.84	.15		16.70	100.61
B-II	S19	.60	50.00	49.40	922.07	37.49	11.26	5.03	13.83	7.53	3.77	.15	.62	.05	.018	.82	.15		19.18	99.90
Moy. Bloc B-II					43.70	43.38	11.42	5.37	10.04	7.24	3.90	.19	.65	.27	.032	.22	.13	.12	16.46	99.90

bloc B-III

Niv	S	de	a	ep.	Zmur	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
B-III	S1	.80	41.00	40.20	930.75	52.03	11.90	5.81	7.50	5.44	3.92	.23	.75	.20	.040				11.96	99.78
B-III	S2	.40	41.60	41.20	929.79	41.09	11.21	5.31	11.43	7.96	3.56	.18	.66	.21	.035				17.77	99.42
B-III	S3	1.00	40.00	39.00	931.65	37.48	11.57	5.49	12.79	8.54	3.97	.18	.57	.32	.054				19.15	100.11
B-III	S17	.30	51.00	50.70	920.68	56.12	11.23	5.55	5.40	4.97	3.81	.25	.72	.05	.030	.71	.13	.11	10.72	99.80
B-III	S18	.30	50.00	49.70	921.61	42.84	11.51	5.60	9.57	7.96	4.05	.18	.68	.49	.038	.84	.15		16.70	100.61
B-III	S19	.60	50.00	49.40	922.07	37.49	11.26	5.03	13.83	7.53	3.77	.15	.62	.05	.018	.82	.15		19.18	99.90
B-III	S20	.50	42.00	41.50	930.12	35.86	10.37	5.17	15.46	7.56	3.49	.14	.57	.06	.012	.87	.15	.13	20.72	100.56
Moy. Bloc B-III					44.53	43.50	11.28	5.41	10.63	7.09	3.80	.18	.65	.19	.024	.80	.14	.12	16.49	100.56

Bloc B (B-I + B-II + B-III)

	ep	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total	
Moy. Bloc B-I	43.98	43.41	11.36	5.33	10.36	7.12	3.71	.20	.65	.30	.037	.77	.16	.15	16.58	100.31	
Moy. Bloc B-II	43.70	43.38	11.42	5.37	10.04	7.24	3.90	.19	.65	.27	.032	.22	.13	.12	16.46	99.90	
Moy. Bloc B-III	44.53	43.50	11.28	5.41	10.63	7.09	3.80	.18	.65	.19	.024	.80	.14	.12	16.49	100.56	
Moy. Bloc B		44.07	43.84	11.46	5.41	10.44	7.21	3.82	.19	.65	.26	.032	.60	.14	.13	16.67	100.56

Compositions chimiques moyennes pondérées
Par niveaux. Bloc B

Niveaux	Zniv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
Moy Niv N	960.00	39.55	10.74	4.99	13.26	6.97	3.58	.21	.57	.25	.092	.55	.10	.04	18.58	99.48
Moy Niv N-1	950.00	40.51	11.54	5.55	11.81	7.46	3.85	.15	.63	.11	.006	.66	.12	.06	17.78	100.24
Moy Niv N-2	940.00	45.04	11.62	5.49	9.65	7.21	3.83	.18	.67	.16	.007	.55	.12	.05	14.50	99.08
Moy Niv N-3	930.00	47.95	11.26	5.37	8.20	6.83	3.72	.20	.68	.47	.018	.59	.13	.05	14.50	99.97
Moy Niv N-4	920.00	54.74	11.76	5.62	7.84	6.95	3.86	.21	.70	.22	.014	.78	.16	.04	14.61	107.50
Moy générale Bloc B		44.22	11.32	5.37	10.51	7.09	3.75	.18	.64	.24	.028	.60	.12	.05	16.55	100.67

Composition chimique moyenne pondérée
Par blocs. Bloc B (BI + BII + BIII)

	ép.	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl	MnO	P2O5	F	PF	Total
Moy. Bloc B-I	43.98	43.41	11.36	5.33	10.36	7.12	3.71	.20	.65	.30	.037	.77	.16	.15	16.58	100.31
Moy. Bloc B-II	43.70	43.38	11.42	5.37	10.04	7.24	3.90	.19	.65	.27	.032	.22	.13	.12	16.46	99.90
Moy. Bloc B-III	44.53	43.50	11.28	5.41	10.63	7.09	3.80	.18	.65	.19	.024	.80	.14	.12	16.49	100.56
Moy. B-I+ B-II+ B-III	44.07	43.84	11.46	5.41	10.44	7.21	3.82	.19	.65	.26	.032	.60	.14	.13	16.67	100.56

A N N E X E N° 3

GISEMENT DE CALCAIRE

MOYENNES CHIMIQUES PONDEREES PAR SONDAGE, PAR NIVEAU ET DU GISEMENT

Condage 9.1 (Sulao)

967	51.30	49.30	1.80	0.93	1.52	0.20	50.30	0.15	0.10	0.00	0.20	0.001	42.36	100.00
968	49.30	47.30	2.00	1.78	1.51	0.14	51.93	0.25	0.10	0.00	0.20	0.008	42.36	100.00
969	47.30	45.30	2.00	0.42	1.48	0.06	54.68	0.24	0.10	0.00	0.20	0.019	42.36	100.00
970	45.30	43.30	2.00	1.24	1.23	0.14	53.44	0.25	0.10	0.00	0.20	0.033	42.36	100.00
971	43.30	41.30	2.00	0.75	1.39	0.12	53.95	0.24	0.10	0.00	0.20	0.001	42.36	100.00
972	41.30	39.30	2.00	0.20	1.76	0.01	54.26	0.27	0.10	0.00	0.20	0.010	42.36	100.00
973	39.30	37.30	2.00	1.12	1.99	0.16	53.99	0.25	0.10	0.00	0.20	0.011	42.36	100.00

44.30	59.30	15.00	970	0.73	1.72	0.10	53.36	0.40	0.10	0.01	0.20	0.017	42.36	100.00

974	53.30	51.30	2.00	1.12	1.39	0.16	53.95	0.25	0.10	0.00	0.20	0.011	42.36	100.00
975	51.30	49.30	2.00	0.60	1.36	0.10	53.95	0.27	0.10	0.00	0.20	0.011	42.36	100.00
976	49.30	47.30	2.00	0.34	1.22	0.01	54.68	0.22	0.07	0.00	0.20	0.011	42.36	100.00
977	47.30	45.30	2.00	0.59	1.25	0.01	54.48	0.24	0.03	0.00	0.20	0.037	42.36	100.00
978	45.30	43.30	2.00	0.28	0.72		54.00	0.25	0.03	0.00	0.41	0.001	42.36	100.00
979	43.30	41.30	2.00	1.34	1.59		52.51	0.10	0.10	0.00	0.20	0.034	42.36	100.00

59.30	74.30	15.00	955	0.59	1.18	0.06	54.49	0.42	0.03	0.20	0.20	0.019	42.36	100.00

980	71.30	69.30	2.00	0.49	0.27		55.35	0.15	0.14	0.04	0.20	0.011	42.36	100.00
981	69.30	67.30	2.00	0.24	0.20	0.01	55.36	0.20	0.00	0.00	0.20	0.011	42.36	100.00
982	67.30	65.30	2.00	4.01	1.33	0.39	51.59	0.25	0.04	0.00	0.20	0.001	42.36	100.00
983	65.30	63.30	2.00	0.53	0.23	0.13	54.70	0.40	0.10	0.00	0.20	0.000	42.36	100.00
984	63.30	61.30	2.00	0.27	0.22	0.19	55.39	0.30	0.06	0.00	0.20	0.000	42.36	100.00
985	61.30	59.30	2.00	0.25	0.22	0.09	55.44	0.27	0.00	0.00	0.20	0.011	42.36	100.00

74.30	89.30	15.00	940	2.44	1.22	0.35	52.93	0.47	0.15	0.07	0.20	0.017	42.36	100.00

986	81.30	79.30	2.00	0.25	0.20	0.03	55.44	0.27	0.00	0.00	0.20	0.011	42.36	100.00
987	79.30	77.30	2.00	0.25	0.20	0.03	55.44	0.27	0.00	0.00	0.20	0.011	42.36	100.00

59.30	74.30	15.00	937.30	0.23	0.20	0.03	55.44	0.27	0.03	0.00	0.20	0.011	42.36	100.00

31.30	33.30	2.00	934.20										42.36	100.00

0.00	31.30	31.30		0.27	0.21	0.03	51.97	0.25	0.00	0.00	0.20	0.010	42.36	100.00

Composition Chimique Moyennes Pondérées
par Sondage et Niveau (Catégorie B1.1)

Sondage 6-8

600	de	a	n	niv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL-	MNO	P2O5	F	PF	Total	
337	0,00	1,90	1,90	1021,31	0,29	0,23	0,13	55,10	0,17	0,05	0,02	-	0,20	0,002	-	-	-	43,31	99,50	
338	1,90	5,00	3,10		0,27	0,23	0,12	55,30	0,14	0,05	0,04	-	0,10	0,004	-	-	-	43,29	99,54	
339	5,00	6,31	1,31		0,29	0,23	0,16	55,11	0,21	0,05	0,03	-	0,15	0,004	-	-	-	43,14	99,37	
	0,00	6,31	6,31	1015	0,28	0,23	0,13	55,20	0,16	0,05	0,03	-	0,14	0,003	-	-	-	43,26	99,46	
340	6,31	8,00	1,69		0,28	0,23	0,16	55,11	0,21	0,05	0,03	-	0,16	0,004	-	-	-	43,14	99,37	
341	8,00	12,00	4,00		0,27	0,23	0,13	55,21	0,23	0,05	0,02	-	0,21	0,004	-	-	-	43,30	100,25	
342	12,00	14,94	2,94		0,29	0,23	0,13	55,25	0,24	0,05	0,03	-	0,17	0,003	-	-	-	43,04	99,74	
343	14,94	19,31	4,37		0,27	0,23	0,12	55,18	0,25	0,05	0,03	-	0,13	0,012	-	-	-	43,09	99,47	
344	19,31	21,31	2,00		0,27	0,23	0,10	55,13	0,20	0,05	0,03	-	0,10	0,004	-	-	-	43,22	99,44	
	6,31	21,31	15,00	1000	0,27	0,23	0,12	55,35	0,23	0,05	0,04	-	0,19	0,006	-	-	-	43,16	99,67	
345	21,31	21,80	0,49		0,27	0,23	0,13	55,15	0,20	0,05	0,03	-	0,13	0,004	-	-	-	43,22	99,44	
346	21,80	25,00	3,20		0,24	0,23	0,17	54,57	0,28	0,05	0,03	-	0,23	0,004	-	-	-	43,09	99,70	
347	25,00	27,00	2,00		1,00	0,50	0,10	54,50	0,44	0,10	0,03	-	0,10	0,003	-	-	-	40,21	101,00	
348	27,00	31,00	4,00		0,30	0,24	0,12	54,70	0,27	0,05	0,03	-	0,09	0,003	-	-	-	42,81	99,58	
349	31,00	34,50	3,50		1,00	0,45	0,10	54,10	0,34	0,05	0,02	-	0,17	0,012	-	-	-	43,00	99,98	
350	34,50	36,31	1,81		1,70	1,70	0,10	53,44	0,62	0,10	0,03	-	0,25	0,015	-	-	-	42,70	100,80	
	21,31	36,31	15,00	985	1,09	0,40	0,15	54,37	0,34	0,08	0,04	-	0,149	0,003	-	-	-	43,01	99,72	
351	36,31	37,50	1,19		1,70	1,70	0,10	53,44	0,62	0,10	0,03	-	0,25	0,015	-	-	-	42,70	100,80	
352	37,50	41,37	3,87		1,21	1,21	0,10	54,00	0,55	0,05	0,02	-	0,30	0,002	-	-	-	43,55	101,01	
353	41,37	43,00	1,63		1,50	1,50	0,10	54,10	0,59	0,05	0,02	-	0,20	0,002	-	-	-	42,84	99,59	
354	43,00	47,00	4,00		0,75	0,40	0,10	54,70	0,44	0,05	0,02	-	0,07	0,010	-	-	-	43,07	99,82	
355	47,00	50,50	3,50		0,27	0,27	0,10	54,57	0,43	0,05	0,02	-	0,10	0,003	-	-	-	43,00	99,73	
356	50,50	51,00	0,50		0,34	0,34	0,10	53,44	0,62	0,05	0,03	-	0,31	0,010	-	-	-	42,50	100,15	
	36,31	51,31	15,00	970	0,82	0,40	0,16	54,64	0,54	0,06	0,02	-	0,18	0,011	-	-	-	43,25	100,16	
357	51,31	53,10	1,79		0,34	0,27	0,12	54,44	0,50	0,05	0,02	-	0,31	0,010	-	-	-	43,50	100,15	
358	53,10	53,70	0,60		0,20	0,21	0,03	54,70	0,47	0,04	0,02	-	0,10	0,003	-	-	-	43,00	99,50	
359	53,70	53,70	0,00		0,05	0,11	0,02	55,00	0,47	0,03	0,01	-	0,05	0,002	-	-	-	43,07	99,40	
360	53,70	61,00	7,30		1,11	0,21	0,10	55,10	0,40	0,05	0,02	-	0,17	0,010	-	-	-	43,37	99,50	
361	61,00	61,00	0,00		1,11	0,21	0,10	55,10	0,40	0,05	0,02	-	0,17	0,010	-	-	-	43,67	99,10	
362	61,00	65,10	4,10	356,21	0,20	0,20	0,17	55,11	0,40	0,04	0,02	-	0,02	0,001	-	-	-	-	-	-
	51,31	66,31	15,00	985	0,23	0,15	0,08	50,51	0,40	0,035	0,02	-	0,062	0,007	-	-	-	39,73	91,28	
	66,31	67,10	0,79	354,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	7,00	66,31	65,10		0,30	0,33	0,10	54,13	0,35	0,050	0,02	-	0,17	0,007	-	-	-	43,11	98,94	

Capacité Chimique Niveau Pondérée
par Sondage et Niveau (Categorie-BII)

Sondage S-12

Ech	de	a	n	niv	SI02	AL203	FE203	CAO	EGO	K2O	NA2O	TI02	S03	CL-	H3O	P205	F	PF	Total
509	0,00	3,20	3,20	1026,52	0,20	0,10	0,08	55,53	0,19	0,02	0,04	0,00	0,02	0,00	0,02	0,02		43,56	99,66
510	3,20	6,40	6,40		0,22	0,09	0,14	55,28	0,26	0,01	0,04	0,00	0,02	0,01	0,05	0,05		43,59	99,66
511	6,40	9,60	9,60		0,32	0,21	0,12	55,55	0,35	0,02		0,02	0,02	0,10	0,03	0,08		43,35	99,97
512	9,60	11,52	1,92		0,36	0,17	0,08	55,71	0,24	0,02		0,02	0,04	0,00	0,03	0,07		43,42	100,16
	0,00	11,52	11,52	1015	0,26	0,14	0,09	55,44	0,21	0,02	0,04	0,02	0,02	0,01	0,027	0,04		43,48	99,80
513	11,52	12,80	1,28		0,36	0,17	0,08	55,71	0,24	0,02		0,02	0,04	0,00	0,03	0,07		43,42	100,16
513	12,80	16,00	3,20		0,32	0,19	0,10	54,99	0,25	0,03	0,00	0,01	0,02	0,03	0,03	0,09		43,51	99,54
514	16,00	19,00	3,00		0,70	0,36	0,14	54,66	0,39	0,06	0,01	0,01	0,04	0,00	0,03	0,10		43,30	99,62
515	19,00	22,00	3,00		0,38	0,14	0,06	54,67	0,24	0,02	0,02	0,01	0,05	0,00	0,02	0,07		43,42	99,26
516	22,00	25,00	3,00		0,59	0,28	0,13	55,43	0,34	0,02	0,00	0,03	0,05	0,00	0,02	0,11		43,29	100,02
517	25,00	26,52	1,52		0,38	0,23	0,06	55,54	0,25	0,03	0,00	0,02	0,04	0,00	0,03	0,09		43,21	99,35
	11,52	26,52	15,00	1000	0,43	0,22	0,10	55,08	0,29	0,03	0,015	0,01	0,03	0,00	0,026	0,09		43,34	99,66
517	26,52	33,77	7,25		0,38	0,23	0,06	55,54	0,25	0,03	0,00	0,02	0,04	0,00	0,03	0,09		43,21	99,35
518	33,77	37,97	4,20		0,34	0,30	0,13	55,00	0,33	0,07	0,01	0,01	0,03	0,00	0,03	0,12		43,24	99,65
519	37,97	34,00	-3,97		1,35	0,73	0,26	53,67	0,53	0,09	0,02	0,07	0,03	0,03	0,03	0,00		42,40	99,81
520	34,00	37,97	3,97		0,67	0,43	0,13	54,33	0,47	0,01	0,02	0,02	0,05	0,00	0,02	0,09		43,00	99,49
521	37,97	40,77	2,80		0,55	0,43	0,12	54,00	0,73	0,09	0,02	0,03	0,05	0,00	0,02	0,11		43,05	99,65
522	40,77	41,52	0,75		0,53	0,35	0,14	53,00	0,58	0,10	0,02	0,02	0,00	0,03	0,02	0,12		44,08	99,91
	26,52	41,52	15,00	995	0,85	0,46	0,11	54,16	0,45	0,02	0,016	0,02	0,13	0,00	0,024	0,08		43,05	99,41
523	41,52	43,97	2,45		0,55	0,35	0,14	53,00	0,53	0,10	0,02	0,03	0,03	0,00	0,00	0,12		44,09	99,91
524	43,97	46,00	2,03		0,35	0,39	0,10	49,67	0,53	0,11	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,15		43,92	100,00
524	43,97	47,57	3,60		0,06	0,73	0,31	52,62	0,55	0,14	0,02	0,02	0,10	0,01	0,03	0,15		41,31	99,35
525	47,57	49,52	1,95		0,53	0,35	0,17	54,73	0,51	0,05	0,01	0,02	0,04	0,00	0,00	0,15		43,74	100,11
526	49,52	53,77	4,25		0,34	0,19	0,07	55,09	0,45	0,02	0,02	0,02	0,03	0,00	0,01	0,08		43,59	100,01
527	53,77	55,52	1,75		0,39	0,15	0,06	55,11	0,48	0,04	0,01	0,02	0,03	0,00	0,03	0,08		43,64	100,01
	41,52	56,52	15,00	970	0,89	0,32	0,14	53,48	0,52	0,02	0,018	0,02	0,06	0,00	0,02	0,09		43,76	99,93
527	56,52	57,97	1,45		0,38	0,15	0,06	55,11	0,45	0,04	0,01	0,02	0,03	0,00	0,01	0,08		43,64	100,01
528	57,97	59,77	1,80		0,28	0,13	0,07	55,36	0,48	0,04	0,01	0,02	0,03	0,00	0,02	0,08		43,73	100,07
528	57,97	63,00	5,03		0,20	0,17	0,04	55,00	0,45	0,05	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,12		43,66	99,99
529	63,00	65,94	2,94		0,33	0,26	0,04	55,06	0,44	0,02	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00	0,07		43,58	99,99
530	65,94	69,50	3,56		0,29	0,08	0,04	55,37	0,45	0,02	0,07	0,03	0,03	0,00	0,01	0,08		43,72	99,46
530	69,50	71,52	2,02		1,03	0,37	0,25	53,21	0,60	0,14	0,01	0,02	0,40	0,01	0,05	0,05		42,97	100,05
	56,52	71,52	15,00	955	0,49	0,20	0,07	54,92	0,47	0,04	0,007	0,01	0,17	0,009	0,03	0,06		43,60	100,06
	71,52	73,50	1,98	953,02	1,83	0,37	0,25	53,21	0,60	0,14	0,01	0,02	0,42	0,01	0,05	0,07		42,77	100,05
	0,00	73,50	73,50		0,62	0,29	0,40	54,54	0,38	0,04	0,017	0,015	0,16	0,007	0,022	0,07		43,42	100,01

Standard 5-11

Standard 5-11

Est	36	a	a	div	SI02	AL203	TK20	CaO	FeO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL	MNO	P2O5	Y	PF	Total
415	7.00	3.00	3.20	1022.25	0.31	0.12	0.21	55.33	0.17	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.09	43.69	100.00
417	7.00	3.40	3.20		0.25	0.08	0.15	55.44	0.13	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01	0.08	43.58	100.00
419	7.40	7.20	0.00		0.43	0.34	0.30	54.56	0.52	0.03	0.00	0.00	0.14	0.00	0.05	0.06	0.00	43.24	99.00
	0.00	7.20	7.20	1015	0.29	0.12	0.20	55.31	0.20	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.05	43.58	99.94
410	7.00	3.00	0.00		0.29	0.11	0.15	55.43	0.19	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.01	0.10	43.58	99.00
418	10.00	10.00	0.00		0.45	0.30	0.17	55.18	0.23	0.01	0.00	0.00	0.15	0.01	0.04	0.03	0.03	43.42	99.00
420	10.00	12.00	0.00		0.37	0.11	0.17	55.43	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.10	43.45	100.00
422	10.00	10.00	0.00		0.43	0.19	0.15	55.30	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.01	0.10	43.40	100.00
424	10.00	10.00	0.00		0.34	0.19	0.19	55.33	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.10	43.54	99.00
	7.00	20.00	15.00	1000	0.39	0.16	0.16	55.35	0.21	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.44	99.00
426	10.00	10.00	0.00		0.38	0.14	0.19	55.35	0.21	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.54	99.00
428	10.00	10.00	0.00		0.37	0.14	0.20	55.34	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.57	99.00
430	10.00	10.00	0.00		0.31	0.17	0.17	55.34	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.54	100.00
432	10.00	10.00	0.00		0.30	0.17	0.14	54.51	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.33	99.00
434	10.00	10.00	0.00		0.30	0.16	0.15	54.57	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
436	10.00	10.00	0.00		0.37	0.16	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
	10.00	10.00	15.00	980	0.33	0.15	0.21	54.74	0.20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.41	99.00
438	10.00	10.00	0.00		0.37	0.15	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
440	10.00	10.00	0.00		0.37	0.15	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
442	10.00	10.00	0.00		0.37	0.15	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
444	10.00	10.00	0.00		0.37	0.15	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
446	10.00	10.00	0.00		0.37	0.15	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
448	10.00	10.00	0.00		0.37	0.15	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
450	10.00	10.00	0.00		0.37	0.15	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
452	10.00	10.00	0.00		0.37	0.15	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
454	10.00	10.00	0.00		0.37	0.15	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
456	10.00	10.00	0.00		0.37	0.15	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
458	10.00	10.00	0.00		0.37	0.15	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
460	10.00	10.00	0.00		0.37	0.15	0.14	54.50	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.30	99.00
	10.00	10.00	15.00	980	0.34	0.15	0.15	54.90	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.50	99.00
462	10.00	10.00	0.00		0.30	0.09	0.17	54.70	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.50	99.00
	0.00	10.00	10.00	1000.00	0.31	0.11	0.17	54.54	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	43.40	99.00

**Condições Clínicas Moyennes Fondées
par Sondage et Niveaux (Catégorie B1.1)**

Sondage 5-15

Ech	de	a	n	niv	SI02	AL203	F3E03	CA0	MO0	K20	NA20	TIO2	S03	CL-	MNO	P205	F	PF	Total	
533	0.00	3.20	3.20	1007	0.26	0.10	0.07	55.03	0.24	0.03	0.31	0.01	0.02	0.01	0.02	0.09			43.45	99.66
534	3.20	6.40	3.20		0.24	0.13	0.09	55.29	0.25	0.02	0.30	0.02	0.01	0.00	0.01	0.07			43.74	99.92
535	6.40	7.00	0.60		0.42	0.10	0.05	55.06	0.25	0.04	0.42	0.01	0.01	0.02	0.02	0.09			43.60	99.78
	0.00	7.00	7.00	1000	0.26	0.15	0.066	55.16	0.245	0.025	0.404	0.014	0.016	0.005	0.015	0.06			43.63	99.73
536	7.00	9.60	2.60		0.42	0.10	0.09	55.06	0.26	0.03	0.50	0.01	0.03	0.01	0.02	0.03			43.67	99.74
537	9.60	12.80	3.20		0.49	0.10	0.09	55.07	0.26	0.03	0.50	0.02	0.03	0.01	0.02	0.07			43.51	99.94
538	12.80	15.80	3.00		0.37	0.14	0.08	55.07	0.24	0.04	0.50	0.01	0.07	0.01	0.04	0.07			43.50	99.76
539	15.80	18.80	3.00		0.53	0.08	0.11	54.71	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			43.43	99.44
540	18.80	21.80	3.00		0.42	0.10	0.09	55.06	0.26	0.03	0.50	0.02	0.04	0.01	0.02	0.07			43.51	99.51
541	21.80	24.80	3.00		0.54	0.08	0.11	54.71	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			43.31	99.41
	7.00	22.00	15.00	985	0.45	0.23	0.11	54.66	0.25	0.04	0.4631	0.018	0.035	0.007	0.02	0.03			43.33	99.59
542	25.00	25.00	0.00		0.54	0.08	0.11	54.71	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			43.31	99.51
543	25.00	28.00	3.00		0.73	0.08	0.11	54.71	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			43.22	99.22
544	28.00	31.00	3.00		0.53	0.10	0.11	54.71	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			43.21	99.21
545	31.00	34.00	3.00		0.77	0.08	0.11	54.71	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			43.15	99.15
546	34.00	37.00	3.00		0.89	0.08	0.11	54.71	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			43.03	99.04
	22.00	37.00	15.00	970	0.59	0.19	0.15	54.31	0.22	0.04	0.433	0.02	0.07	0.005	0.024	0.03			43.19	99.33
547	37.00	40.00	3.00		0.71	0.10	0.15	54.31	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			43.07	99.07
548	40.00	43.00	3.00		0.77	0.10	0.15	54.31	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			43.00	99.00
549	43.00	46.00	3.00		0.89	0.10	0.15	54.31	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			42.91	98.91
550	46.00	49.00	3.00		0.89	0.10	0.15	54.31	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			42.81	98.81
	37.00	50.00	13.00	910	0.53	0.13	0.12	54.22	0.25	0.05	0.424	0.014	0.037	0.01	0.03	0.03			43.01	99.01
551	50.00	53.00	3.00		0.71	0.10	0.15	54.31	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			42.91	98.91
552	53.00	56.00	3.00		0.77	0.10	0.15	54.31	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			42.81	98.81
553	56.00	59.00	3.00		0.89	0.10	0.15	54.31	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			42.71	98.71
554	59.00	62.00	3.00		0.89	0.10	0.15	54.31	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			42.61	98.61
	50.00	62.00	12.00	910	0.53	0.13	0.12	54.22	0.25	0.05	0.424	0.014	0.037	0.01	0.03	0.03			43.01	99.01
555	62.00	65.00	3.00		0.71	0.10	0.15	54.31	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			42.91	98.91
556	65.00	68.00	3.00		0.77	0.10	0.15	54.31	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			42.81	98.81
557	68.00	71.00	3.00		0.89	0.10	0.15	54.31	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			42.71	98.71
558	71.00	74.00	3.00		0.89	0.10	0.15	54.31	0.22	0.04	0.50	0.01	0.02	0.00	0.00	0.07			42.61	98.61
	62.00	74.00	12.00	910	0.53	0.13	0.12	54.22	0.25	0.05	0.424	0.014	0.037	0.01	0.03	0.03			43.01	99.01

Composition Chimiques Moyennes Pondérées

Air Sondage et Niveau (CA44-Grille BT1)

Sondage S-16

Col	de	à	N	Niv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL	KNO3	PHOS	P	PF	TOTAL
571	6.00	7.00	3.00	1011.91	0.13	0.10	0.21	51.21	0.15	0.03	0.01	0.001	0.07	0.001	-	0.010	-	41.09	98.25
569	7.00	7.00	4.00		0.12	0.11	0.20	51.18	0.15	0.04	0.03	0.004	0.08	0.001	-	0.009	-	42.11	98.55
569	7.00	10.00	3.00		0.13	0.11	0.21	51.14	0.13	0.04	0.04	0.004	0.07	0.001	-	0.009	-	41.09	98.54
570	10.00	11.21	1.91		0.14	0.10	0.20	51.13	0.21	0.07	0.04	0.010	0.07	0.001	-	0.013	-	43.09	98.75
	0.00	11.91	11.91	1000	0.13	0.11	0.21	51.09	0.15	0.04	0.03	0.005	0.06	0.002	-	0.014	-	43.02	98.50
570	11.91	14.00	2.00		0.14	0.10	0.20	51.13	0.21	0.07	0.04	0.013	0.07	0.001	-	0.013	-	43.09	98.76
571	14.00	17.00	3.00		0.14	0.10	0.20	51.09	0.20	0.04	0.04	0.003	0.07	0.001	-	0.009	-	43.09	98.73
572	17.00	21.00	4.00		0.13	0.10	0.20	51.08	0.13	0.04	0.04	0.004	0.08	0.001	-	0.009	-	43.07	98.73
573	21.00	26.00	5.00		0.14	0.10	0.20	51.09	0.13	0.05	0.04	0.014	0.10	0.001	-	0.009	-	43.07	98.82
574	26.00	26.91	1.91		0.13	0.11	0.21	51.11	0.20	0.05	0.04	0.014	0.07	0.001	-	0.009	-	43.07	98.82
	11.91	26.91	15.00	995	0.14	0.11	0.20	51.09	0.19	0.05	0.04	0.008	0.09	0.002	-	0.009	-	43.11	98.83
574	26.91	29.00	2.00		0.13	0.11	0.21	51.11	0.20	0.05	0.04	0.014	0.07	0.001	-	0.009	-	43.07	98.82
575	29.00	32.00	3.00		0.13	0.10	0.21	51.11	0.15	0.05	0.04	0.013	0.07	0.001	-	0.009	-	43.09	98.73
576	32.00	36.00	4.00		0.14	0.10	0.20	51.11	0.15	0.05	0.04	0.017	0.11	0.001	-	0.009	-	43.09	98.81
577	36.00	39.00	3.00		0.13	0.10	0.21	51.09	0.14	0.05	0.05	0.005	0.11	0.001	-	0.009	-	43.09	98.76
578	39.00	43.00	4.00		0.13	0.10	0.21	51.11	0.14	0.05	0.05	0.005	0.11	0.001	-	0.009	-	43.09	98.82
579	43.00	43.91	1.91		0.13	0.10	0.21	51.11	0.15	0.05	0.05	0.005	0.11	0.001	-	0.009	-	43.09	98.82
	26.91	43.91	17.00	970	0.14	0.11	0.21	51.09	0.19	0.11	0.03	0.001	0.11	0.015	-	0.009	-	43.15	99.03
579	43.91	46.00	2.00		0.13	0.10	0.21	51.11	0.15	0.11	0.03	0.001	0.11	0.015	-	0.009	-	43.15	99.03
580	46.00	49.00	3.00		0.13	0.10	0.21	51.11	0.15	0.11	0.03	0.001	0.11	0.015	-	0.009	-	43.15	99.03
581	49.00	52.00	3.00		0.13	0.10	0.21	51.11	0.15	0.11	0.03	0.001	0.11	0.015	-	0.009	-	43.15	99.03
582	52.00	55.00	3.00		0.13	0.10	0.21	51.11	0.15	0.11	0.03	0.001	0.11	0.015	-	0.009	-	43.15	99.03
583	55.00	58.00	3.00		0.13	0.10	0.21	51.11	0.15	0.11	0.03	0.001	0.11	0.015	-	0.009	-	43.15	99.03
584	58.00	59.91	1.91		0.13	0.10	0.21	51.11	0.15	0.11	0.03	0.001	0.11	0.015	-	0.009	-	43.15	99.03
	43.91	59.91	16.00	995	0.14	0.11	0.21	51.09	0.19	0.11	0.03	0.001	0.11	0.015	-	0.009	-	43.15	99.03
584	59.91	62.00	2.00		0.13	0.10	0.21	51.11	0.15	0.11	0.03	0.001	0.11	0.015	-	0.009	-	43.15	99.03
585	62.00	65.00	3.00		0.13	0.10	0.21	51.11	0.15	0.11	0.03	0.001	0.11	0.015	-	0.009	-	43.15	99.03
	59.91	65.91	6.00	1011.91	0.13	0.11	0.21	51.09	0.15	0.05	0.03	0.001	0.11	0.001	-	0.009	-	43.14	99.54

Claenterie d'El-Abiod-Sidi-Cheikh
Gisement de Calcaire

Compositions Chimiques Moyennes Pondérées
par Sondages

Catégorie B.I-1

Sond	de	a	m	niv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL-	MNO	P2O5	F	PF	TC
S-1	0,00	31,50	31,46	937,80	0,67	0,71	0,09	51,07	0,38	0,06	0,12	-	0,28	0,010	-	-	-	40,74	94
S-2	0,00	67,10	65,10	956,21	0,58	0,33	0,13	54,19	0,35	0,056	0,02	-	0,17	0,007	-	-	-	43,11	99
S-12	0,00	73,50	73,50	953,02	0,62	0,29	0,40	54,54	0,38	0,04	0,017	0,015	0,18	0,007	0,028	0,07	-	43,42	100
S-14	0,00	69,70	69,70	952,55	0,61	0,23	0,17	54,16	0,34	0,05	0,036	0,009	0,22	0,0087	0,026	0,077	0,00	43,61	98
S-15	0,00	55,30	55,30	951,70	0,68	0,26	0,13	51,63	0,37	0,17	0,008	0,015	0,07	0,056	0,021	0,06	-	41,31	94
S-16	0,00	59,00	59,00	951,91	1,02	0,45	0,22	53,53	0,34	0,076	0,028	0,014	0,11	0,007	-	0,038	-	43,14	99
Moyenne		44,36			0,68	0,38	0,18	53,50	0,39	0,071	0,04	0,004	0,18	0,007	0,012	0,035	0,0002	42,43	97

Compositiuni Chimice Moyenne Ponderate
 par Sondage et Niveau (Categorie BI.2)

Sondage S-6

Ec. de	a	a	bit	SiO2	AL2O3	FE2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL	MNO	P2O5	P	PF	Total
315	0.50	2.50	2.50	1019.62	0.28	0.13	0.08	55.15	0.26	0.03	0.03	0.03	0.004	-	-	-	43.32	99.31
316	2.50	4.50	2.50		0.04	0.10	0.06	55.25	0.25	0.03	0.03	0.13	0.003	-	-	-	43.39	99.33
317	4.50	4.62	0.12		0.46	0.12	0.13	55.12	0.23	0.04	0.07	0.17	0.005	-	-	-	43.17	99.52
	0.00	4.62	4.62	1015	0.18	0.10	0.09	55.20	0.25	0.03	0.04	0.072	0.0035	-	-	-	43.34	99.30
317	4.62	7.90	3.28		0.46	0.12	0.13	55.12	0.23	0.04	0.07	0.17	0.005	-	-	-	43.17	99.52
318	7.90	8.50	0.60											-	-	-		
319	8.50	11.00	2.50		0.27	0.23	0.19	55.20	0.17	0.04	0.04	0.17	0.003	-	-	-	43.31	99.53
320	11.00	13.50	2.50		0.27	0.23	0.19	55.23	0.17	0.05	0.03	0.18	0.004	-	-	-	43.03	99.33
321	13.50	17.00	3.50		0.28	0.27	0.14	55.29	0.13	0.05	0.03	0.16	0.004	-	-	-	43.10	99.35
322	17.00	19.62	2.62		0.39	0.29	0.19	55.25	0.20	0.04	0.05	0.19	0.003	-	-	-	43.12	99.45
	4.62	19.62	15.00	1000	0.30	0.18	0.11	53.00	0.18	0.04	0.04	0.12	0.003	-	-	-	41.45	95.42
323	19.62	21.62	2.00		0.30	0.29	0.19	55.25	0.20	0.04	0.05	0.19	0.003	-	-	-	43.32	99.45
324	21.62	25.92	4.30	Karat	0.55	0.27	0.13	55.00	0.24	0.06	0.04	0.17	0.005	-	-	-	43.31	99.35
325	25.92	28.42	2.50		1.02	0.41	0.17	54.45	0.35	0.10	0.05	0.37	0.004	-	-	-	42.87	99.79
326	28.42	31.62	3.20		0.24	0.23	0.13	53.04	0.46	0.05	0.05	0.34	0.010	-	-	-	43.00	99.24
	19.62	31.62	12.00	995	0.55	0.19	0.10	41.47	0.26	0.03	0.04	0.19	0.002	-	-	-	32.75	75.58
327	31.62	34.62	3.00		0.34	0.22	0.13	53.04	0.42	0.06	0.05	0.34	0.010	-	-	-	43.00	99.24
328	34.62	37.62	3.00		0.31	0.23	0.13	53.14	0.44	0.12	0.05	0.37	0.003	-	-	-	42.83	99.23
329	37.62	40.62	3.00		0.33	0.23	0.13	53.25	0.46	0.07	0.03	0.37	0.003	-	-	-	42.55	99.33
330	40.62	43.62	3.00	Karat	0.55	0.26	0.13	54.75	0.41	0.06	0.05	0.36	0.003	-	-	-	43.43	100.04
331	43.62	46.62	3.00	Karat	0.55	0.26	0.13	54.75	0.41	0.06	0.05	0.36	0.003	-	-	-	43.43	100.04
332	46.62	49.62	3.00		0.57	0.23	0.09	32.65	0.26	0.04	0.04	0.39	0.007	-	-	-	25.93	59.88
333	49.62	52.62	3.00		0.31	0.22	0.13	54.73	0.45	0.05	0.04	0.43	0.003	-	-	-	43.33	99.37
334	52.62	55.62	3.00		0.33	0.22	0.13	54.71	0.45	0.10	0.05	0.47	0.003	-	-	-	43.35	99.73
335	55.62	58.62	3.00		0.37	0.22	0.13	54.77	0.43	0.05	0.04	0.44	0.003	-	-	-	43.31	99.31
336	58.62	61.62	3.00		0.38	0.22	0.13	54.77	0.43	0.05	0.04	0.44	0.003	-	-	-	43.33	99.31
337	61.62	64.62	3.00		0.38	0.22	0.13	54.77	0.43	0.05	0.04	0.44	0.003	-	-	-	43.33	99.31
338	64.62	67.62	3.00		0.38	0.22	0.13	54.77	0.43	0.05	0.04	0.44	0.003	-	-	-	43.33	99.31
	19.62	67.62	48.00	998	0.22	0.25	0.09	55.19	0.40	0.04	0.04	0.16	0.008	-	-	-	43.47	99.97
339	67.62	70.62	3.00		0.37	0.22	0.13	54.71	0.45	0.05	0.04	0.43	0.003	-	-	-	43.33	99.31
340	70.62	73.62	3.00		0.37	0.22	0.13	54.71	0.45	0.05	0.04	0.43	0.003	-	-	-	43.33	99.31
	19.62	73.62	54.00	993.11	0.41	0.19	0.09	46.46	0.27	0.03	0.04	0.13	0.005	-	-	-	36.59	84.23

Composition Chimique Moyennes Pondérées
par Sondage et Niveau (Catégorie BL-2)

Sondage S-13

Ech	do	a	n	niv	SI02	LL203	FE203	CAO	HGO	K2O	NA2O	TI02	SO3	CL	HNO	P2O5	P	PF	Total	
986	0.30	3.00	3.00	1000.00	0.70	0.33	0.15	54.82	0.14	0.05	0.03	0.016	0.02	0.010	0.023				42.32	99.32
587	5.20	8.05	2.85		1.34	0.46	0.21	54.34	0.20	0.06	0.03	0.050	0.10	0.003	0.014				42.71	99.52
	0.00	8.05	8.05	1000	0.99	0.38	0.17	54.62	0.16	0.05	0.03	0.030	0.09	0.007	0.019				42.83	99.38
987	8.05	2.59	1.45		1.34	0.46	0.21	54.34	0.20	0.06	0.03	0.052	0.10	0.003	0.014				42.71	99.52
988	8.05	13.54	5.49		1.29	0.43	0.17	54.42	0.20	0.06	0.02	0.019	0.03	0.005	0.014				42.33	99.44
989	13.00	17.00	4.00		0.26	0.24	0.24	53.53	0.35	0.13	0.02	0.035	0.10	0.002	0.012				42.45	99.40
990	17.00	13.57	3.43		1.10	0.17	0.14	54.37	0.35	0.08	0.02	0.02	0.03	0.007	0.014				42.37	99.39
991	13.50	22.80	9.30		1.61	0.20	0.12	53.92	0.47	0.12	0.03	0.025	0.12	0.003	0.011				42.35	99.77
992	22.00	13.75	8.75		0.77	0.28	0.27	53.85	0.30	0.15	0.05	0.044	0.11	0.007	0.007				42.14	99.19
	0.05	23.05	15.00	935	1.68	0.23	0.19	53.99	0.34	0.10	0.02	0.025	0.09	0.005	0.005				42.81	99.50
993	13.75	21.00	7.25		0.77	0.28	0.27	53.55	0.30	0.16	0.05	0.044	0.11	0.007	0.007				42.14	99.19
994	13.75	21.00	7.25		1.13	0.24	0.17	53.67	0.30	0.14	0.04	0.020	0.10	0.005	0.014				42.33	99.34
995	13.75	22.25	8.50		0.65	0.21	0.24	53.33	0.40	0.12	0.01	0.005	0.13	0.007	0.021				42.77	99.63
996	15.00	33.50	18.50		1.21	0.17	0.24	54.12	0.41	0.09	0.04	0.021	0.10	0.003	0.009				42.36	99.57
997	30.00	30.00	0.00		0.92	0.19	0.10	54.90	0.42	0.05	0.04	0.018	0.15	0.005	0.009				42.74	99.05
	0.00	30.00	30.00	975	1.67	0.13	0.21	53.90	0.32	0.11	0.02	0.030	0.11	0.009	0.010				42.43	99.12
998	30.00	33.00	3.00		0.62	0.10	0.10	54.35	0.42	0.05	0.04	0.018	0.15	0.005	0.009				42.74	99.25
999	30.00	42.00	12.00		0.31	0.11	0.13	54.51	0.35	0.06	0.02	0.011	0.10	0.005	0.009				42.31	99.53
1000	42.00	18.00	24.00		0.64	0.20	0.10	54.36	0.23	0.03	0.04	0.007	0.10	0.003	0.009				42.41	99.50
1001	42.00	18.00	24.00		0.44	0.10	0.10	54.37	0.34	0.04	0.02	0.02	0.10	0.007	0.017				42.21	99.07
1002	42.00	21.00	21.00		0.40	0.11	0.11	54.27	0.33	0.04	0.02	0.018	0.10	0.007	0.017				42.10	99.04
	0.00	62.10	14.30	955.00	0.56	0.10	0.08	54.65	0.32	0.04	0.02	0.007	0.10	0.006	0.014				42.38	99.42
	0.00	62.10	13.10		1.23	0.19	0.18	54.27	0.32	0.08	0.02	0.021	0.10	0.005	0.016				42.35	99.31

Compositions Chimiques Moyennes Pondérées
par Sondage et Niveaux (Catégorie BI.2)

Sondage S-17

Ech	de	a	n	lit	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl-	KNO3	P2O5	F	PF	Total
1000,75																			
551	0,00	0,73	0,73	1000	1,73	0,33	0,17	53,87	0,26	0,05	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	0,05		42,79	99,35
551	0,73	1,50	0,77		1,73	0,33	0,17	53,87	0,26	0,05	0,01	0,03	0,03	0,01	0,02	0,05		42,79	99,35
552	1,50	3,40	1,90		6,37	0,66	0,31	51,65	0,25	0,07	0,02	0,03	0,03	0,020	0,03	0,03		40,64	99,95
553	3,40	6,69	3,29		3,43	0,16	0,09	55,33	0,19	0,01	0,00	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03		43,52	99,81
554	6,69	10,29	3,60		0,93	0,34	0,27	51,59	0,21	0,04	0,00	0,10	0,04	0,00	0,03	0,04		43,65	100,15
555	10,29	13,73	3,44		0,49	0,54	0,15	55,27	0,20	0,03	0,01	0,11	0,01	0,00	0,01	0,04		43,41	99,93
556	13,73	15,73	2,00		84,94	5,40	2,09	1,43	0,54	1,22	0,05	0,33	0,02	0,02	0,04	0,02		3,48	100,10
557	15,73	15,73	0,00		13,13	6,05	0,10	55,43	0,65	0,04	0,04	0,05	0,03	0,02	0,05	0,05		42,68	99,98
	0,73	15,73	15,00	935	12,71	0,99	0,45	47,32	0,25	0,19	0,01	0,08	0,02	0,05	0,05	0,04		37,74	99,90
557	15,73	18,00	2,27		13,13	6,05	0,10	55,43	0,65	0,04	0,04	0,05	0,03	0,02	0,05	0,05		40,33	99,93
558	18,00	20,10	2,10		1,31	0,54	0,23	53,20	0,23	0,07	0,00	0,10	0,01	0,01	0,04	0,03		42,77	99,60
559	20,10	25,10	5,00		2,37	0,71	0,23	53,24	0,11	0,10	0,00	0,10	0,02	0,03	0,04	0,10		43,54	99,94
560	25,10	29,10	4,00		3,02	0,33	0,30	51,23	0,40	0,10	0,03	0,10	0,02	0,01	0,15	0,10		39,80	99,68
561	29,10	31,73	2,63		1,30	0,47	0,18	53,43	0,53	0,14	0,10	0,03	0,09	0,01	0,13	0,10		40,56	99,65
	15,73	33,73	18,00	370	10,55	1,55	0,67	45,87	0,44	0,30	0,02	0,13	0,23	0,01	0,08	0,04		37,30	91,73
562	33,73	35,00	1,27		1,11	0,47	0,13	53,40	0,61	0,14	0,00	0,04	0,01	0,00	0,03	0,00		40,11	99,99
563	35,00	36,00	1,00		2,40	0,50	0,10	52,90	0,50	0,11	0,00	0,03	0,02	0,00	0,03	0,00		41,40	99,10
564	36,00	37,00	1,00		1,10	0,10	0,10	53,20	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		41,20	99,70
565	37,00	38,00	1,00		1,10	0,10	0,10	53,20	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		41,20	99,70
566	38,00	39,00	1,00		1,10	0,10	0,10	53,20	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		41,20	99,70
567	39,00	40,00	1,00		1,10	0,10	0,10	53,20	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		41,20	99,70
	33,73	43,73	10,00	338	1,30	0,30	0,12	54,39	0,47	0,07	0,01	0,02	0,04	0,005	0,023	0,10		43,37	99,55
567	43,73	45,00	1,27		1,10	0,10	0,10	53,20	0,10	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		41,20	100,00
	4,00	47,00	43,00	353,75	3,24	1,01	0,41	49,59	0,39	0,13	0,01	0,07	0,09	0,02	0,05	0,05		39,68	99,53

Usine d'El Abiod Sidi-Chaïb
Ciment de Calcaire

Compositions Chimiques Moyennes Pondérées
par Sondage et Niveau (Catégorie B1.2)

Sondage S-11

Age de la machine	Cl	Alv	SI02	AL2O3	FE2O3	CAO	MGO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL	MHO	P2O5	F	PI	Total
11:50	13:00	1:30	1013.05														
3.00	8.00	3.30		0.75	0.35	0.15	54.90	0.54	0.40	0.018	0.03	0.011	0.003	0.003	0.003	0.003	99.32
5.00	8.35	2.75		1.34	0.45	0.21	54.54	0.50	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.55
9.00	9.05	5.00	1000	0.99	0.38	0.17	54.62	0.16	0.35	0.02	0.030	0.09	0.007	0.019	0.003	0.003	99.38
3.00	8.50	1.15		1.34	0.35	0.21	54.54	0.50	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.52
3.00	13.00	1.70		1.28	0.35	0.21	54.50	0.50	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.54
13.00	17.00	1.10		2.36	0.34	0.21	54.54	0.50	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.40
13.00	19.00	2.50		1.13	0.17	0.14	54.50	0.50	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.82
13.00	20.00	2.00		1.61	0.20	0.13	54.50	0.47	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.77
20.00	23.00	1.75		2.77	0.28	0.27	54.50	0.50	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.19
8.00	23.00	15.00	985	1.60	0.23	0.19	53.98	0.34	0.10	0.02	0.025	0.09	0.005	0.025	0.003	0.003	99.50
23.00	26.00	2.15		2.77	0.28	0.27	54.50	0.50	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.19
26.00	29.00	3.00		2.18	0.24	0.27	54.50	0.50	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.55
29.00	30.00	3.00		2.05	0.21	0.25	54.50	0.50	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.58
30.00	35.00	3.00		1.31	0.17	0.24	54.50	0.50	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.87
35.00	38.00	2.50		0.52	0.18	0.11	54.50	0.42	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.95
38.00	38.00	15.00	970	1.67	0.18	0.21	53.90	0.38	0.11	0.02	0.030	0.11	0.009	0.010	0.003	0.003	99.12
38.00	38.00	0.00		0.52	0.11	0.10	54.50	0.42	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.95
38.00	42.00	3.00		0.21	0.11	0.10	54.50	0.38	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.50
42.00	45.00	3.00		0.54	0.22	0.16	54.50	0.35	0.35	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.80
45.00	43.00	1.00		0.14	0.11	0.10	54.50	0.34	0.34	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.35
43.00	52.10	3.40		0.40	0.03	0.17	54.50	0.33	0.34	0.020	0.10	0.003	0.014	0.003	0.003	0.003	99.54
52.10	52.10	14.35	955.65	0.56	0.19	0.09	54.86	0.32	0.04	0.02	0.007	0.10	0.006	0.014	0.003	0.003	99.42
3.00	52.10	19.40		1.28	0.19	0.16	54.27	0.32	0.03	0.02	0.021	0.10	0.006	0.016	0.003	0.003	99.31

Composition Chimiques Moyennes Pondérées
par Sondage et Niveaux (Catégorie BI.2)

Sondage S-18

Sch.	de	a	a	niv	SI02	AL2O3	FE2O3	CaO	MGO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL-	MNO	P2O5	F	PF	Total
601	0.00	1.95	1.95	1000	0.47	0.09	0.10	54.78	0.17	0.04	0.03	0.010	0.09	0.000	-	0.017	-	43.98	99.77
602	0.00	1.95	1.95	1000	0.47	0.09	0.10	54.78	0.17	0.04	0.03	0.010	0.09	0.000	-	0.017	-	43.98	99.77
601	1.95	3.90	1.95		0.47	0.09	0.10	54.78	0.17	0.04	0.03	0.100	0.09	0.000	-	0.017	-	43.98	99.86
602	3.90	7.80	3.90		0.66	0.10	0.14	54.74	0.13	0.05	0.01	0.011	0.11	0.000	-	0.025	-	42.92	98.90
603	7.80	10.80	3.00		0.53	0.14	0.08	54.87	0.14	0.03	0.03	0.014	0.14	0.001	-	0.011	-	42.93	99.13
604	10.80	13.80	3.00		0.65	0.32	0.12	54.96	0.18	0.03	0.04	0.013	0.68	0.001	-	0.023	-	42.86	99.26
605	13.80	16.80	3.00		0.77	0.39	0.16	54.78	0.13	0.04	0.03	0.007	0.68	0.001	-	0.021	-	42.79	99.24
606	16.80	19.80	3.00		1.52	0.63	0.21	54.10	0.20	0.05	0.01	0.021	0.09	0.004	-	0.003	-	42.64	99.43
	1.95	16.95	15.00	985	0.69	0.58	0.39	54.78	0.14	0.035	0.026	0.011	0.10	0.002	-	0.019	-	42.98	99.74
607	19.80	23.80	4.00		1.50	0.88	0.21	54.10	0.20	0.05	0.01	0.021	0.09	0.004	-	0.009	-	42.64	99.48
608	23.80	27.80	4.00		0.93	0.43	0.19	54.43	0.18	0.04	0.02	0.00	0.09	0.001	-	0.009	-	42.84	99.14
609	27.80	31.80	4.00		1.25	0.61	0.27	54.18	0.27	0.04	0.03	0.021	0.10	0.001	-	0.010	-	42.40	99.00
610	31.80	35.80	4.00		1.50	0.88	0.21	54.10	0.20	0.05	0.01	0.021	0.10	0.001	-	0.009	-	42.67	99.77
611	35.80	39.80	4.00		1.13	0.61	0.16	54.07	0.24	0.03	0.04	0.007	0.10	0.000	-	0.010	-	42.33	99.66
	16.95	31.95	15.00	970	1.28	0.52	0.16	54.10	0.22	0.075	0.03	0.012	0.07	0.003	-	0.018	-	42.78	99.38
612	39.80	43.80	4.00		1.01	0.51	0.16	54.37	0.24	0.03	0.04	0.007	0.10	0.000	-	0.010	-	42.33	99.66
613	43.80	47.80	4.00		1.30	0.69	0.22	54.14	0.24	0.03	0.04	0.007	0.10	0.000	-	0.010	-	42.33	99.66
614	47.80	51.80	4.00		1.50	0.88	0.21	54.10	0.20	0.05	0.01	0.021	0.10	0.001	-	0.009	-	42.64	99.77
615	51.80	55.80	4.00		1.27	0.61	0.16	54.10	0.22	0.03	0.04	0.007	0.10	0.000	-	0.010	-	42.33	99.66
616	55.80	59.80	4.00		1.50	0.88	0.21	54.10	0.20	0.05	0.01	0.021	0.10	0.001	-	0.009	-	42.64	99.77
	31.95	49.95	18.00	955	1.50	0.55	0.20	53.83	0.27	0.12	0.037	0.023	0.10	0.005	-	0.026	-	42.75	99.60
617	59.80	63.80	4.00		0.9	0.4	0.13	54.1	0.24	0.03	0.04	0.007	0.10	0.000	-	0.010	-	42.33	99.74
618	63.80	67.80	4.00		0.9	0.4	0.13	54.1	0.24	0.03	0.04	0.007	0.10	0.000	-	0.010	-	42.33	99.74
	49.95	62.95	13.00	940	1.35	0.53	0.14	54.54	0.22	0.02	0.02	0.001	0.10	0.004	-	0.007	-	42.24	99.68
	67.95	67.95	0.00	940	1.30	0.51	0.09	54.30	0.20	0.026	0.00	0.013	0.10	0.004	-	0.013	-	42.93	99.61

Cimenterie d'El-Abiod-Sidi-Cheikh
 Cement de Calcaire

Compositions Chimiques Moyennes Pondérées
 par Sondages

Catégorie B.I-2

S	l'	dé	a	n	niv	SiO2	AL2O3	PK2O3	CAO	MGO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL-	MNO	P2O5	F	PF	Y
3-6	0,00	66,10	66,10	953,52	0,41	0,19	0,09	46,46	0,27	0,03	0,04	-	0,13	0,005	-	-	-	-	36,59	6
3	0,00	67,10	65,10	956,21	0,58	0,33	0,13	54,86	0,35	0,056	0,02	-	0,17	0,007	-	-	-	-	43,06	9
3	3,00	52,40	43,40	955,65	1,28	0,19	0,16	54,27	0,32	0,08	0,02	0,021	0,10	0,006	-	0,016	-	-	42,85	9
3-16	0,00	55,30	55,30	951,70	1,02	0,45	0,22	53,59	0,34	0,076	0,028	0,014	0,11	0,007	-	0,023	-	-	43,14	9
7	0,00	47,00	47,00	953,73	8,24	1,01	0,40	49,58	0,38	0,18	0,01	0,07	0,09	0,02	0,05	0,05	-	-	39,60	9
8	0,00	52,90	52,90	949,06	1,09	0,51	0,23	54,30	0,26	0,066	0,02	0,013	0,03	0,003	-	0,018	-	-	42,92	9
1	3NNE		335,30		1,87	0,42	0,19	52,08	0,31	0,076	0,023	0,016	0,10	0,007	0,0001	0,013	-	-	41,26	9

Catégorie B.I-1 et B.I-2

B.I-1		414,10			0,68	0,39	0,18	53,15	0,39	0,071	0,04	0,004	0,18	0,007	0,012	0,036	0,0002		42,48	9
B.I-2		335,80			1,87	0,42	0,19	52,08	0,31	0,076	0,023	0,016	0,10	0,007	0,0001	0,013	-	-	41,26	9
TENNE		749,90			1,21	0,40	0,16	52,67	0,35	0,073	0,032	0,14	0,007	0,006	0,025	0,0001	-	-	41,93	9

Proportions Chimiques Moyennes Pondérées
 par Sondage et Niveaux (Catégorie B1.3)

Sondage S-1

Ech. de	...	...	...	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL	...	...	...	...	TOTAL	
122	0.50	1.50	0.50	1000	0.24	0.33	0.10	55.04	0.19	0.04	0.024	-	0.14	0.005	-	-	-	42.95	99.1
123	0.50	1.50	0.50		0.24	0.33	0.10	55.04	0.19	0.04	0.024	-	0.14	0.005	-	-	-	42.95	99.1
124	0.50	1.50	0.50		0.22	0.40	0.10	54.90	0.20	0.04	0.019	-	0.05	0.004	-	-	-	43.31	99.2
125	1.50	4.50	1.50		0.42	0.71	0.10	54.90	0.20	0.04	0.019	-	0.05	0.004	-	-	-	43.01	99.4
126	7.50	22.50	7.50		0.27	0.19	0.09	55.01	0.20	0.04	0.037	-	0.06	0.004	-	-	-	42.84	99.7
127	15.00	45.00	15.00		0.52	0.51	0.18	54.83	0.20	0.07	0.041	-	0.05	0.003	-	-	-	42.73	99.7
128	15.00	45.00	15.00		0.39	0.51	0.20	53.06	0.25	0.10	0.037	-	0.03	0.004	-	-	-	42.53	99.7
	0.53	15.53	15.00	995	0.77	0.45	0.13	54.72	0.21	0.05	0.030	-	0.056	0.003	-	-	-	42.80	99.2
129	15.00	45.00	0.50		0.33	0.51	0.23	53.96	0.25	0.10	0.037	-	0.05	0.004	-	-	-	41.53	99.1
130	15.00	45.00	0.50		0.43	0.57	0.27	53.11	0.22	0.11	0.035	-	-	-	-	-	-	41.63	99.4
131	30.00	90.00	1.00		0.22	0.32	0.10	54.47	0.29	0.07	0.033	-	0.07	0.007	-	-	-	42.97	99.5
132	30.00	90.00	0.50		1.22	0.45	0.23	54.29	0.31	0.11	0.042	-	0.12	0.012	-	-	-	43.13	100.0
133	30.00	90.00	0.50		1.00	0.43	0.22	54.22	0.30	0.11	0.035	-	0.10	0.011	-	-	-	43.09	100.0
134	30.00	90.00	0.50		1.10	0.43	0.24	54.10	0.31	0.11	-	-	0.10	0.012	-	-	-	43.00	99.9
	15.50	45.50	15.00	970	1.79	0.49	0.19	54.03	0.41	0.10	0.039	-	0.10	0.007	-	-	-	42.63	99.7
135	30.00	90.00	1.00		1.33	0.43	0.24	54.19	0.30	0.10	-	-	0.10	0.012	-	-	-	43.06	99.9
136	30.00	90.00	1.00		1.23	0.43	0.23	53.11	0.31	0.10	0.03	-	0.10	0.011	-	-	-	43.51	100.0
137	30.00	90.00	0.50		0.30	0.45	0.23	53.42	0.29	0.09	0.032	-	-	-	-	-	-	43.84	100.0
138	30.00	90.00	0.50		1.07	0.42	0.23	53.19	0.31	0.10	0.035	-	-	-	-	-	-	43.47	100.0
139	30.00	90.00	0.50		1.03	0.42	0.23	53.19	0.31	0.10	0.035	-	-	-	-	-	-	43.54	100.0
140	30.00	90.00	0.50		1.02	0.42	0.23	53.19	0.31	0.10	0.035	-	-	-	-	-	-	43.53	100.0
	30.00	45.00	15.00	955	1.36	0.43	0.19	53.54	0.29	0.10	0.040	-	0.097	0.005	-	-	-	43.49	100.0
	30.00	45.00	1.00		1.45	0.43	0.21	53.33	0.31	0.10	0.041	-	0.07	0.014	-	-	-	43.26	100.0
	3.00	45.00	45.00	953.33	1.44	0.47	0.19	53.72	0.33	0.10	0.039	-	0.10	0.005	-	-	-	43.14	100.0

Compositions Chimiques Moyennes Pondérées
 par Sondage et Niveaux (Catégorie BI.3)

Sondage S-9

Ech	de	a	m	niv	SiO2	AL2O3	FE2O3	CAO	MO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL-	MHO	P2O5	F	PF	TOTAL
	0,00	0,60	0,60	999,93															
163	0,60	1,50	0,90		0,60	0,26	0,14	54,76	0,20	0,01	0,01	-	0,11	0,004	-	-	-	43,56	99,59
164	1,50	6,20	4,70		0,50	0,15	0,09	54,70	0,18	0,01	0,01	-	0,09	0,007	-	-	-	43,37	99,10
165	6,20	9,10	2,90		0,32	0,17	0,07	54,58	0,19	0,02	0,01	-	0,09	0,004	-	-	-	43,16	99,61
166	9,10	11,20	2,10		0,43	0,14	0,10	53,95	0,23	0,03	0,01	-	0,13	0,009	-	-	-	43,02	99,11
167	11,20	14,53	3,33		0,35	0,31	0,07	54,52	0,23	0,02	0,02	-	0,09	0,004	-	-	-	43,29	99,89
	0,60	14,53	13,93	935	0,42	0,19	0,08	54,51	0,20	0,017	0,012	-	0,09	0,005	-	-	-	43,27	99,79
167	14,53	15,50	0,97		0,35	0,31	0,07	54,52	0,23	0,02	0,02	-	0,09	0,004	-	-	-	43,26	99,89
168	15,50	20,30	4,80		0,14	0,32	0,14	54,55	-	0,04	0,01	-	0,10	-	-	-	-	42,46	99,76
169	20,30	23,90	3,60		0,24	0,50	0,18	54,78	0,21	0,04	0,01	-	0,08	0,005	-	-	-	43,14	99,19
170	23,90	27,00	3,10		0,24	0,07	0,15	54,76	0,18	0,04	0,01	-	0,08	0,007	-	-	-	43,26	99,89
171	27,00	32,40	5,40									-		0,005	-	-	-		
172	29,40	29,53	0,13		0,32	0,50	0,15	53,85	0,37	0,01	0,02	-	0,11	0,016	-	-	-	42,92	99,97
	14,53	29,53	15,00	970	0,17	0,27	0,12	45,91	0,10	0,02	0,008	-	0,091	0,003	-	-	-	39,94	82,67
172	29,53	30,00	0,47		0,32	0,31	0,15	53,85	0,37	0,01	0,02	-	0,11	0,016	-	-	-	42,92	99,97
173	30,00	36,00	6,00		0,17	0,42	0,14	53,92	0,10	0,01	0,01	-	0,08	0,004	-	-	-	42,96	99,96
174	36,00	38,10	2,10		0,34	0,38	0,10	53,27	0,14	0,03	0,03	-	0,09	-	-	-	-	42,44	99,89
175	38,10	42,30	4,20		0,24	0,57	0,18	53,75	0,21	0,03	0,04	-	0,08	0,005	-	-	-	42,92	99,75
176	42,30	44,70	2,40		0,55	0,72	0,15	52,38	0,34	0,03	0,03	-	0,09	0,005	-	-	-	42,92	99,90
177	44,70	44,53	-0,17		0,47	0,57	0,12	53,10	0,33	0,03		-	0,07	0,003	-	-	-	42,16	99,12
	29,53	44,53	15,00	955	0,34	0,31	0,25	53,91	1,13	0,06	0,029	-	0,23	0,016	-	-	-	42,20	99,34
177	44,53	46,00	1,47		0,47	0,57	0,12	53,10	0,33	0,03	0,03	-	0,07	0,003	-	-	-	42,16	99,12
178	46,00	49,80	3,80		0,33	0,32	0,10	53,95	0,17	0,01	0,01	-	0,08	0,004	-	-	-	42,83	99,88
	44,53	45,80	1,27		0,41	0,40	0,04	53,96	0,57	0,11	0,03	-	0,24	0,031	-	-	-	42,68	99,61
	0,60	48,80	48,20	953,13	0,43	0,32	0,14	50,65	0,59	0,04	0,017	-	0,12	0,0099	-	-	-	40,46	92,75

Compositions Chimiques Moyennes Pondérées
par Sondage et Niveaux (Catégorie BI.3)

Sondage S-19

Scd	de	a	n	niv	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL-	NO3	P2O5	F	FF	Total
1004.77																			
471	0,62	0,71	0,71	1000	0,35	0,16	0,33	55,34	0,18	0,02	0,00	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,04	43,07	100,19
472	0,71	2,00	1,29		0,35	0,16	0,33	55,34	0,18	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,04	43,07	100,19
473	2,00	5,00	3,00		0,36	0,15	0,21	55,22	0,19	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,00	0,03	43,77	100,02
474	5,00	8,00	3,00		0,38	0,20	0,28	55,40	0,22	0,03	0,01	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02	0,02	43,51	100,29
475	8,00	11,00	3,00		0,28	0,11	0,33	55,35	0,20	0,03	0,01	0,01	0,02	0,00	0,02	0,01	0,02	43,50	100,07
476	11,00	14,00	3,00		0,49	0,42	0,50	55,04	0,14	0,03	0,02	0,02	0,10	0,021	0,035	0,035	0,000	43,13	99,92
477	14,00	15,71	1,71		0,38	0,23	0,24	55,08	0,21	0,04	0,01	0,02	0,04	0,01	0,03	0,02	0,02	43,70	100,04

	0,71	15,71	15,00	985	0,37	0,21	0,27	55,23	0,193	0,028	0,013	0,013	0,054	0,023	0,023	0,026	0,045	43,54	100,04

478	15,71	17,00	1,29		0,38	0,20	0,24	55,06	0,21	0,04	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,02	0,02	43,70	100,14
479	17,00	21,00	4,00		0,38	0,17	0,28	55,34	0,20	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,03	0,02	0,04	43,51	100,10
480	21,00	21,00	0,00		0,65	0,25	0,24	55,17	0,19	0,05	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	43,11	100,01
481	24,00	27,00	3,00		0,51	0,30	0,22	55,17	0,25	0,05	0,02	0,02	0,05	0,00	0,02	0,02	0,02	43,50	100,02
482	27,00	28,00	1,00		0,51	0,35	0,40	54,85	0,23	0,05	0,02	0,02	0,05	0,01	0,02	0,02	0,02	43,41	100,02
483	30,00	32,71	2,71		1,40	0,42	0,24	52,10	1,38	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	43,51	100,07

	15,71	30,71	16,00	970	0,57	0,24	0,25	54,83	0,33	0,04	0,006	0,016	0,048	0,009	0,024	0,00	0,06	43,49	100,02

484	30,71	31,00	0,29		1,40	0,42	0,24	52,11	1,38	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	43,50	100,07
485	31,00	31,00	0,00		1,51	0,47	0,23	54,24	0,21	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	43,11	100,01
486	31,00	31,00	0,00		1,87	0,45	0,21	51,33	0,30	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	43,20	100,01
487	31,00	31,00	0,00		1,78	0,37	0,24	51,50	0,32	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	43,15	100,01
488	31,00	31,71	0,71		0,51	0,32	0,44	51,31	0,32	0,12	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	43,22	100,02

	30,71	16,71	16,00	955	0,97	0,43	0,32	52,02	0,91	0,018	0,02	0,022	0,51	0,011	0,02	0,02	0,02	42,92	100,02

489	16,71	16,71	0,00	1000	0,32	0,14	0,14	51,33	0,12	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	43,11	100,01

	0,00	16,71	16,71	984,01	0,53	0,23	0,23	54,31	0,45	0,013	0,012	0,013	0,02	0,019	0,022	0,024	0,038	43,50	99,99

Cimenterie d'El-Abiod-Sidi-Cheikh
Gisement de Calcaire

Compositions Chimiques Moyennes Pondérées
par Sondages

Catégorie B.I-3

Sond	de	a	m	nit	SiO2	AL2O3	FE2O3	CAO	MGO	K2O	NA2O	TiO2	SO3	CL-	MNO	P2O5	F	PF
S-7	0,00	47,20	47,20	953,33	1,44	0,47	0,16	53,74	0,53	0,10	0,128	-	0,10	0,005	-	-	-	43,14
S-9	0,60	48,80	48,80	950,13	0,49	0,32	0,14	50,65	0,50	0,04	0,017	-	0,12	0,0039	-	-	-	40,46
S-14	0,00	69,70	69,70	952,55	0,61	0,23	0,17	54,16	0,54	0,05	0,036	0,006	0,22	0,0087	0,028	0,076	0,10	43,62
S-15	0,00	55,30	55,30	951,70	0,68	0,26	0,10	54,69	0,37	0,17	0,008	0,015	0,07	0,006	0,021	0,06	-	41,31
S-16	0,00	59,00	59,00	951,31	1,02	0,45	0,22	53,59	0,34	0,076	0,028	0,014	0,11	0,007	-	0,028	-	43,14
S-17	0,00	46,20	46,20	954,51	1,11	0,28	0,15	54,31	0,45	0,029	0,012	0,013	0,21	0,010	0,022	0,054	0,068	43,62
		326,20			0,86	0,33	0,17	53,08	0,45	0,07	0,03	0,007	0,14	0,007	0,012	0,042	0,030	42,60

Catégorie B.I-1, B.I-2 et B.I-3

B.I-1		403,20			0,81	0,53	0,20	54,24	0,40	0,083	0,062	0,007	0,17	0,004	0,012	0,041	0,002	43,29
B.I-2		325,60			1,93	1,57	0,20	53,70	0,32	0,06	0,023	0,017	0,06	0,005	0,007	0,014	-	42,55
B.I-3		326,20			0,86	0,33	0,17	53,08	0,45	0,07	0,03	0,007	0,14	0,007	0,012	0,042	0,030	43,62
Moyenne		1055			1,17	0,78	0,19	53,85	0,39	0,08	0,041	0,010	0,12	0,004	0,010	0,033	0,010	43,28

Composition Chimiques Moyennes Pond.
par Sondage et Niveaux (Catégorie B1)

Sondage S-II

Ech	de	a	m	nit	SiO2	AL2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL	HNO	P2O5	F	FF	Total
103	0,00	3,00	3,00	995,44	0,35	0,27	0,11	55,55	0,14	0,02	0,03	0,02	0,004	-	-	-	-	42,11	99,34
107	3,00	0,00	0,00		0,35	0,27	0,12	55,55	0,15	0,02	0,01	0,02	0,007	-	-	-	-	42,05	99,51
110	6,00	9,00	3,00		0,29	0,23	0,09	55,24	0,12	0,02	0,014	-	-	-	-	-	-	43,02	99,92
ALL	9,60	10,44	0,00		0,31	0,25	0,11	55,26	0,13	0,04	0,035	-	0,05	0,034	-	-	-	43,05	99,19
	0,00	10,44	10,44	985	0,12	0,23	0,09	55,41	0,08	0,021	0,015	-	0,067	0,034	-	-	-	42,94	98,92
111	10,44	15,00	0,00		0,21	0,09	0,11	55,08	0,13	0,04	0,038	-	0,05	0,034	-	-	-	43,05	99,15
112	13,00	15,00	2,00		0,22	0,09	0,11	55,04	0,13	0,04	0,027	-	0,05	0,033	-	-	-	43,15	99,41
113	15,00	13,00	0,00		0,22	0,14	0,14	55,14	0,05	0,05	0,021	-	0,05	0,033	-	-	-	43,01	99,10
114	13,00	0,00	0,00		0,23	0,09	0,13	55,14	0,13	0,03	0,022	-	0,03	0,037	-	-	-	42,05	99,01
115	20,00	15,00	0,00		0,17	0,10	0,15	54,35	0,17	0,05	0,027	-	-	-	-	-	-	43,01	99,08
116	15,00	15,00	0,00		0,23	0,09	0,11	55,00	0,05	0,16	0,027	-	-	-	-	-	-	42,77	99,02
	10,44	15,00	15,00	970	0,53	0,36	0,13	55,04	0,19	0,033	0,013	-	0,033	0,005	-	-	-	42,97	99,43
117	15,00	15,00	0,00		0,25	0,11	0,12	55,50	0,20	0,18	0,027	-	-	-	-	-	-	42,77	99,40
118	20,00	15,00	0,00		0,23	0,09	0,13	54,67	0,11	0,09	0,027	-	0,18	0,033	-	-	-	43,05	99,05
119	21,00	24,00	0,00		1,33	0,59	0,13	51,33	0,21	0,13	0,027	-	-	-	-	-	-	43,03	97,30
120	21,00	22,00	0,00		1,00	0,55	0,13	50,23	0,20	0,11	0,023	-	0,01	0,033	-	-	-	43,03	99,05
121	15,00	15,00	0,00		0,23	0,09	0,13	54,13	0,17	0,03	0,023	-	0,05	0,037	-	-	-	43,01	99,11
122	15,00	15,00	0,00		0,23	0,09	0,13	55,00	0,11	0,03	-	-	-	-	-	-	-	43,04	99,43
	15,44	19,44	19,00	955	2,13	0,75	0,20	53,14	0,37	0,13	0,033	-	0,03	0,033	-	-	-	43,70	99,53
123	15,00	15,00	0,00		0,27	0,09	0,13	55,00	0,11	0,03	-	-	-	-	-	-	-	43,03	99,40
	0,00	15,00	15,00	950,44	1,37	0,47	0,14	54,33	0,25	0,18	0,021	-	0,01	0,035	-	-	-	43,13	99,17

Compositions Chimiques Moyennes Pondérées
par Sondage et Niveaux (Catégorie B1.4)

Sondage S-30

Zch	de	a	a	div	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	Cl-	HNO3	P2O5	F	FF	TOTAL
817	8.00	8.60	8.60	991.49	0.59	0.34	0.14	54.63	0.13	0.04	0.01	0.006	0.02	0.002	0.005			42.73	99.76
818	8.50	9.00	8.40		0.52	0.34	0.14	54.37	0.17	0.04	0.01	0.003	0.02	0.001	0.007			43.17	99.50
819	9.00	9.43	8.49		0.45	0.42	0.13	54.11	0.28	0.05	0.02	0.018	0.11	0.003	0.058			43.22	99.58
	9.00	9.49	9.49	985	0.66	0.36	0.137	54.58	0.20	0.04	0.02	0.005	0.06	0.003	0.019			43.16	99.19
819	9.49	10.00	8.51		0.65	0.42	0.13	54.11	0.22	0.05	0.02	0.015	0.11	0.009	0.058			43.20	99.28
820	10.00	14.03	8.00		0.70	0.37	0.12	54.59	0.18	0.04	0.01	0.015	0.03	0.001	0.044			42.46	98.71
821	14.00	17.00	8.00		0.72	0.35	0.12	54.07	0.16	0.05	0.01	0.007	0.03	0.001	0.031			42.35	98.53
822	17.00	21.00	8.00		0.59	0.40	0.14	54.33	0.18	0.05	0.01	0.014	0.03	0.001	0.035			42.34	98.63
823	21.00	24.00	8.00		0.67	0.32	0.12	54.11	0.13	0.04	0.01	0.005	0.11	0.001	0.031			43.05	98.36
824	24.00	24.43	8.10		0.33	0.51	0.12	54.30	0.20	0.07	0.01	0.011	0.03	0.001	0.016			42.34	98.37
	9.19	24.43	15.00	370	0.73	0.37	0.13	54.54	0.16	0.045	0.03	0.017	0.03	0.001	0.013			42.57	98.89
824	24.43	27.00	8.51		1.01	0.61	0.13	54.37	0.22	0.07	0.01	0.011	0.03	0.001	0.016			42.34	98.10
825	27.00	31.00	8.51		1.11	0.59	0.12	54.33	0.17	0.03	0.01	0.001	0.02	0.002	0.005			42.12	98.33
826	31.00	34.00	8.51		1.02	0.51	0.12	54.33	0.14	0.03	0.01	0.001	0.02	0.001	0.001			42.14	98.10
827	34.00	37.00	8.51		1.75	0.33	0.12	54.33	0.12	0.01	0.01	0.001	0.03	0.001	0.001			42.12	98.10
828	37.00	39.00	8.43		1.63	0.28	0.12	54.33	0.12	0.01	0.01	0.001	0.03	0.001	0.001			42.36	98.34
	24.43	32.43	15.00	355	1.03	0.67	0.12	53.80	0.40	0.11	0.037	0.030	0.13	0.003	0.008			42.32	98.74
828	32.43	35.00	8.51		1.01	0.59	0.12	53.81	0.37	0.11	0.03	0.001	0.03	0.001	0.001			42.35	98.74
829	35.00	38.00	8.51		1.74	0.30	0.12	53.81	0.12	0.01	0.01	0.001	0.03	0.001	0.001			42.12	98.74
	33.43	41.00	1.01	353.43	1.91	0.30	0.10	54.50	1.59	0.10	0.04	0.012	0.10	0.008	0.017			42.31	98.33
	1.01	41.00	41.00	353.43	1.71	0.43	0.10	54.01	1.03	0.07	0.03	0.01	0.10	0.001	0.001			42.37	98.33

Cimenterie d'El-Abiod-Sidi-Cheikh
 inement de Caicre

Compositions Chimiques Moyennes Pondérées
 par Sondages

Catégorie B.I-4

Sond	de	a	n	alr	SiO2	Al2O3	FE2O3	CAO	MGO	K2O	Na2O	TiO2	SO3	CL-	MNO	P2O5	F	PF
3-9	0,00	48,80	48,60	859,13	0,43	0,32	0,14	59,65	0,50	0,04	0,017	-	0,12	0,0029	-	-	-	40,46
3-11	0,00	42,00	42,00	853,44	1,07	0,47	0,14	54,37	0,25	0,08	0,022	-	0,08	0,05	-	-	-	42,60
3-16	0,00	53,00	53,00	931,91	1,02	0,45	0,22	53,59	0,34	0,076	0,028	0,014	0,11	0,007	-	0,028	-	43,14
3-17	0,00	47,00	47,00	853,73	0,24	1,01	0,40	49,58	0,38	0,16	0,01	0,07	0,09	0,02	0,05	0,05	-	39,60
3-18	0,00	52,00	52,00	849,06	1,09	0,51	0,23	54,30	0,26	0,066	0,02	0,013	0,08	0,003	-	0,013	-	42,92
3-20	0,00	41,00	41,00	853,45	1,03	0,43	0,16	54,21	0,25	0,07	0,03	0,019	0,10	0,002	-	0,022	-	42,17
Moyenne		290,70			2,12	0,53	0,21	52,77	0,33	0,08	0,021	0,019	0,09	0,029	0,008	0,02	-	41,97

Catégorie B.I-1, B.I-2, B.I-3 et B.I-4

B.I-1		414,06			0,65	0,39	0,13	53,11	0,39	0,071	0,04	0,004	0,13	0,007	0,012	0,006	0,0002	42,49
B.I-2		335,00			1,07	0,42	0,19	52,06	0,31	0,076	0,023	0,016	0,10	0,007	0,0001	0,013	-	41,26
B.I-3		326,26			0,86	0,33	0,17	53,98	0,45	0,07	0,03	0,007	0,14	0,007	0,012	0,042	0,03	42,61
B.I-4		290,70			2,12	0,53	0,21	52,77	0,33	0,08	0,021	0,019	0,09	0,029	0,008	0,02	-	41,97
BI (Moyenne)		1366,76			1,32	0,41	0,18	52,78	0,37	0,07	0,03	0,01	0,11	0,01	0,006	0,028	0,007	42,16

Compositions Chimiques Moyennes

MINERAL DE FER CUENZA					9,00	1,09	07,50	10,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-	-	-	14,00
SABLE (EASC)					94,28	1,42	0,49	1,25	0,22	0,44	0,03	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15

CONSTITUTIONS CHILIVAN-BAYANOS PORDIESTES
 por SORDANO et al. NIVONAS
 Categoría B.I

Seed	de	a	B	div	ST02	AL203	PK203	CA0	MG0	K20	NA20	T102	S03	CL	MS0	P205	V	PF
8-1	0,03	14,05	14,05	1015				54,94	0,28									43,33
8-3	0,03	5,31	5,31		0,25	0,23	0,13	55,20	0,15	4,25	0,03		0,14	0,003				43,26
8-12	0,00	11,52	11,52		0,24	0,14	0,09	55,44	0,21	2,12	0,04	0,12	0,02	0,015	0,027	0,04		43,43
8-14	0,00	7,25	7,25		0,23	0,12	0,05	55,31	0,20	4,016	0,004	0,004	0,004	0,004	0,012	0,016	0,075	43,53
8-15																		
8-16																		
8-5	0,00	4,62	4,62		0,18	0,10	0,08	55,20	0,25	0,01	0,04		0,070	0,0035				43,34
8-13																		
8-17																		
8-18																		
				13,92	0,17	0,03	0,05	55,19	0,23	0,015	0,014	0,005	0,036	0,004	0,010	0,013	0,01	43,37
11	14,03	14,03	14,03	1001				55,34	0,28									43,33
12	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
13	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
14	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
15	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
16	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
17	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
18	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
19	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
20	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
21	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
22	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
23	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
24	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
25	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
26	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
27	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
28	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
29	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
30	14,03	14,03	14,03		0,07	0,05	0,02	55,32	0,23	0,02	0,02		0,13	0,003				43,33
				13,92	0,03	0,03	0,02	54,72	0,23	0,03	0,02	0,02	0,02	0,001	0,001	0,001	0,001	43,33

S-1	10.00	11.00	15.00	925	0.21	0.25	0.01	51.33	0.43	0.03	0.02	0.038	0.005					29.10
S-2	21.01	30.01	15.00		1.09	0.49	0.10	51.37	0.34	0.09	0.01	0.149	0.002					43.01
S-3	33.52	41.52	15.00		0.03	0.46	0.11	51.16	0.45	0.08	0.013	0.017	0.13	0.000	0.021	0.001		43.05
S-4	22.25	37.25	15.00		0.63	0.25	0.21	51.74	0.23	0.04	0.021	0.086	0.024	0.009	0.035	0.009	0.128	43.61
S-5	7.00	22.00	15.00		0.85	0.29	0.11	51.56	0.25	0.04	0.0001	0.019	0.035	0.007	0.02	0.001		43.33
S-6	11.91	26.91	15.00		0.64	0.37	0.08	51.37	0.19	0.057	0.013	0.008	0.08	0.002		0.024		43.11
S-7	19.62	34.62	15.00		0.55	0.19	0.10	41.47	0.26	0.03	0.01		0.79	0.022				32.74
S-8	3.05	23.05	15.00		1.66	0.23	0.19	51.93	0.34	0.10	0.02	0.025	0.09	0.045		0.025		42.81
S-9	0.73	15.73	15.00		12.71	0.39	0.40	47.32	0.25	0.13	0.01	0.29	0.02	0.05	0.05	0.01		37.74
S-10	1.95	16.95	15.00		0.66	0.24	0.02	51.75	0.14	0.035	0.025	0.011	0.10	0.002		0.015		42.98
S-11	0.53	15.53	15.00		0.77	0.45	0.13	51.72	0.21	0.05	0.030		0.055	0.003				42.60
S-12	0.60	11.53	13.93		0.42	0.19	0.08	51.51	0.29	0.017	0.012		0.09	0.005				43.27
S-13	0.71	15.71	15.00		0.37	0.21	0.07	51.23	0.183	0.028	0.013	0.013	0.054	0.012	0.023	0.036	0.045	43.54
S-14	0.00	10.44	10.44		0.12	0.23	0.02	55.41	0.08	0.021	0.015		0.067	0.004				42.94
S-15	9.00	9.49	9.49		0.96	0.38	0.137	51.69	0.30	0.04	0.02	0.008	0.05	0.003		0.019		43.01

213.66 1.53 0.37 0.15 51.78 0.25 0.05 0.02 0.013 0.079 0.009 0.01 0.035 0.012 41.62

S-1	11.00	39.00	15.00	970	0.73	1.72	0.11	51.66	0.43	0.10	0.01		1.08	0.017				41.34
S-2	39.01	51.01	15.00		0.32	0.43	0.10	51.64	0.45	0.10	0.02		0.15	0.011				43.05
S-3	41.02	52.02	15.00		1.20	0.32	0.11	51.61	0.22	0.07	0.015	1.05	0.58	0.11	0.02	0.53		43.78
S-4	37.03	52.03	15.00		1.10	0.41	0.10	51.33	0.23	0.11	0.02	0.023	0.64	0.01	0.02	0.14	0.10	43.95
S-5	22.04	52.04	15.00		0.82	0.33	0.10	51.31	0.22	0.09	0.003	0.01	0.019	0.001	0.02			43.14
S-6	13.05	42.05	15.00		1.17	0.27	0.10	51.80	0.22	0.11	0.023	0.021	0.146	0.015		0.002		42.25
S-7	31.06	43.06	15.00		0.87	0.25	0.10	51.81	0.2	0.04	0.04		0.41	0.007				40.31
S-8	31.07	43.07	15.00		1.07	0.18	0.10	51.36	0.41	0.11	0.02	0.01	0.01	0.002		0.017		42.43
S-9	16.08	43.08	15.00		10.71	1.10	0.10	51.37	0.44	0.10	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.04		41.11
S-10	16.09	41.09	15.00		1.01	0.20	0.10	51.11	0.22	0.05	0.002	0.007	0.003		0.003			42.71
S-11	15.10	41.10	15.00		1.70	0.41	0.10	41.13	0.41	0.10	0.013		0.11	0.017				43.04
S-12	11.11	41.11	15.00		1.07	0.27	0.10	41.11	0.25	0.10	0.001		0.001	0.003				33.04
S-13	11.12	41.12	15.00		0.61	0.24	0.10	51.02	0.25	0.04	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	43.43
S-14	10.13	41.13	15.00		1.03	0.24	0.10	51.04	0.21	0.03	0.013		0.003	0.003				41.27
S-15	10.14	41.14	15.00		0.75	0.27	0.10	51.04	0.21	0.03	0.013		0.003	0.003				42.07

021 1.33 0.55 0.13 51.44 0.42 0.05 0.04 0.012 0.17 0.008 0.011 0.038 0.011 41.11

RESUME

Compositions Chimiques Moyennes Pondérées
par niveaux et par gisements

LE GILÉ

	179,33	951	39,55	19,74	4,99	13,26	6,97	3,58	0,21	0,67	0,25	0,692	0,53	5,15	0,34	13,55
	179,00	950	40,13	11,54	5,15	11,81	7,15	3,55	0,15	0,60	0,11	0,696	0,60	0,12	3,08	17,78
Atteignable	170,00	940	45,54	11,62	5,49	9,65	7,21	3,89	0,13	1,67	0,16	0,693	0,55	0,12	0,85	15,34
B.1	165,37	939	47,95	11,35	5,37	9,20	6,30	3,75	0,13	0,61	0,17	0,613	0,59	0,13	3,01	14,80
	57,92	925	54,74	11,75	5,52	7,94	6,95	3,55	0,21	0,77	0,22	0,614	0,77	0,15	0,94	14,61
	752,48		44,22	11,32	5,37	10,51	7,09	3,75	0,19	0,54	0,24	0,650	0,63	0,12	0,949	16,55

CAICHAIRE

	179,33	951	39,55	19,74	4,99	13,26	6,97	3,58	0,21	0,67	0,25	0,692	0,53	5,15	0,34	13,55
	179,00	950	40,13	11,54	5,15	11,81	7,15	3,55	0,15	0,60	0,11	0,696	0,60	0,12	3,08	17,78
Atteignable	170,00	940	45,54	11,62	5,49	9,65	7,21	3,89	0,13	1,67	0,16	0,693	0,55	0,12	0,85	15,34
B.1	165,37	939	47,95	11,35	5,37	9,20	6,30	3,75	0,13	0,61	0,17	0,613	0,59	0,13	3,01	14,80
	57,92	925	54,74	11,75	5,52	7,94	6,95	3,55	0,21	0,77	0,22	0,614	0,77	0,15	0,94	14,61
	752,48		44,22	11,32	5,37	10,51	7,09	3,75	0,19	0,54	0,24	0,650	0,63	0,12	0,949	16,55
	951,37		1,25	0,41	0,10	52,53	0,07	0,05	0,02	0,011	0,14	0,007	0,009	0,02	0,011	42,03

A N N E X E N° 4

GISEMENT D'ARGILE

- DISTRIBUTIONS DES VARIABLES
- HISTOGRAMMES PAR ELEMENT
- FONCTIONS DE CORRELATION

DISTRIBUTION DES VARIABLES DANS LE GISEMENT D'ARGILE

SiO2

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
33,92	36,43	4	23,53
36,43	38,94	3	17,65
38,94	41,45	1	5,88
41,45	43,96	4	23,53
43,96	46,47	0	0,00
46,47	48,98	0	0,00
48,98	51,49	0	0,00
51,49	54,00	2	11,76
54,00	56,51	2	11,76
56,51	59,02	1	5,88

Al2O3

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
10,37	10,61	2	11,76
10,61	10,85	1	5,88
10,85	11,09	2	11,76
11,09	11,33	4	23,53
11,33	11,57	2	11,76
11,57	11,81	4	23,53
11,81	12,05	1	5,88
12,05	12,29	0	0,00
12,29	12,53	0	0,00
12,53	12,77	1	5,88

Fe2O3

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
5,03	5,12	2	11,76
5,12	5,21	1	5,88
5,21	5,30	3	17,65
5,30	5,39	3	17,65
5,39	5,48	3	17,65
5,48	5,57	2	11,76
5,57	5,66	2	11,76
5,66	5,75	0	0,00
5,75	5,84	1	5,88
5,84	5,93	0	0,00

CaO

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
4,91	5,90	2	11,76
5,90	7,05	2	11,76
7,05	8,12	2	11,76
8,12	9,19	0	0,00
9,19	10,26	2	11,76
10,26	11,33	1	5,88
11,33	12,40	1	5,88
12,40	13,47	2	11,76
13,47	14,54	2	11,76
14,54	15,61	3	17,65

MgO

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
4,34	4,86	2	11,76
4,86	5,38	2	11,76
5,38	5,90	1	5,88
5,90	6,42	0	0,00
6,42	6,94	0	0,00
6,94	7,46	1	5,88
7,46	7,98	6	35,29
7,98	8,50	3	17,65
8,50	9,02	1	5,88
9,02	9,54	1	5,88

K₂O

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
3,46	3,54	4	22,22
3,54	3,62	3	16,67
3,62	3,70	0	0,00
3,70	3,78	3	16,67
3,78	3,86	2	11,11
3,86	3,94	1	5,56
3,94	4,02	2	11,11
4,02	4,10	2	11,11
4,10	4,18	1	5,56
4,18	4,26	0	0,00

Na2O

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
0,14	0,17	7	43,75
0,17	0,20	5	31,25
0,20	0,23	0	0,00
0,23	0,26	1	6,25
0,26	0,29	1	6,25
0,29	0,32	1	6,25
0,32	0,35	1	6,25
0,35	0,38	0	0,00
0,38	0,41	0	0,00
0,41	0,44	0	0,00

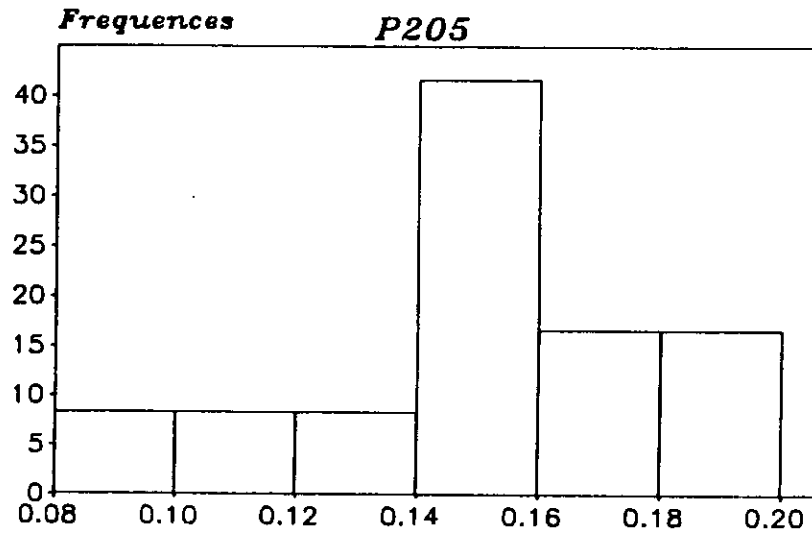
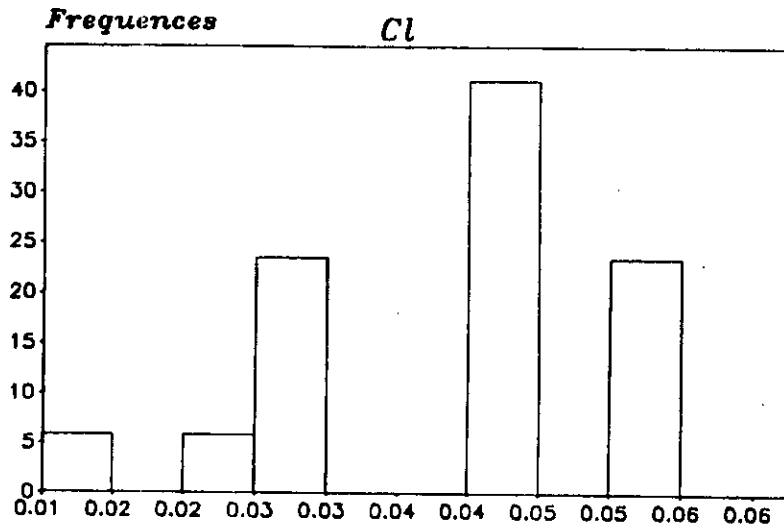
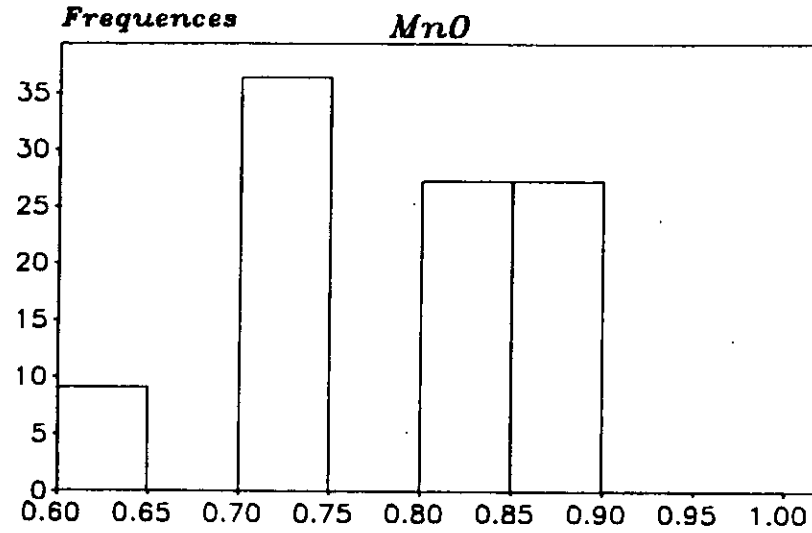
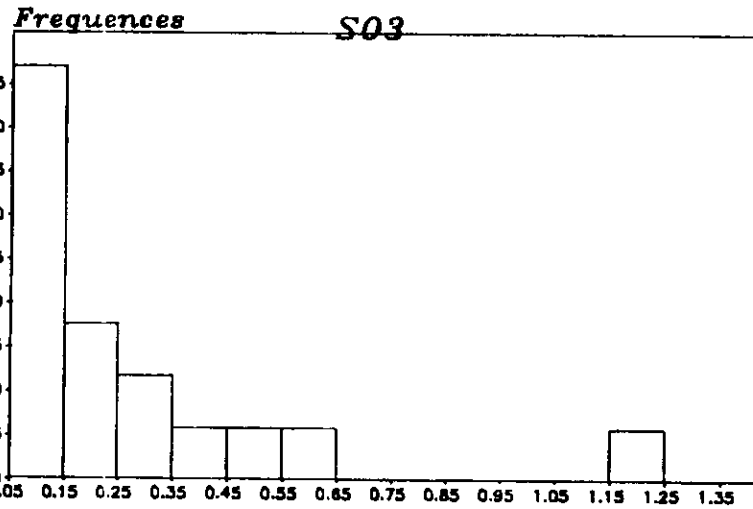
SO3

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
0,05	0,10	9	52,94
0,10	0,31	3	17,65
0,31	0,44	2	11,76
0,44	0,57	1	5,88
0,57	0,70	1	5,88
0,70	0,83	0	0,00
0,83	0,96	0	0,00
0,96	1,09	0	0,00
1,09	1,22	1	5,88
1,22	1,35	0	0,00

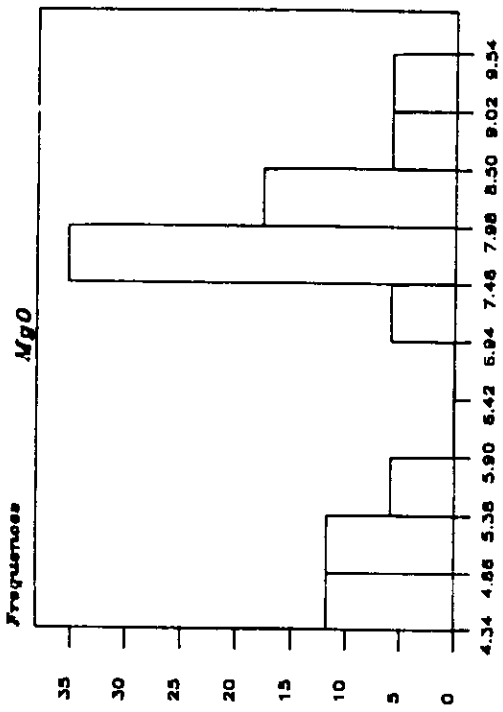
Cl

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
0,01	0,02	1	5,88
0,02	0,03	5	29,41
0,03	0,04	0	0,00
0,04	0,05	7	41,18
0,05	0,06	4	23,53
0,06	0,07	0	0,00
0,07	0,08	0	0,00
0,08	0,09	0	0,00
0,09	0,10	0	0,00
0,10	0,11	0	0,00
0,11	0,12	0	0,00

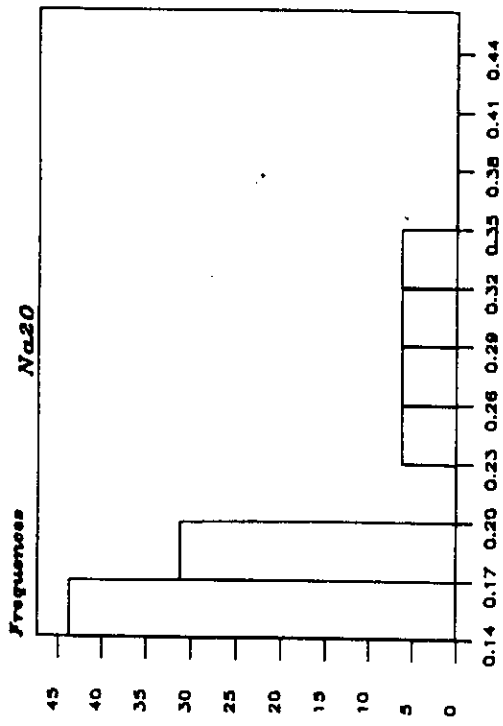
HISTOGRAMMES DE DISTRIBUTIONS DES TENEURS



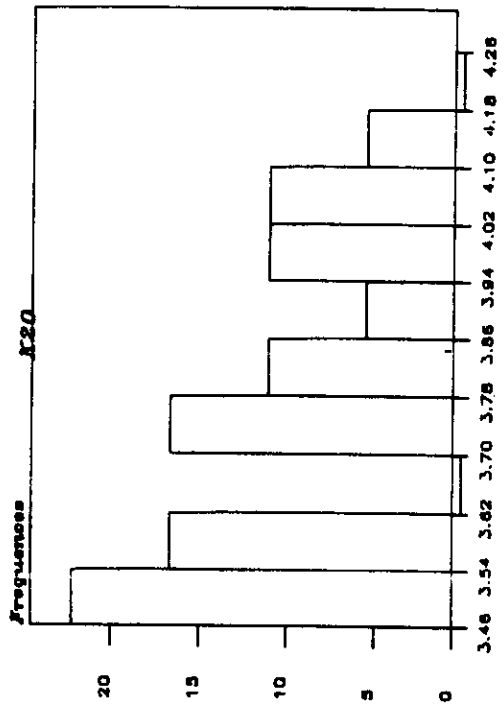
HISTOGRAMME



HISTOGRAMME



HISTOGRAMME



HISTOGRAMME

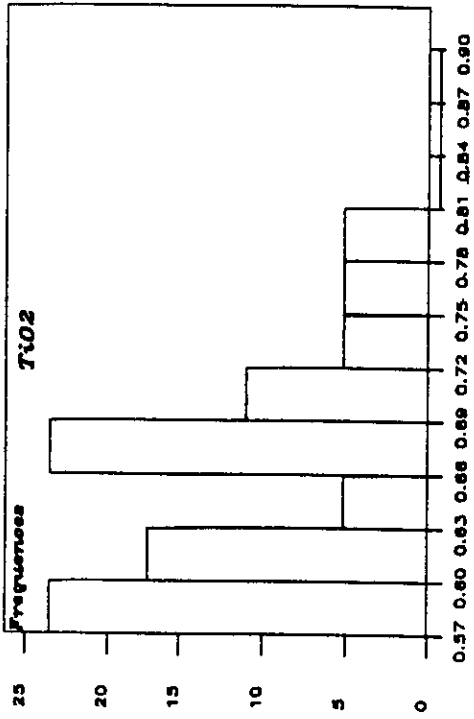


DIAGRAMME BINAIRE

CaO - PF

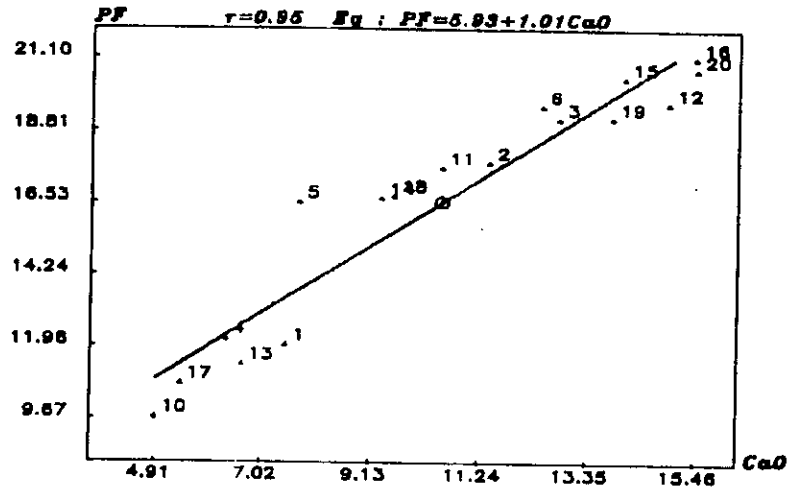


DIAGRAMME BINAIRE

CaO - MgO

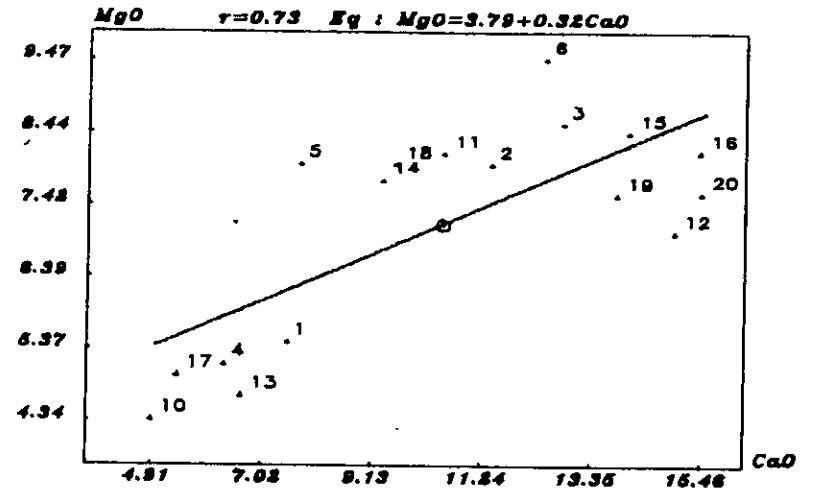


DIAGRAMME BINAIRE

CaO - TiO2

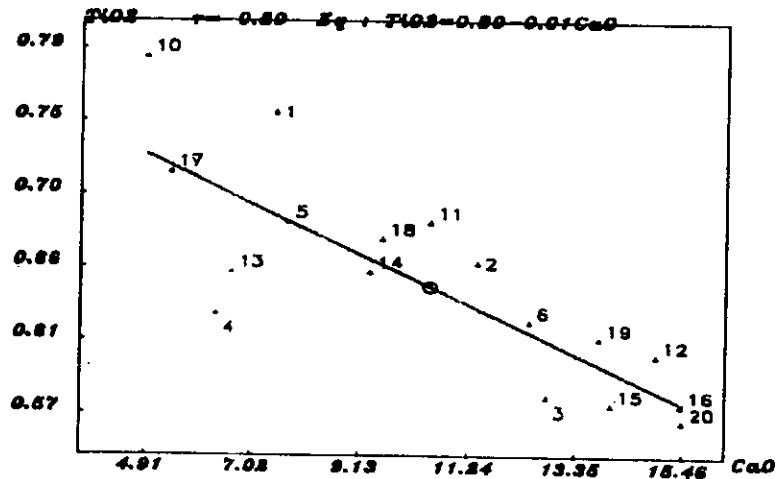


DIAGRAMME BINAIRE

CaO - Na2O

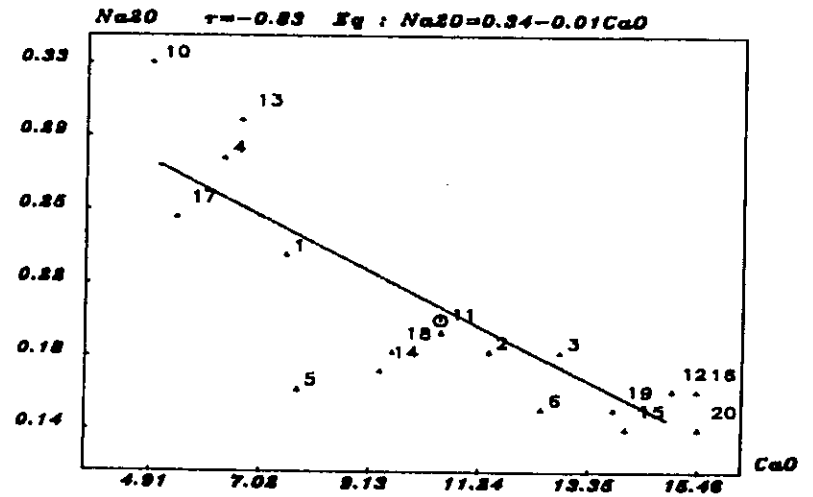


DIAGRAMME BINAIRE

MgO - MnO

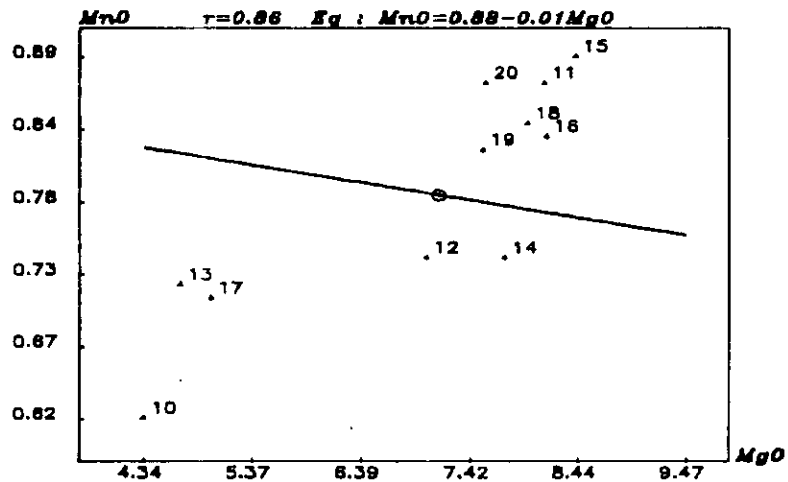


DIAGRAMME BINAIRE

MgO - PF

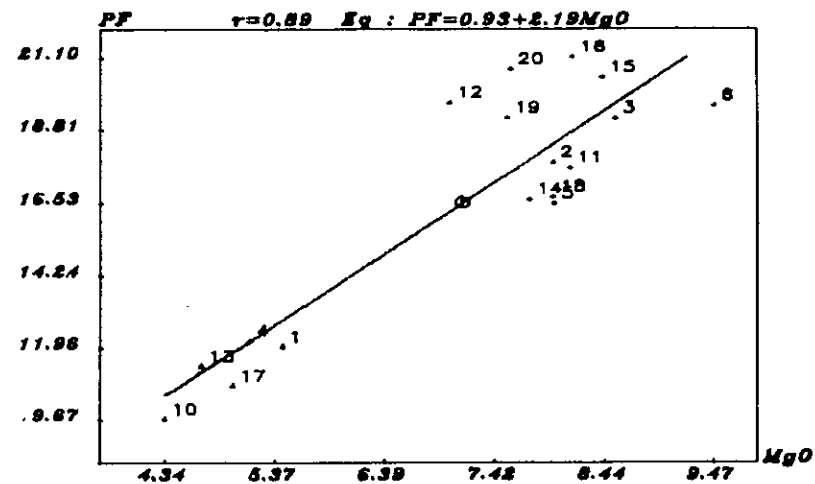


DIAGRAMME BINAIRE

MgO - Na2O

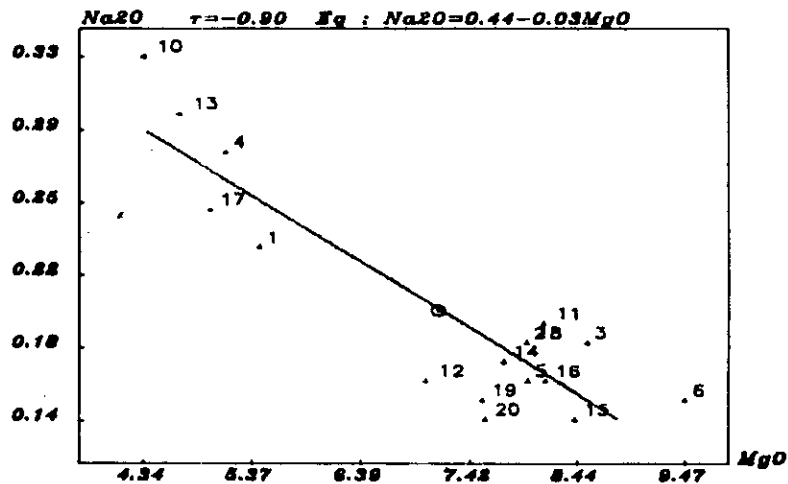


DIAGRAMME BINAIRE

MgO - TiO2

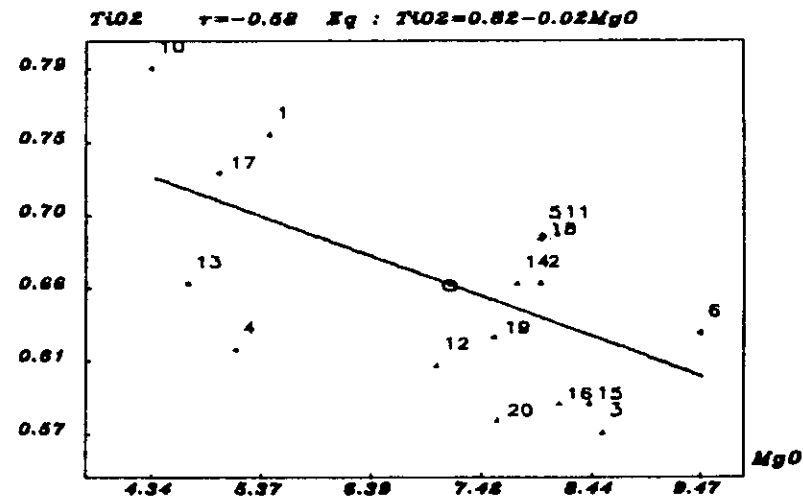


DIAGRAMME BINAIRE

SiO₂ - Al₂O₃

Al₂O₃ $r=0.62$ Eq : $Al_2O_3=9.88+0.03SiO_2$

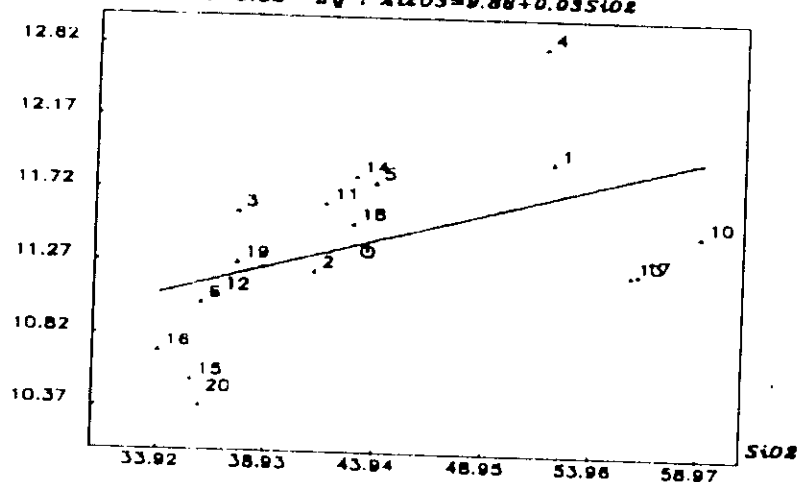
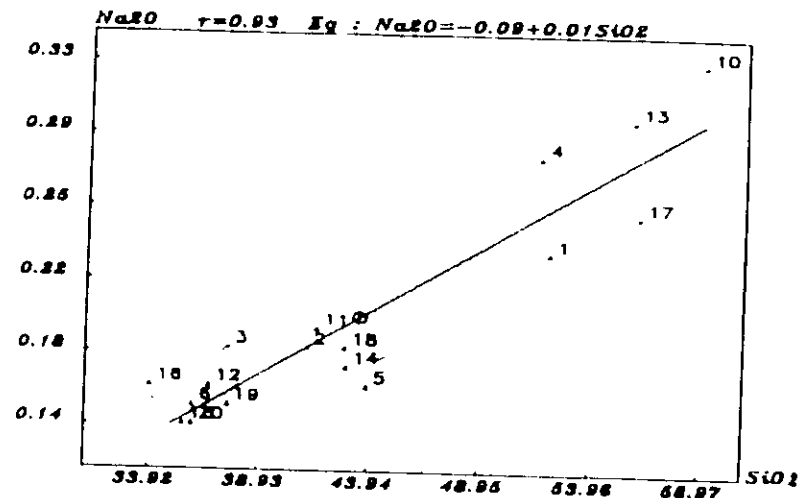


DIAGRAMME BINAIRE

SiO₂ - Na₂O

Na₂O $r=0.93$ Eq : $Na_2O=-0.08+0.01SiO_2$



63

DIAGRAMME BINAIRE

SiO₂ - CaO

CaO $r=-0.94$ Eq : $CaO=28.64-0.42SiO_2$

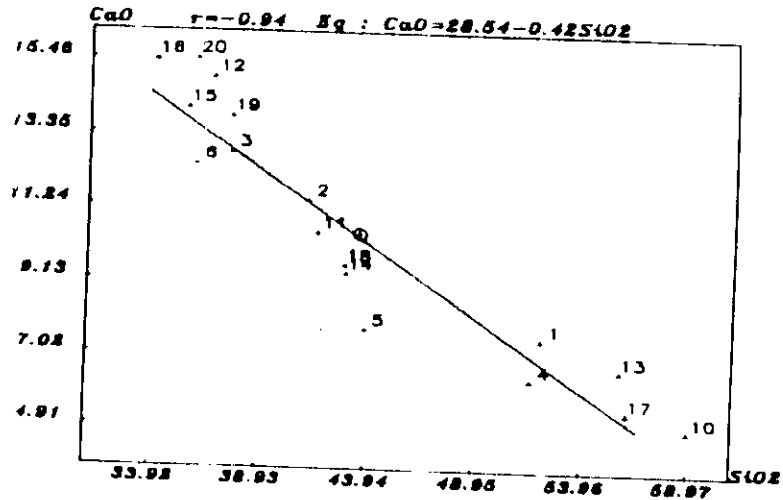
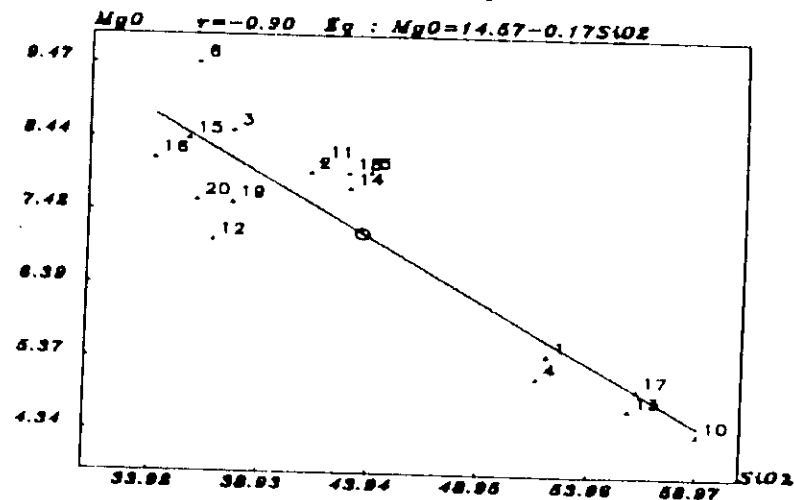


DIAGRAMME BINAIRE

SiO₂ - MgO

MgO $r=-0.90$ Eq : $MgO=14.67-0.17SiO_2$



A N N E X E N ° 5

GISEMENT DE CALCAIRE

- DISTRIBUTION DES VARIABLES
- HISTOGRAMMES PAR ELEMENT
- FONCTIONS DE CORRELATION

DISTRIBUTION DES VARIABLES DANS LE GISEMENT DE CALCAIRE

SiO2

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
0,41	1,20	12	80,00
1,20	1,99	2	13,33
1,99	2,78	0	0,00
2,78	3,57	0	0,00
3,57	4,36	0	0,00
4,36	5,15	0	0,00
5,15	5,94	0	0,00
5,94	6,73	0	0,00
6,73	7,52	0	0,00
7,52	8,31	1	6,67

Al2O3

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
0,19	0,28	4	26,67
0,28	0,37	4	26,67
0,37	0,46	1	6,67
0,46	0,55	4	26,67
0,55	0,64	0	0,00
0,64	0,73	1	6,67
0,73	0,82	0	0,00
0,82	0,91	0	0,00
0,91	1,00	0	0,00
1,00	1,09	1	6,67

Fe2O3

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
0,09	0,13	3	20,00
0,13	0,17	6	40,00
0,17	0,21	1	6,67
0,21	0,25	2	13,33
0,25	0,29	1	6,67
0,29	0,33	0	0,00
0,33	0,37	0	0,00
0,37	0,41	2	13,33
0,41	0,45	0	0,00
0,45	0,49	0	0,00

C l a s s e s				Effects		Freq. (%)	
0,03	0,06	0,06	5	33,33	0,00	0,00	0,00
0,06	0,09	0,09	7	46,67	6,67	6,67	0,00
0,09	0,12	0,12	1	6,67	0,00	6,67	0,00
0,12	0,15	0,15	0	0,00	6,67	0,00	0,00
0,15	0,18	0,18	1	6,67	0,00	6,67	0,00
0,18	0,21	0,21	1	6,67	0,00	6,67	0,00
0,21	0,24	0,24	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0,24	0,27	0,27	0	0,00	0,00	0,00	0,00

K2U

C l a s s e s				Effects		Freq. (%)	
0,25	0,29	0,29	4	28,57	0,00	0,00	0,00
0,29	0,33	0,33	1	7,14	0,00	0,00	0,00
0,33	0,37	0,37	2	14,29	0,00	0,00	0,00
0,37	0,41	0,41	3	21,43	0,00	0,00	0,00
0,41	0,45	0,45	1	7,14	0,00	0,00	0,00
0,45	0,49	0,49	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0,49	0,53	0,53	2	14,29	0,00	0,00	0,00
0,53	0,57	0,57	1	7,14	0,00	0,00	0,00
0,57	0,61	0,61	0	0,00	0,00	0,00	0,00
0,61	0,65	0,65	0	0,00	0,00	0,00	0,00

MjU

C l a s s e s				Effects		Freq. (%)	
46,46	47,20	47,20	1	6,67	0,00	0,00	0,00
47,20	48,10	48,10	0	0,00	0,00	0,00	0,00
48,10	48,92	48,92	0	0,00	0,00	0,00	0,00
48,92	49,74	49,74	1	6,67	0,00	0,00	0,00
49,74	50,56	50,56	0	0,00	0,00	0,00	0,00
50,56	51,30	51,30	2	13,33	0,00	0,00	0,00
51,30	52,20	52,20	1	6,67	0,00	0,00	0,00
52,20	53,02	53,02	0	0,00	0,00	0,00	0,00
53,02	53,84	53,84	2	13,33	0,00	0,00	0,00
53,84	54,66	54,66	0	0,00	0,00	0,00	0,00

CAU

Na2O

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
0,01	0,03	11	73,33
0,03	0,05	2	13,33
0,05	0,07	0	0,00
0,07	0,09	0	0,00
0,09	0,11	0	0,00
0,11	0,13	1	6,67
0,13	0,15	1	6,67
0,15	0,17	0	0,00
0,17	0,19	0	0,00
0,19	0,21	0	0,00

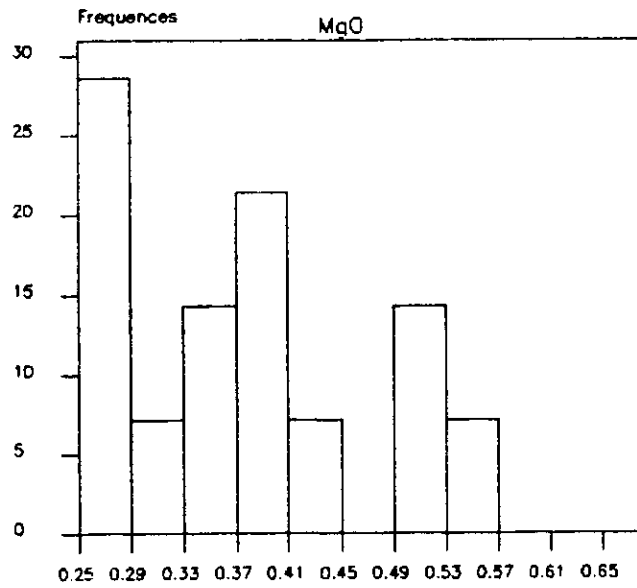
TiO2

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
0,01	0,03	0	00,00
0,03	0,05	0	0,00
0,05	0,07	0	0,00
0,07	0,09	1	11,11
0,09	0,11	0	0,00
0,11	0,13	0	0,00
0,13	0,15	0	0,00
0,15	0,17	0	0,00

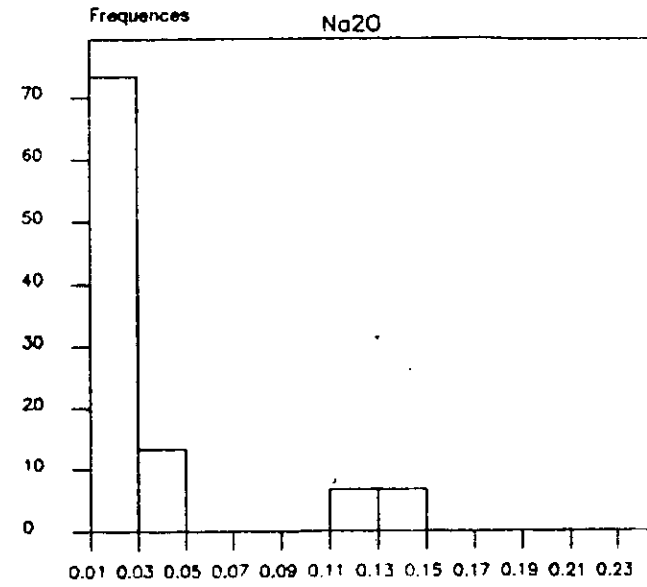
SO3

C l a s s e s		Effectifs	Fréq. (%)
0,07	0,10	4	28,57
0,10	0,13	5	35,71
0,13	0,16	1	7,14
0,16	0,19	2	14,29
0,19	0,22	1	7,14
0,22	0,25	0	0,00
0,25	0,28	0	0,00
0,28	0,31	1	7,14
0,31	0,34	0	0,00
0,34	0,37	0	0,00

HISTOGRAMME

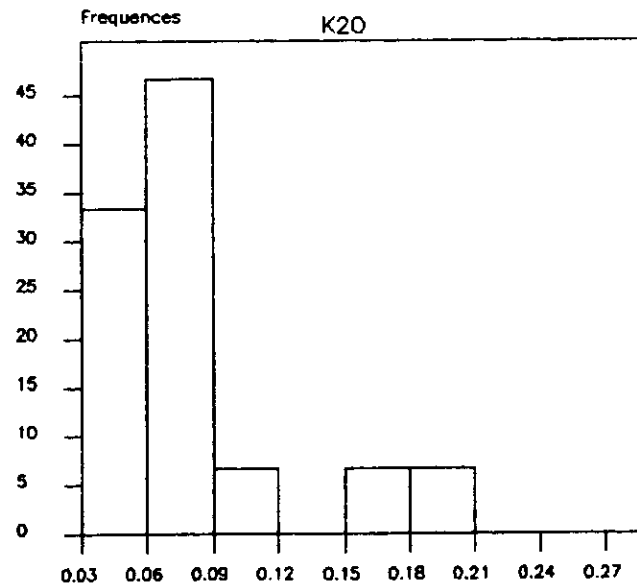


HISTOGRAMME

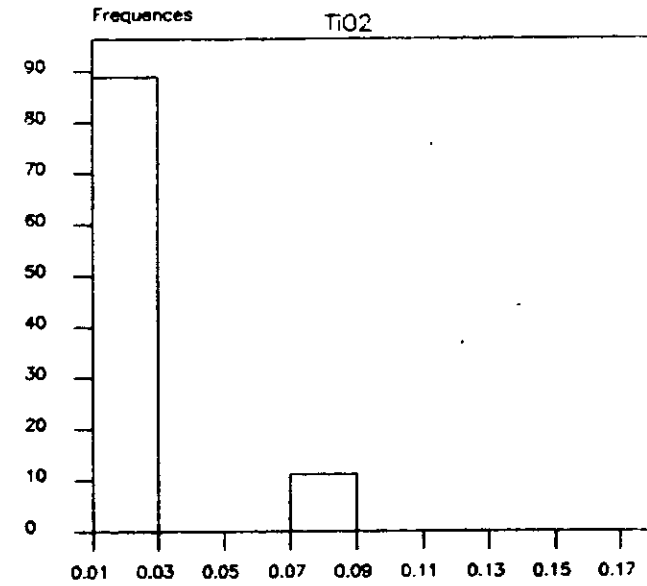


89

HISTOGRAMME

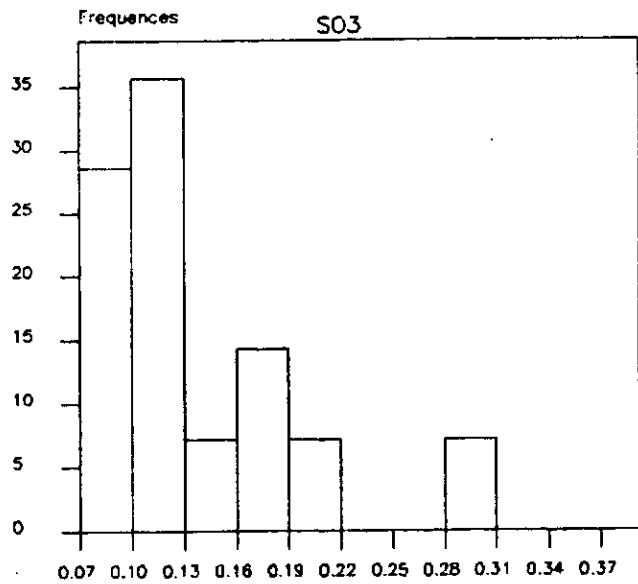


HISTOGRAMME

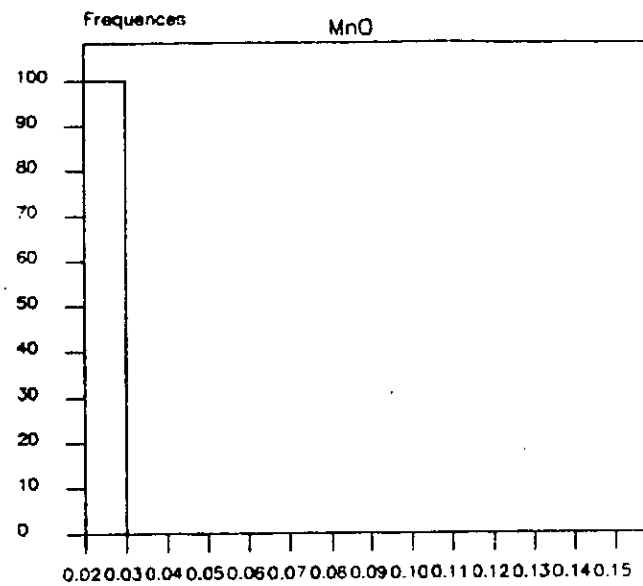


69

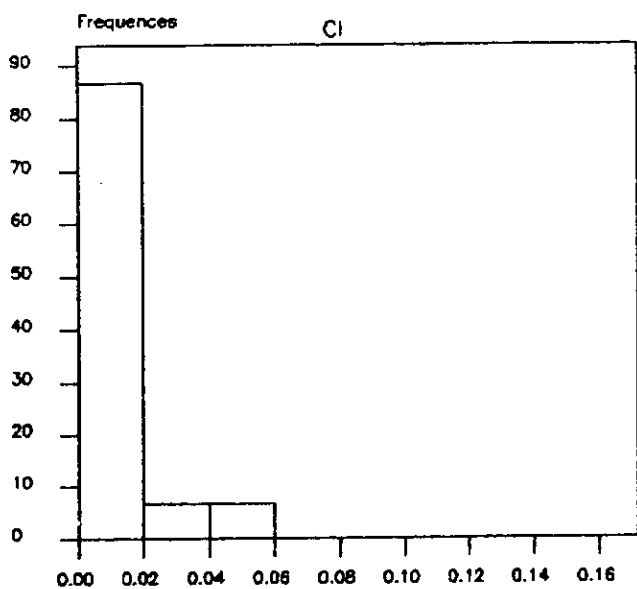
HISTOGRAMME



HISTOGRAMME



HISTOGRAMME



HISTOGRAMME

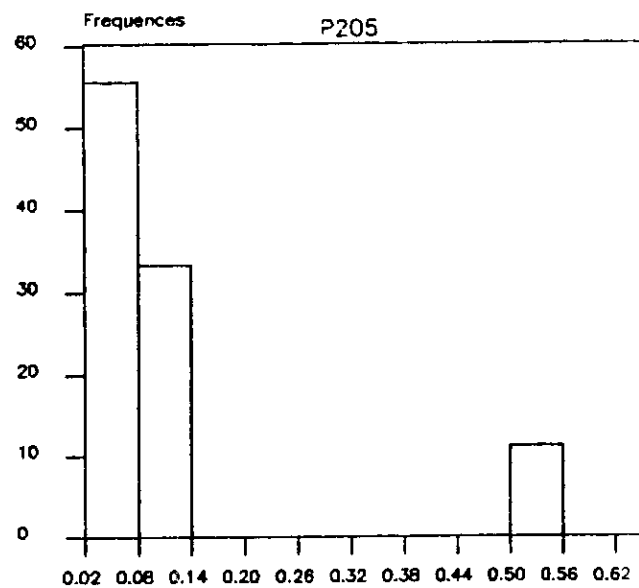


DIAGRAMME BINAIRE

Al₂O₃ - MnO

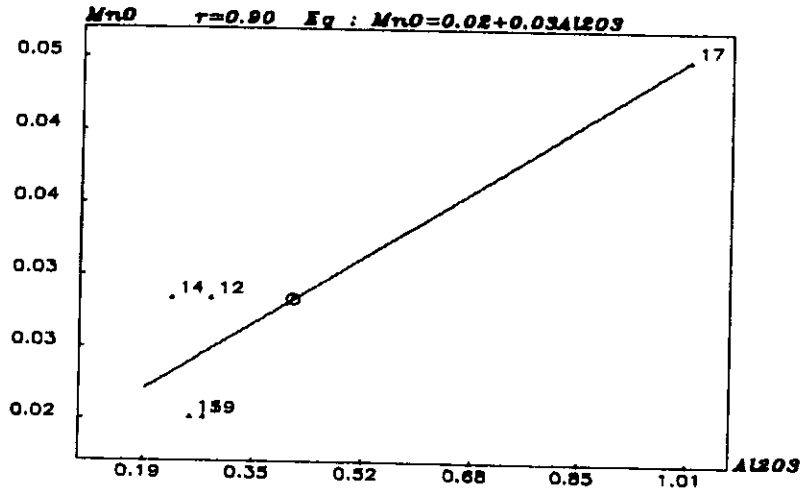
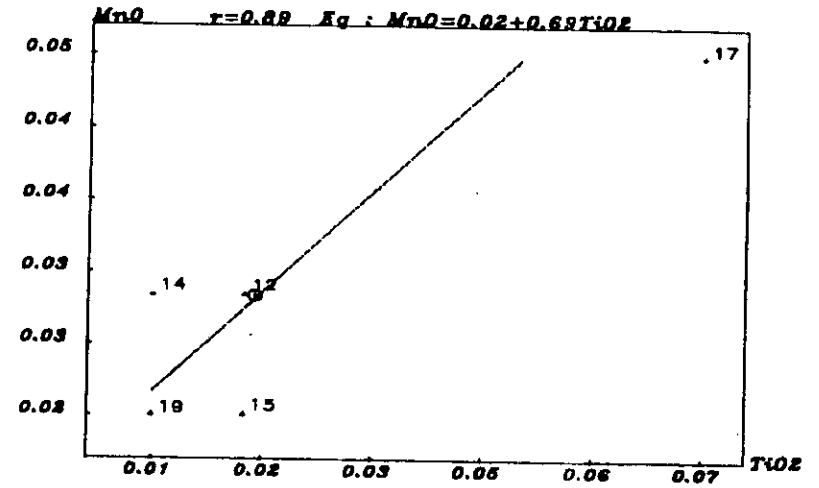


DIAGRAMME BINAIRE

TiO₂ - MnO



70

DIAGRAMME BINAIRE

TiO₂ - Cl

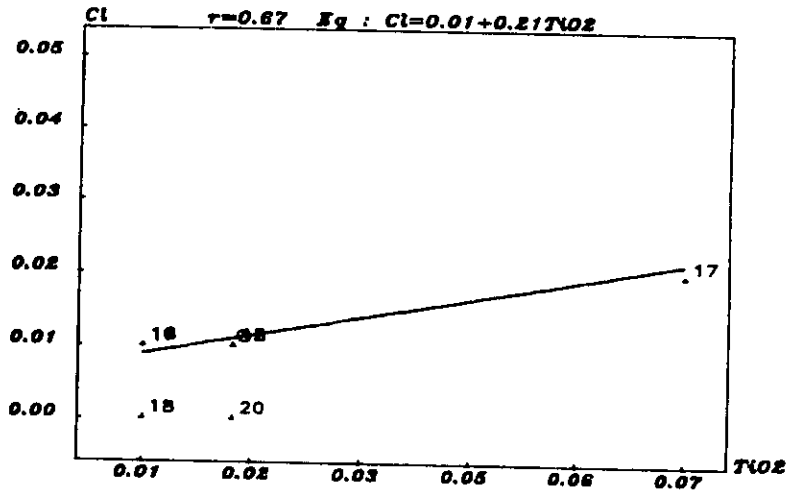
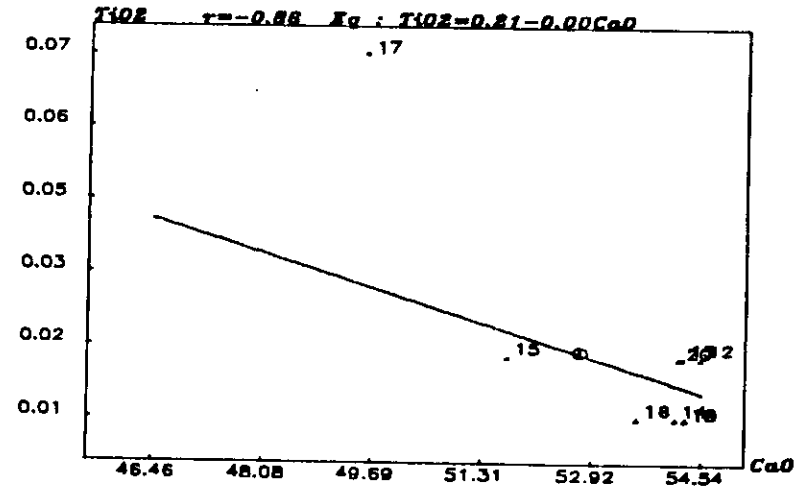


DIAGRAMME BINAIRE

CaO - TiO₂

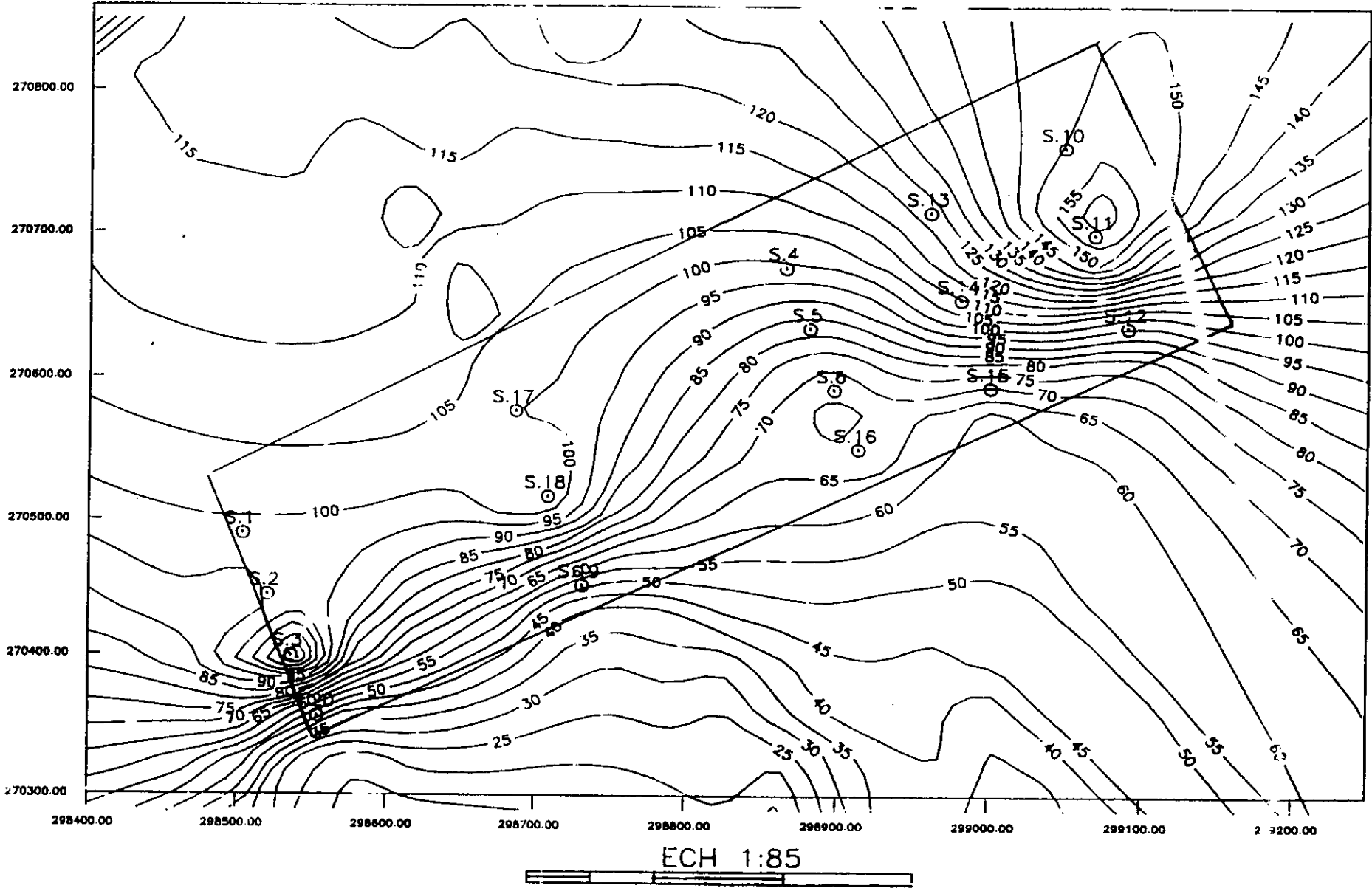


A N N E X E N° 6

GISEMENT D'ARGILE

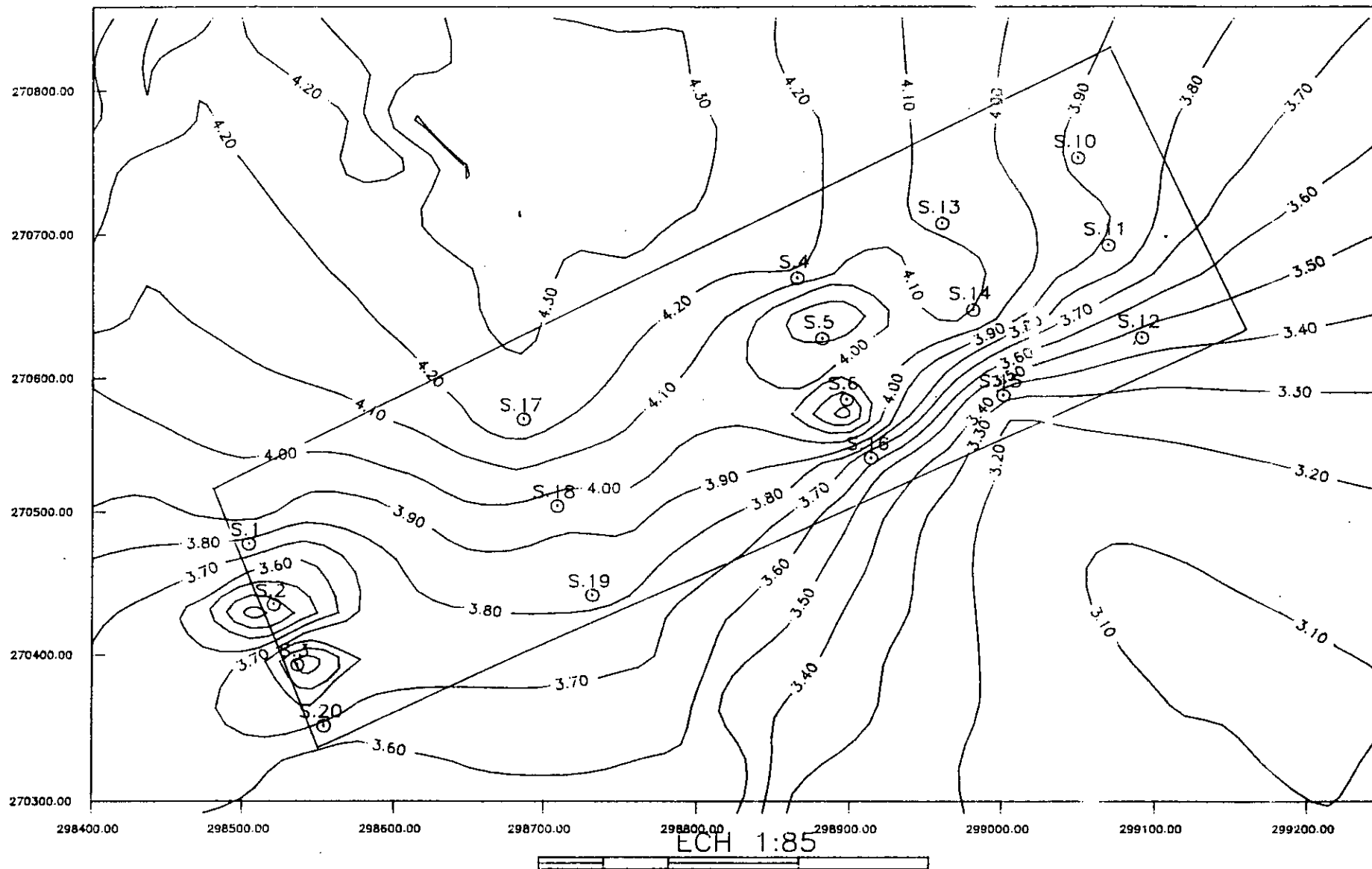
PLANS D'ISOTENEURS DES ELEMENTS CHIMIQUES CARACTERISTIQUES
(Cl- K₂O+Na₂O- SO₃ total- MgO) POUR LES
NIVEAUX D'EXPLOITATION (960;950;940;930 m)

72

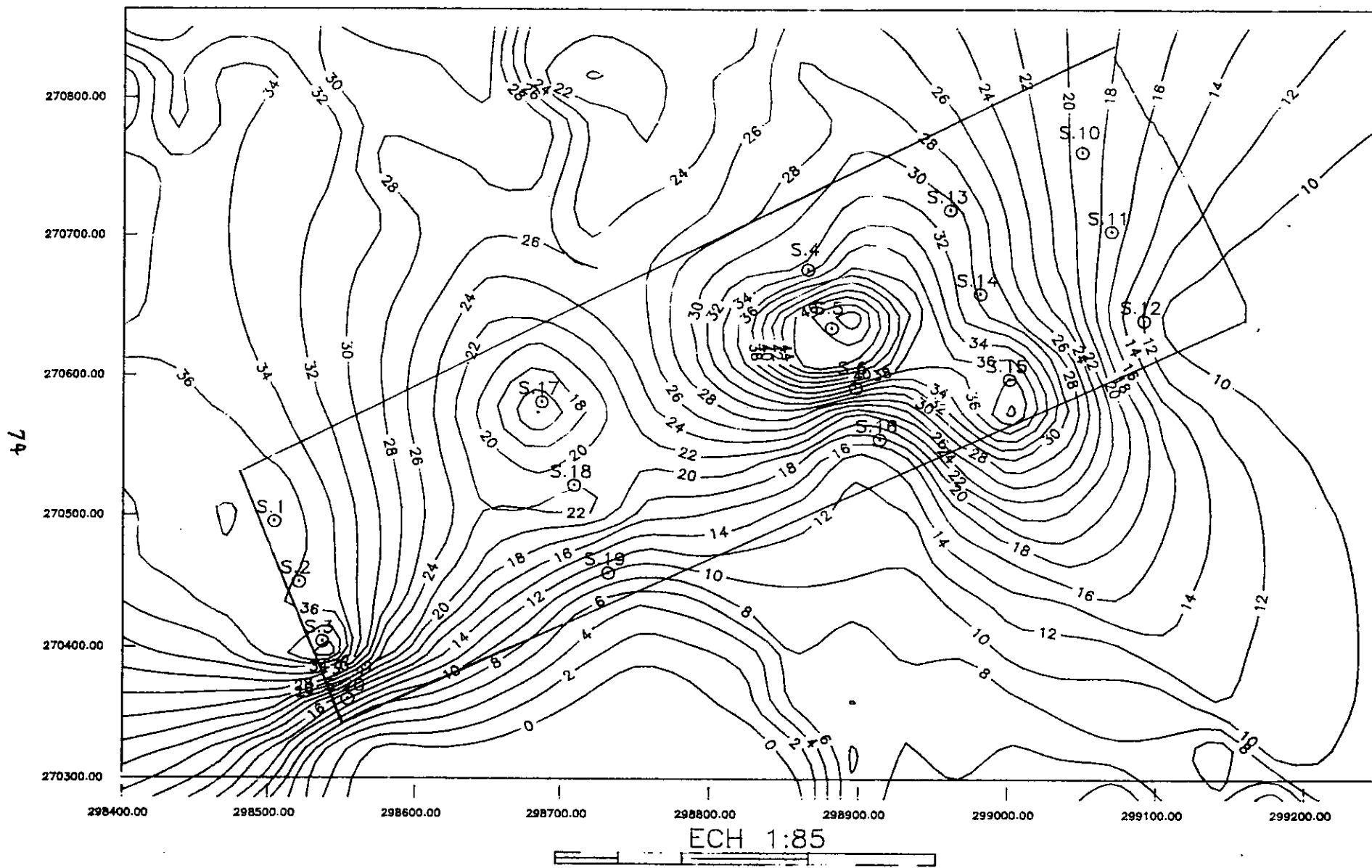


CM.EASC-GISEMENT D'ARGILE (CAT.B)-ISOTENEURS EN ALCALIS- NIV U 960m.
(en %)

73

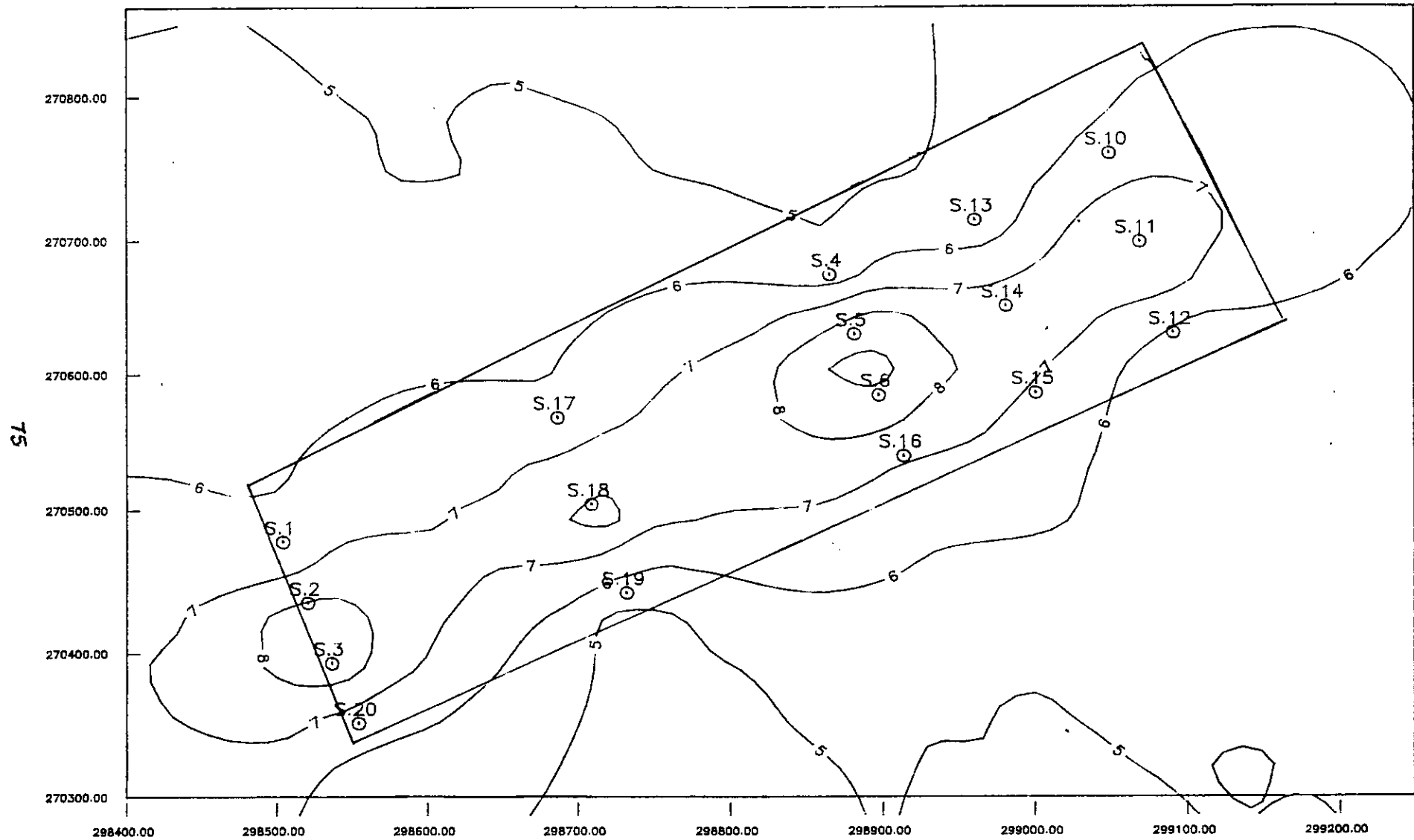


CM.EASC-GISEMENT D'ARGILE (CAT.B)-ISOTENEURS EN SULFATES EN 10^{-2} -- NIVEAU 960m.

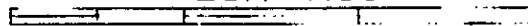


74

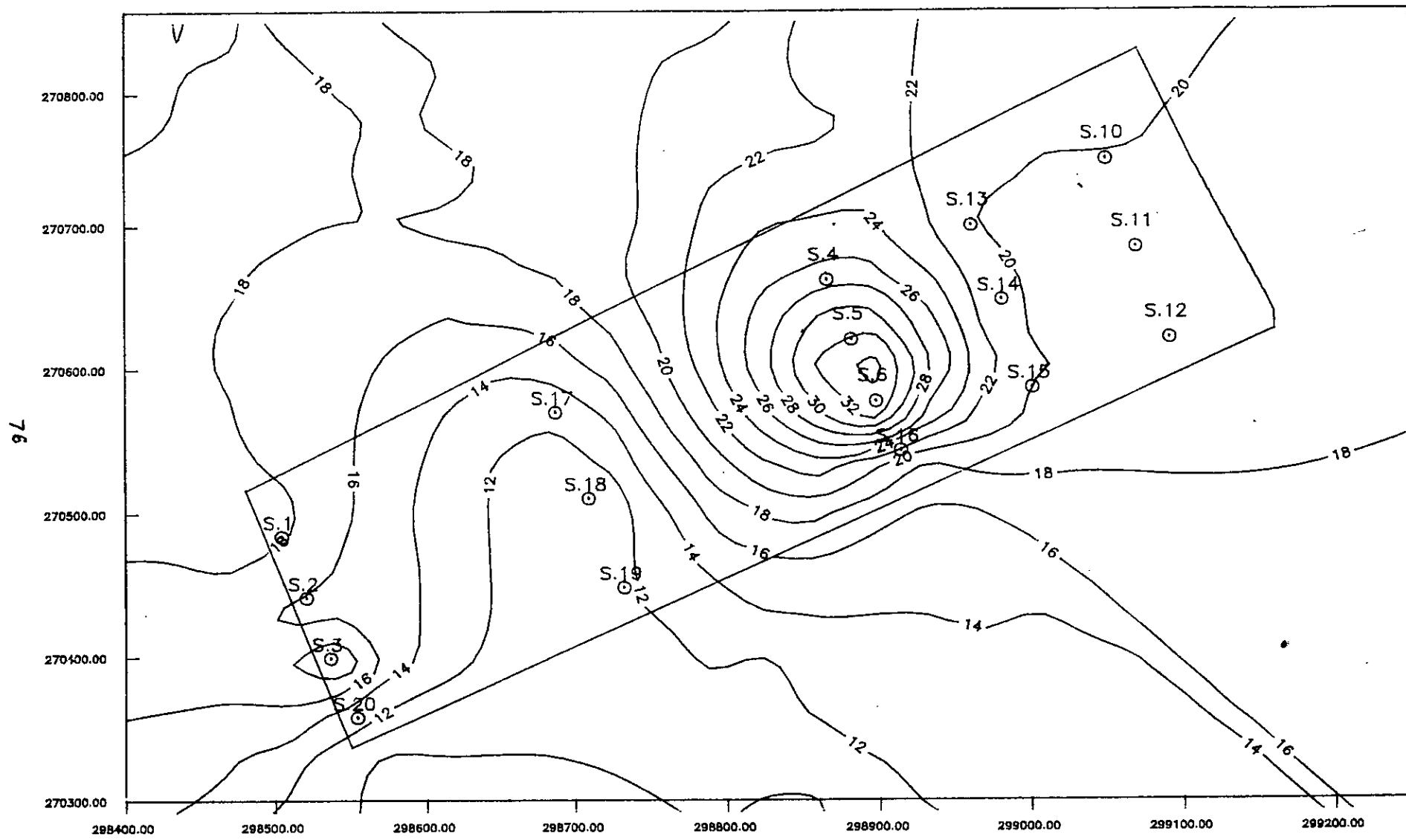
CM.EASC-GISEMENT D'ARGILE (CAT.B)- ISOTENEURS EN MGO (EN †)-N'VEAU 960m.



ECH 1:85



CM.EASC-GISEMENT D'ARGILE (CAT.B)-ISOTENEURS EN CL EN 10^{-3} -NIVEAU 950m.

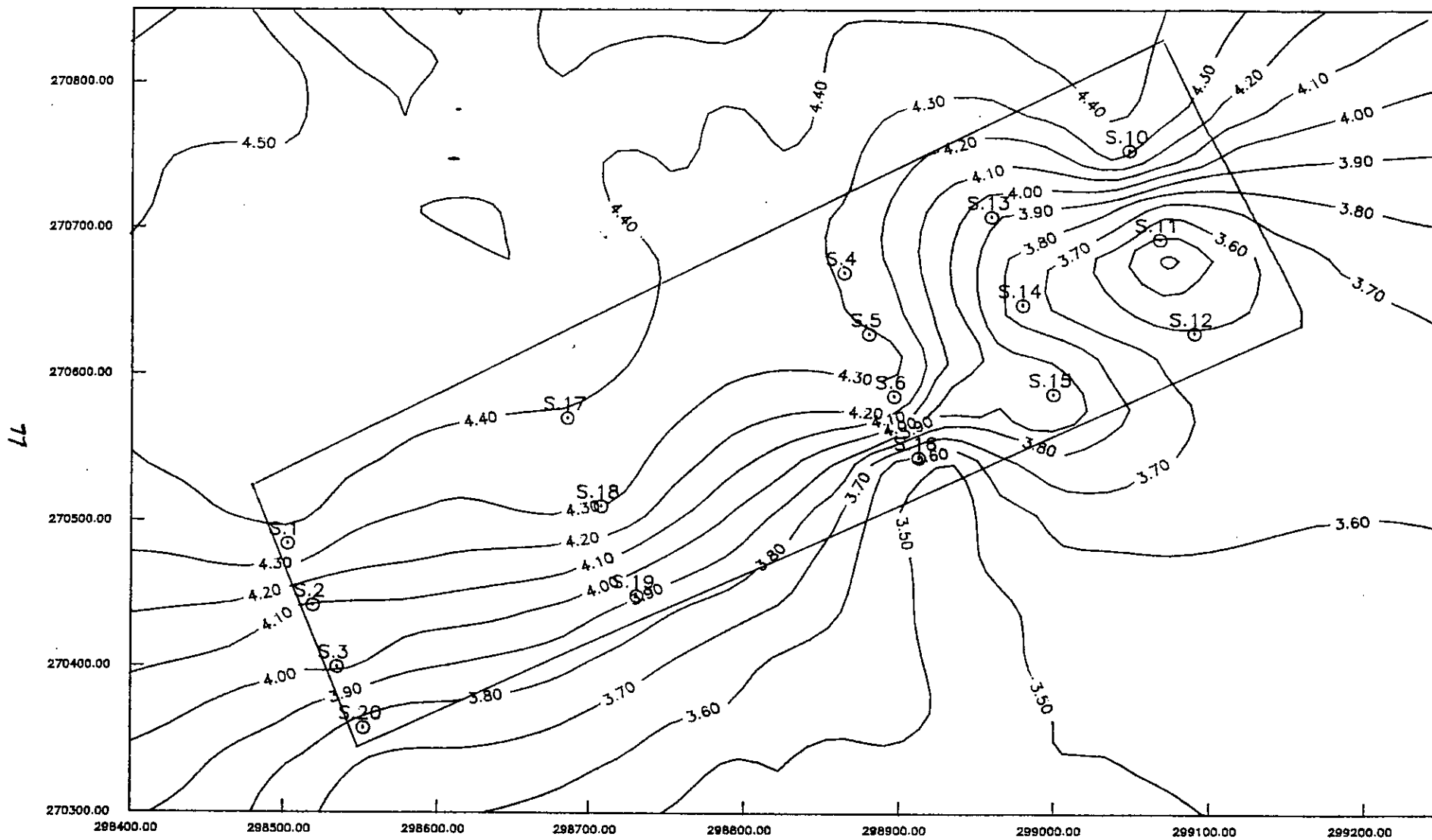


ECH 1:85



CM.EASC-GISEMENT D'ARGILE (CAT.B)-ISOTENEURS EN ALCALIS- NIVEAU 950m.

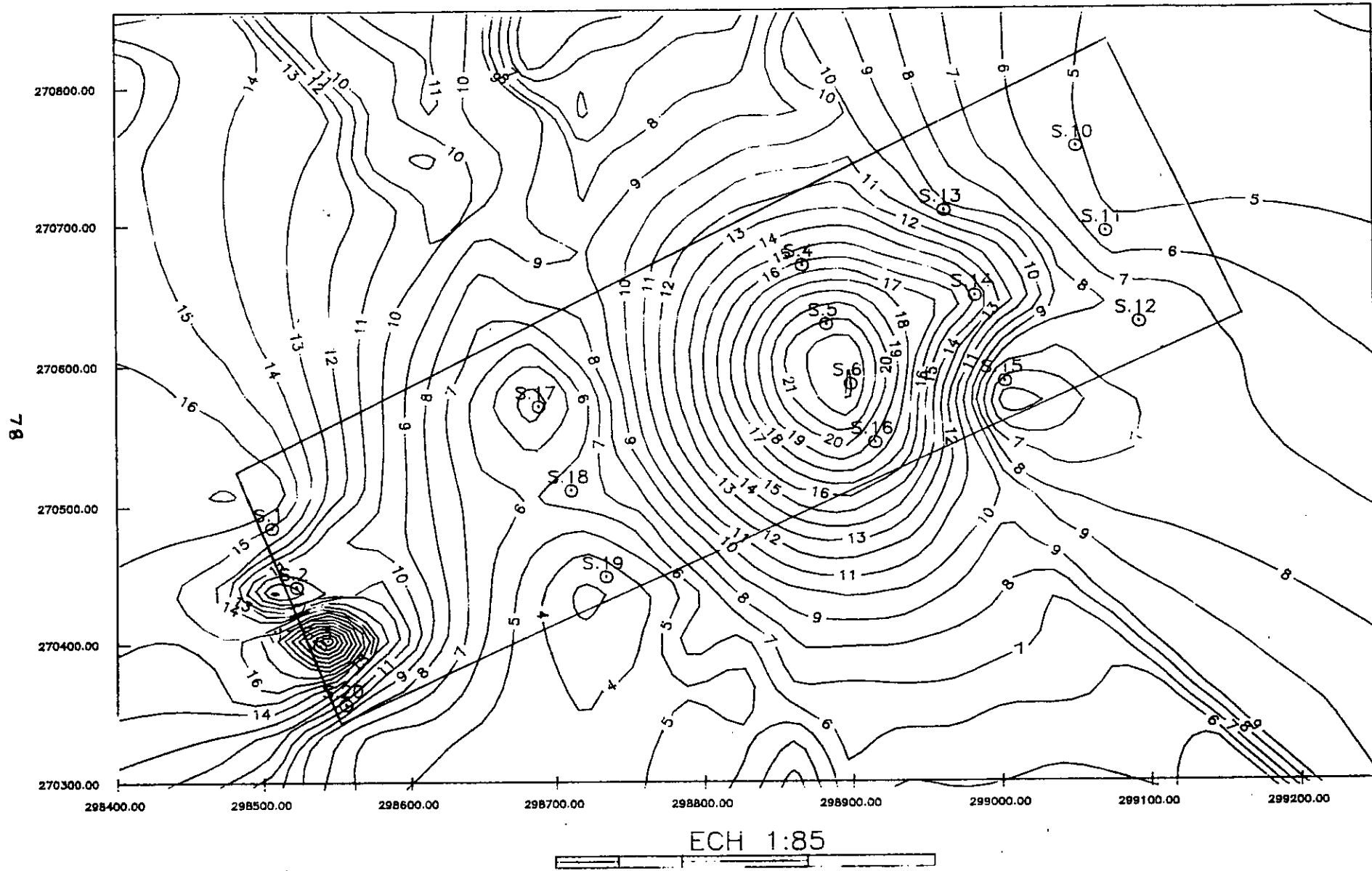
(en ‰)



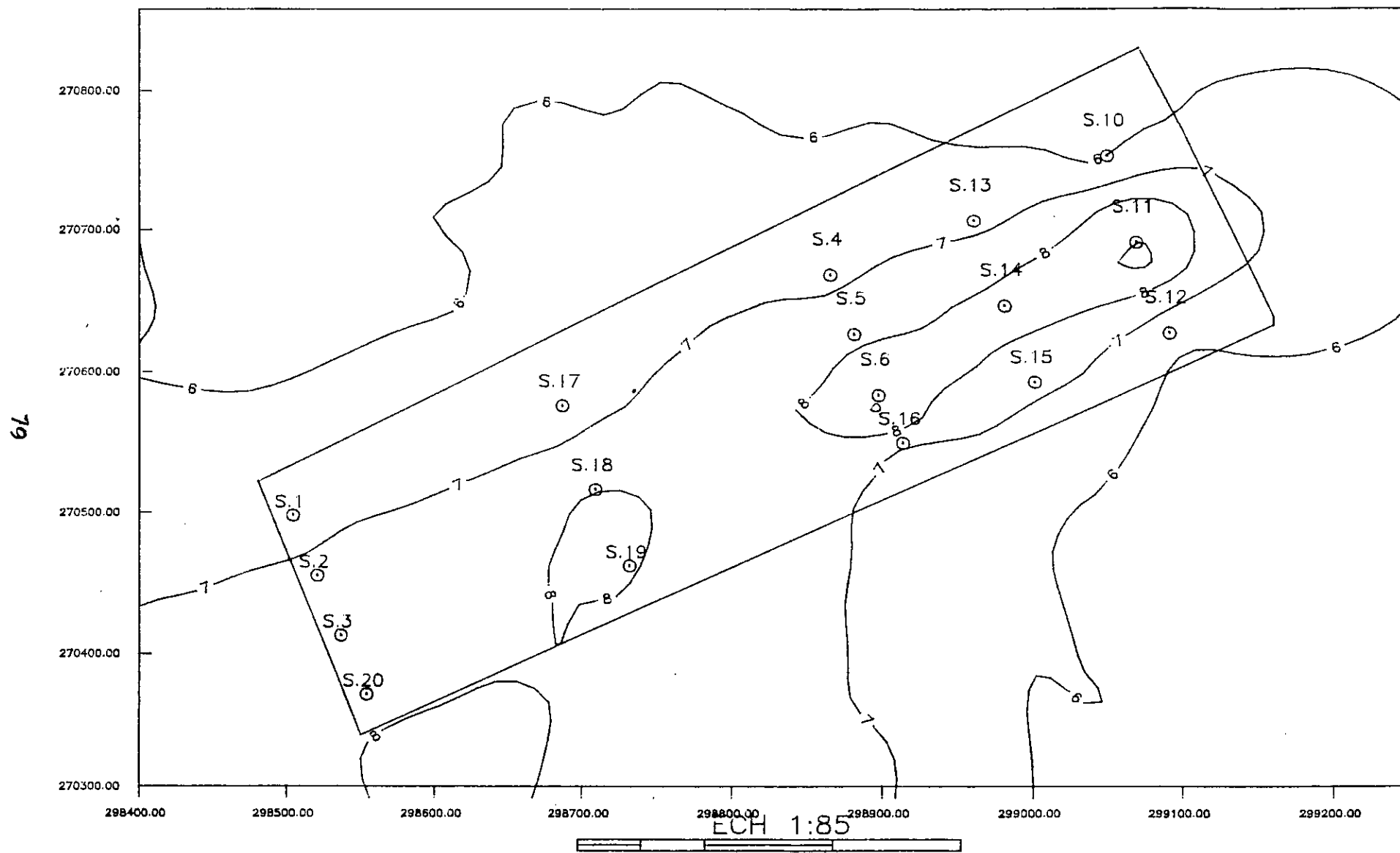
ECH 1:85



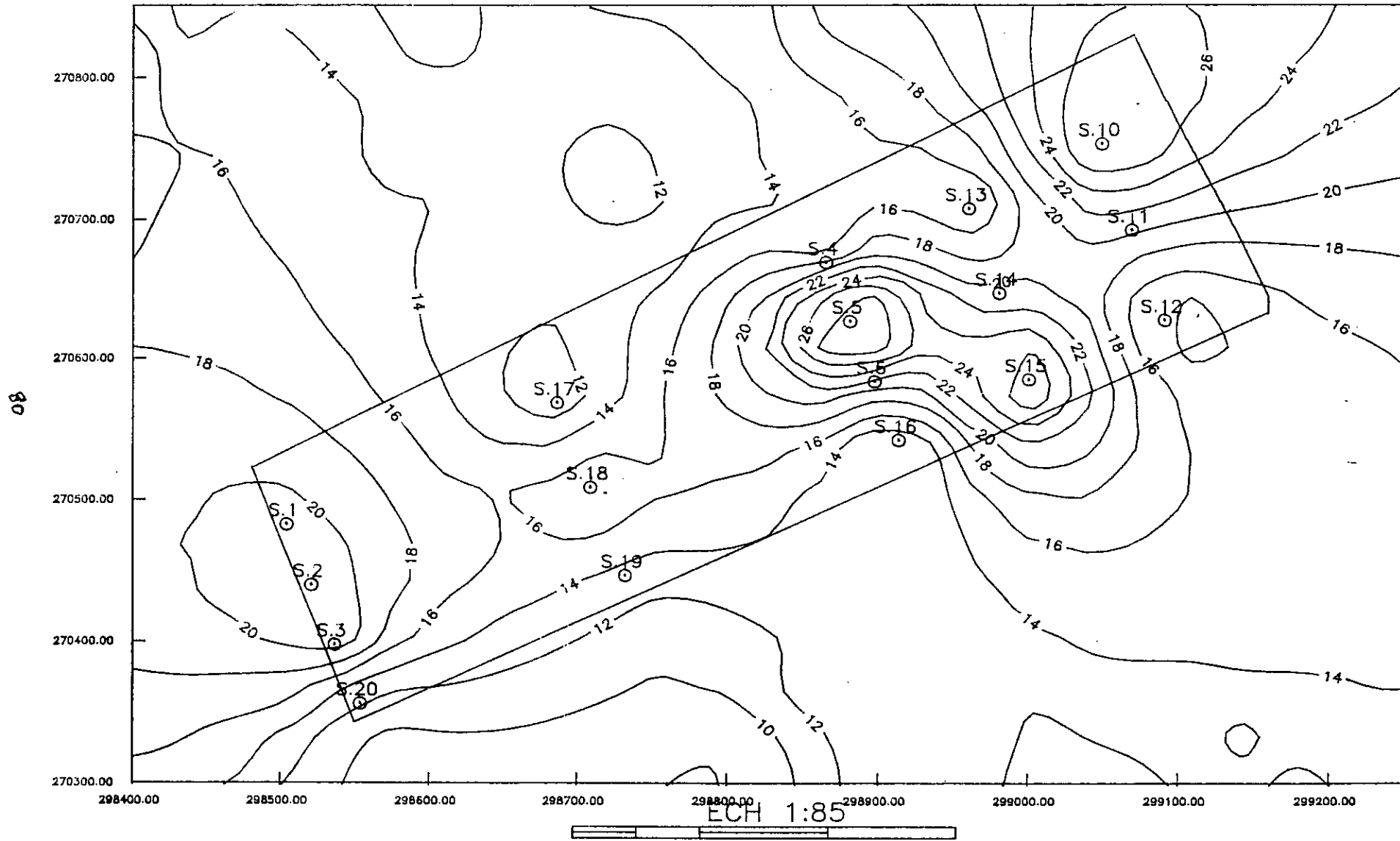
CM.EASC-GISEMENT D'ARGILE (CAT.B)-ISOTENEURS EN SULFATES EN $10^{-2}\%$ - NIVEAU 950m.



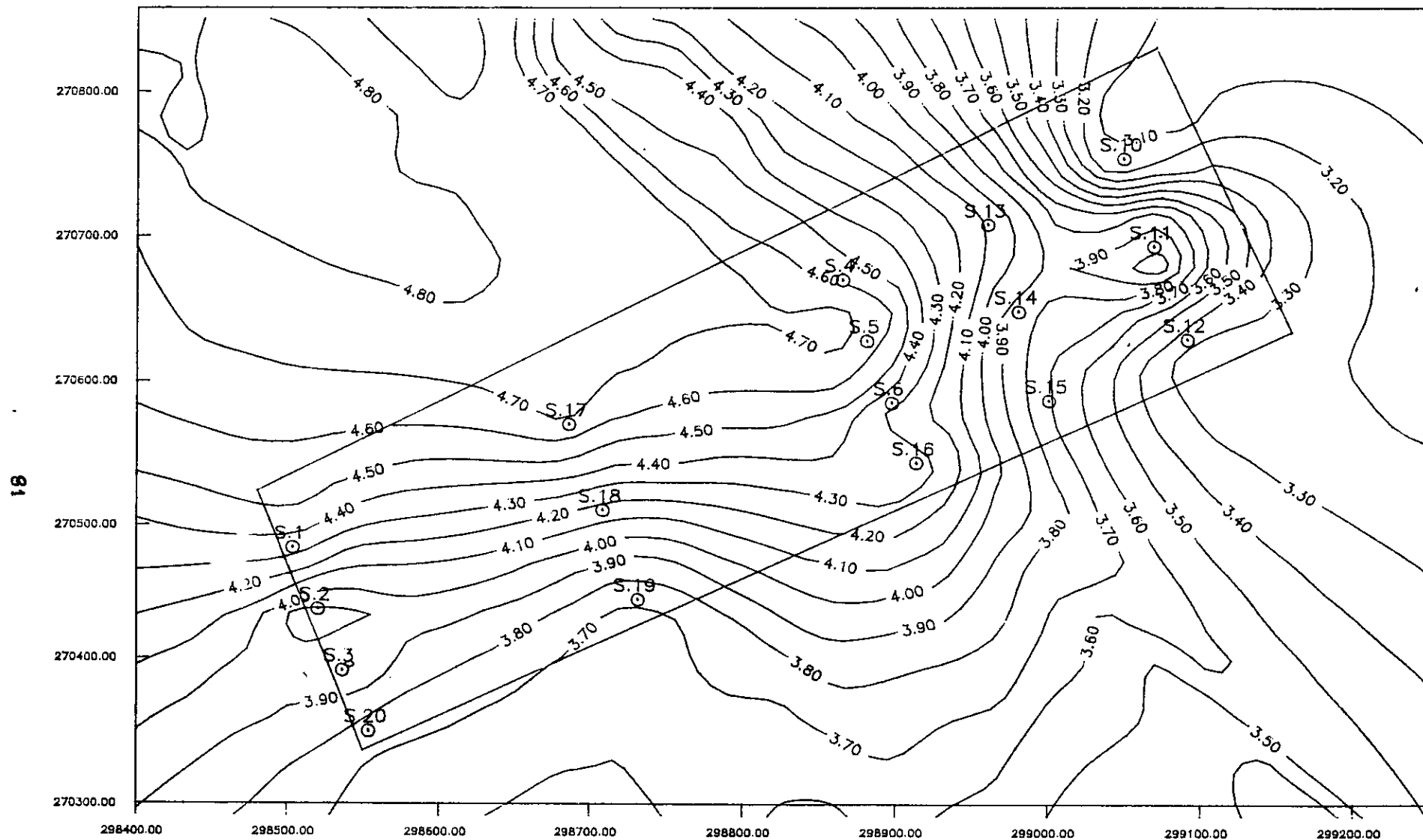
CM.EASC - GISEMENT D'ARGILE (CAT.B) - ISOTENEURS EN MGO (EN ‰) - NIVEAU 950m.



CM.EASC-GISEMENT D'ARGILE (CAT.B)-ISOTENEURS EN CL EN 10^{-3} -NIVEAU 940m.



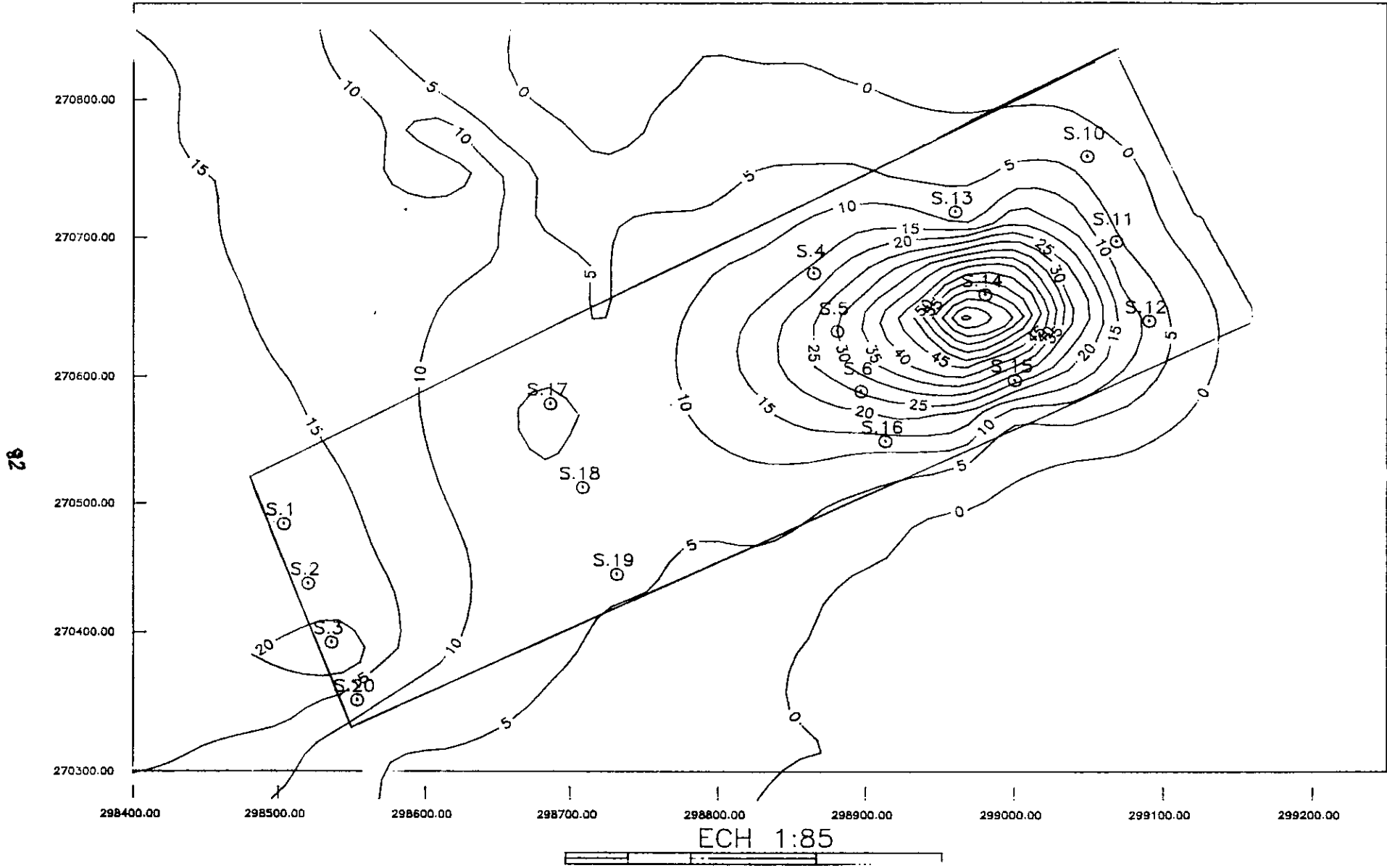
CM.EASC-GISEMENT D'AEGILE (CAT.B)-ISOTENEURS EN ALCALIS- NIVEAU 940m.
(en ‰)



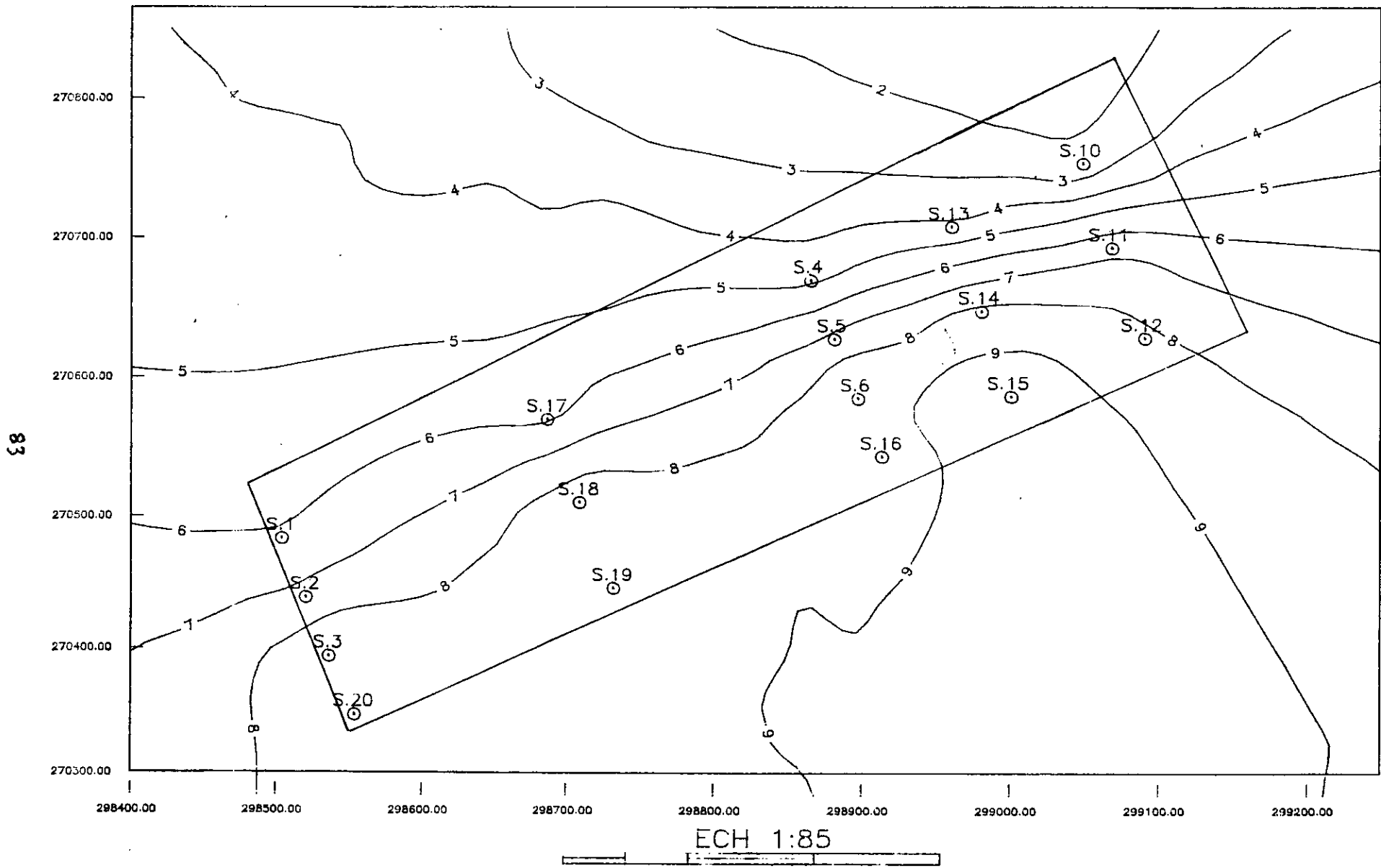
ECH 1:85



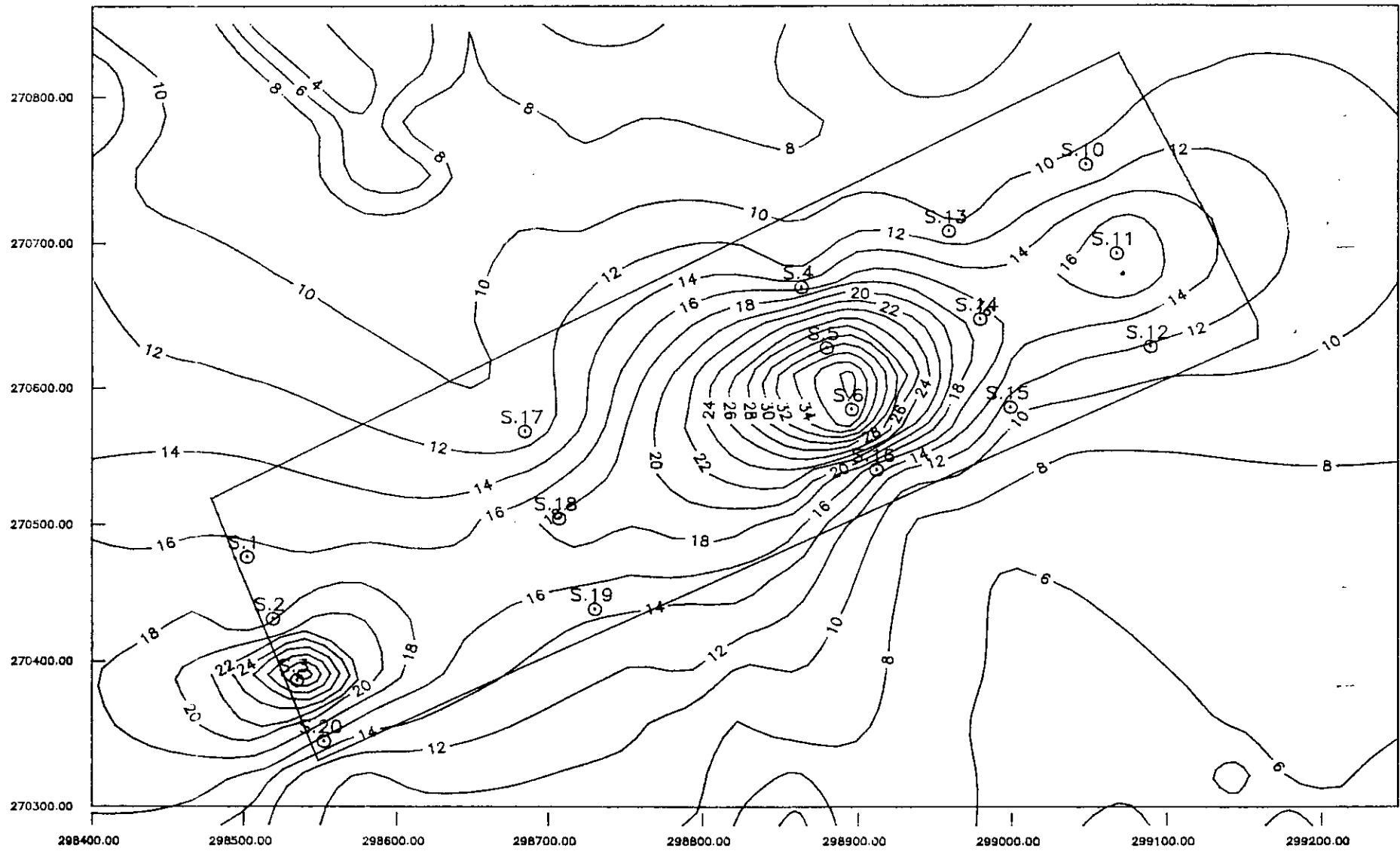
CM.EASC--GISEMENT D'ARGILE (CAT.B)--ISOTENEURS EN SULFATES EN 10⁻²%-- NIVEAU 940m.



CM.EASC-GISEMENT D'ARGILE (CAT.B0-ISOTENEURS EN MGO (EN ‰)-NIVEAU 940m.

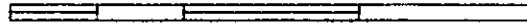


CM.EASC-GISEMENT D'ARGILE (CAT.B)-ISOTENEURS EN CL EN 10^{-3} -NIVEAU 930m.

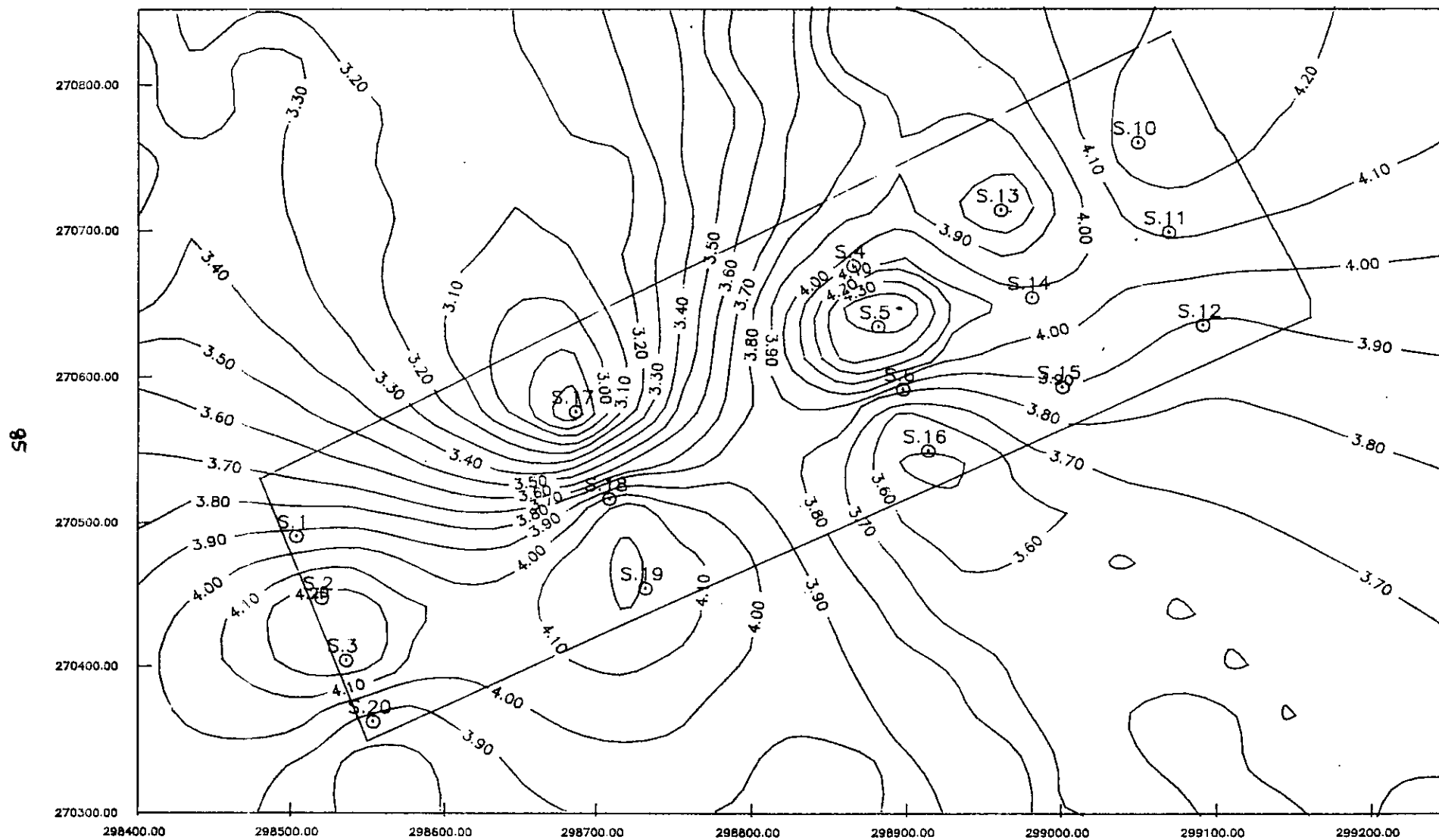


84

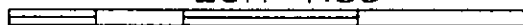
ECH 1:85



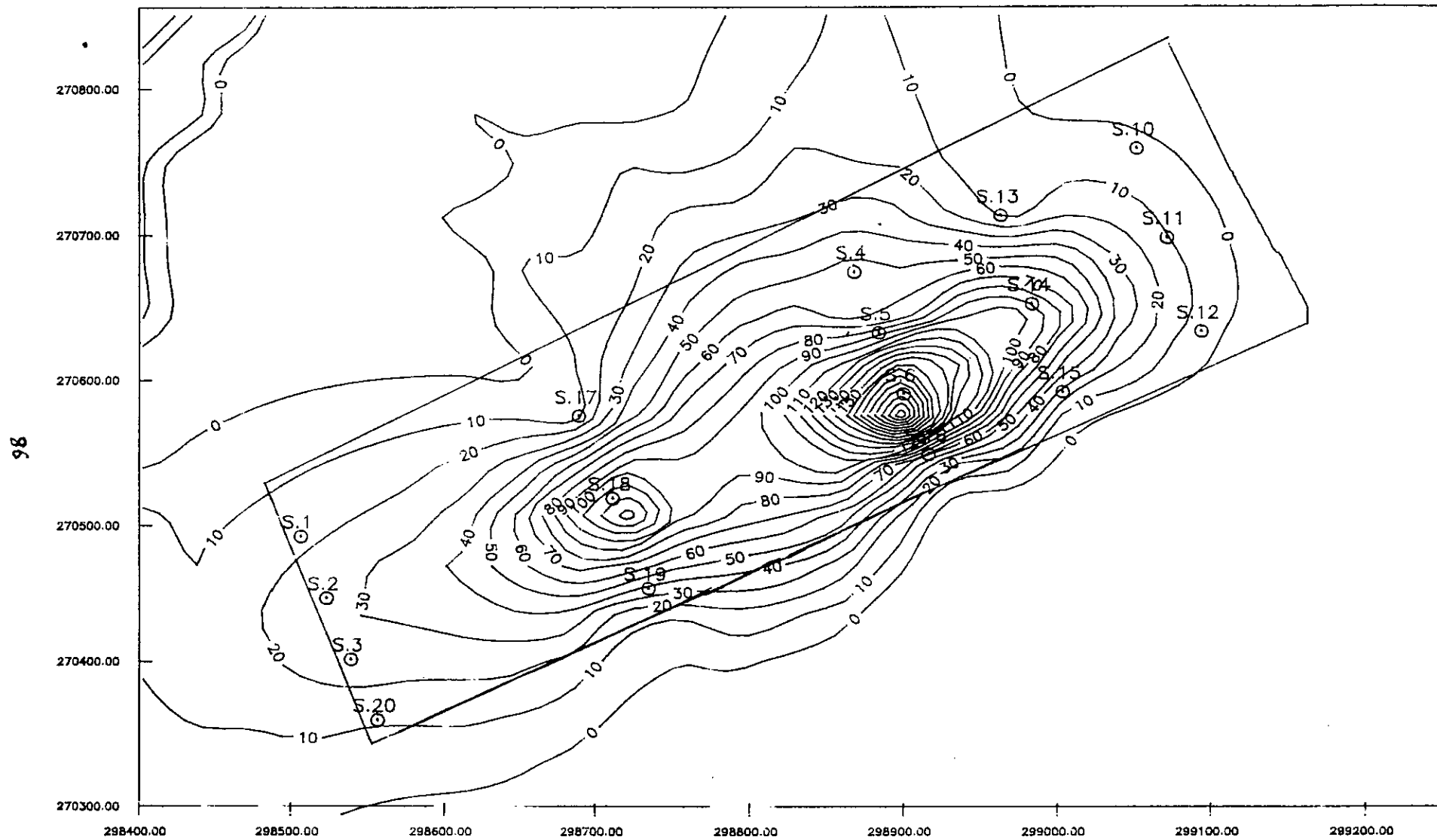
CM.EASC--GISEMENT D'ARGILE (CAT.B)--ISOTENEURS EN ALCALIS-- NIVEAU 930m.
(en %)



ECH 1:85



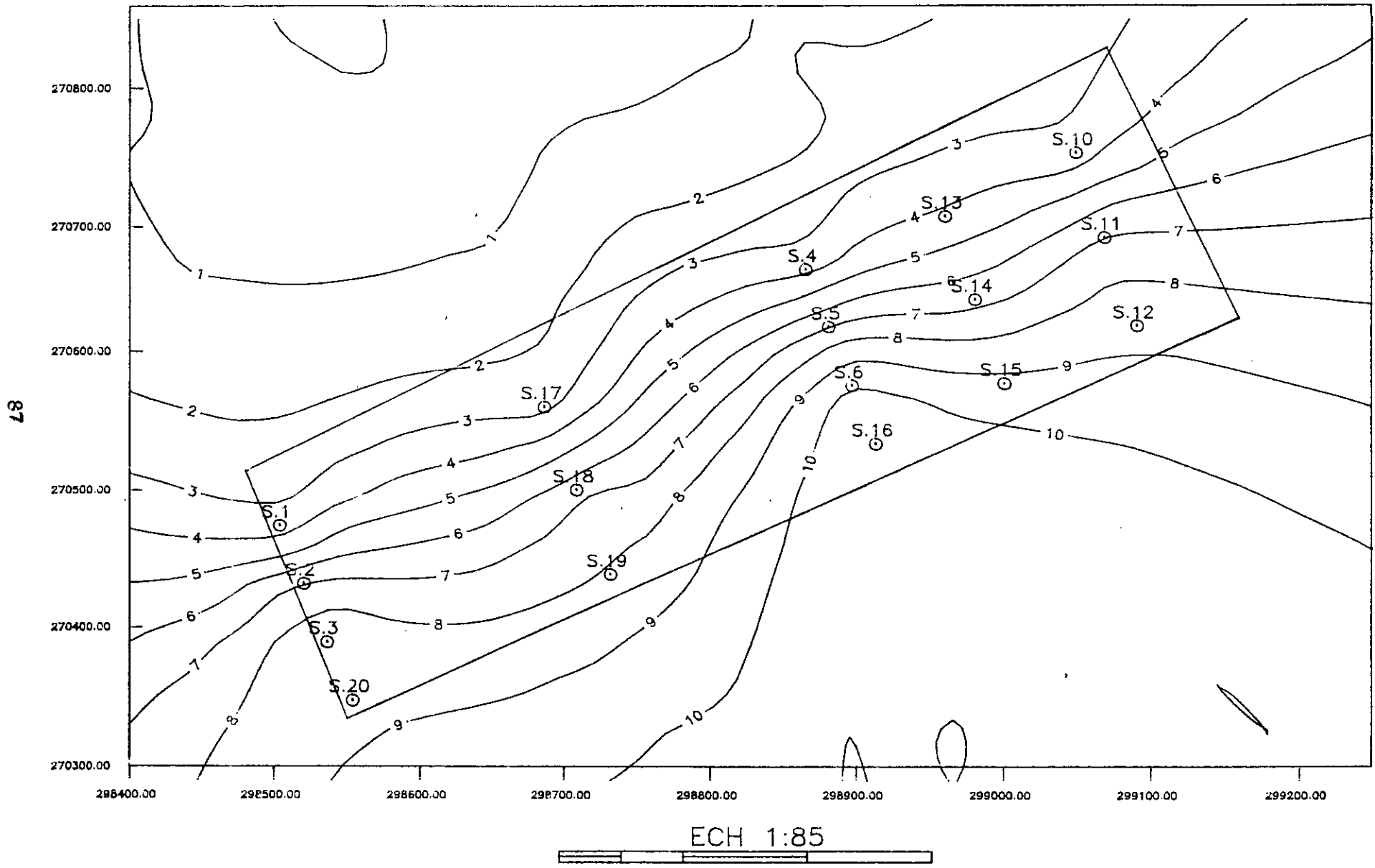
CM.EASC-GISEMENT D'ARGILE (CAT.B) -ISOTENEURS EN SULFATES EN $10^{-2}\%$ -NIVEAU 930m



98

ECH 1:85

CM.EASC-GISEMENT D'AEGILE (CAT.B)-ISOTENEURS EN MGO (EN ‰)-NIVEAU 930m.

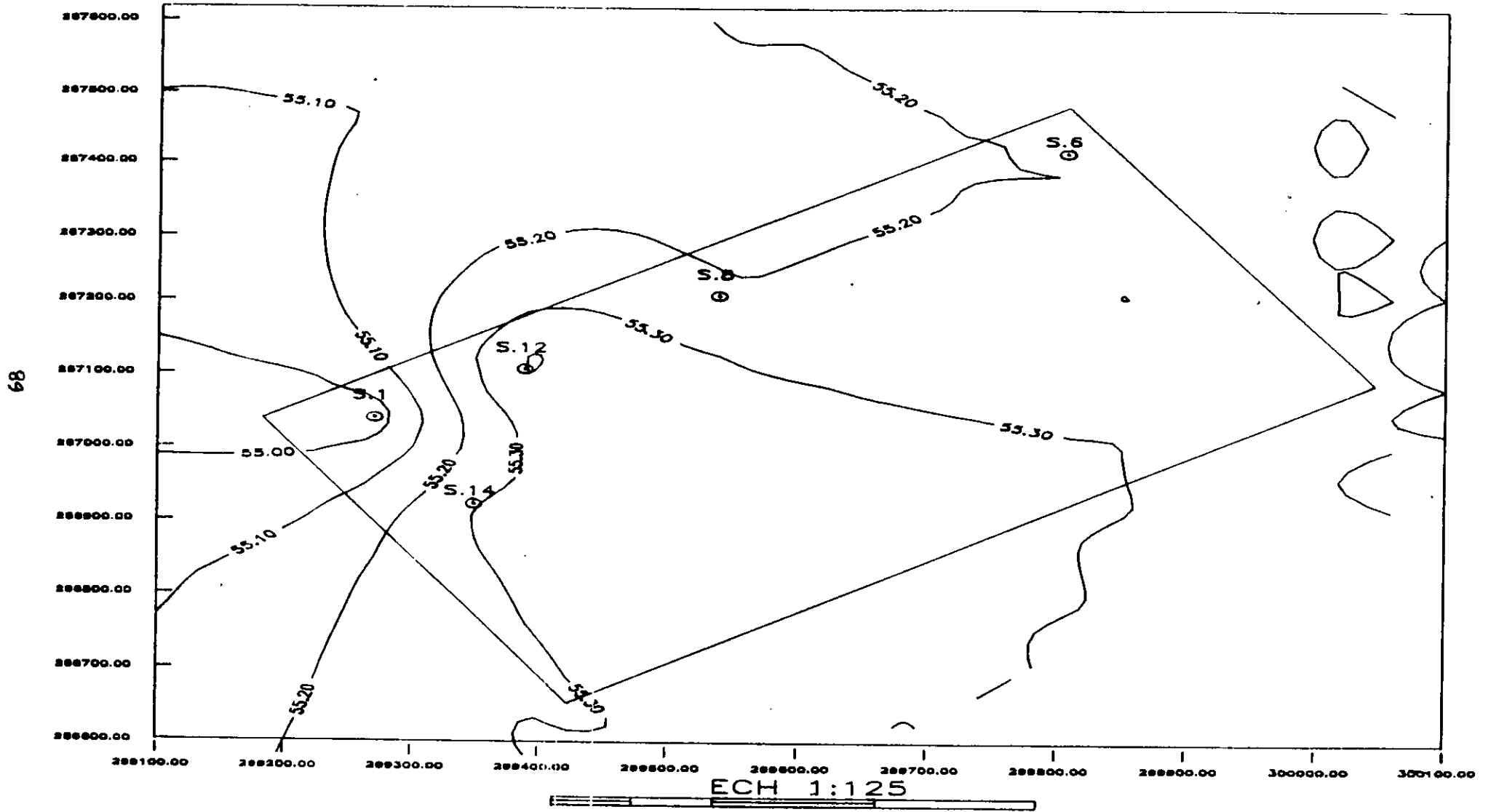


A N N E X E N° 7

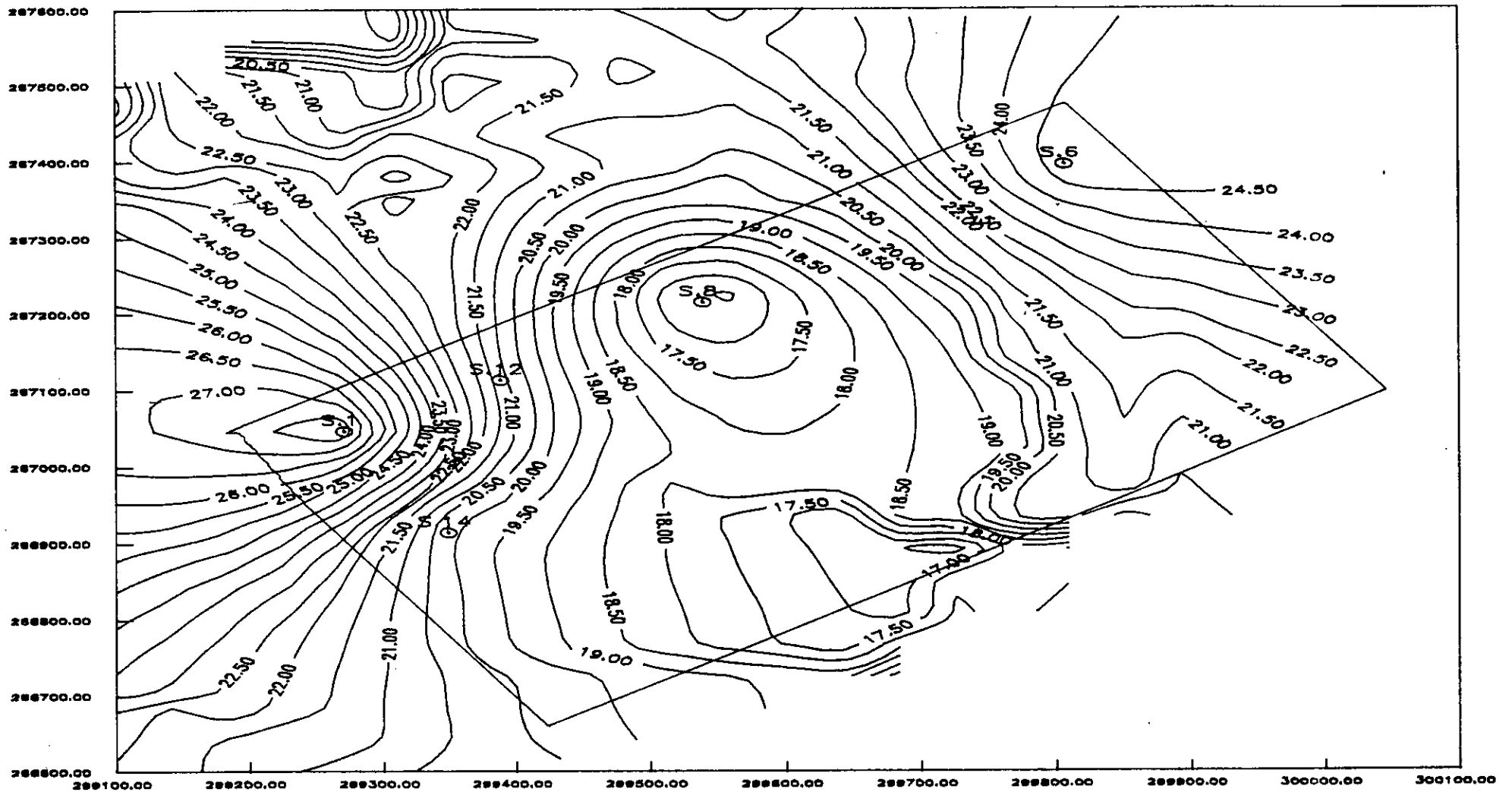
GISEMENT DE CALCAIRE

PLANS D'ISOTENEURS DES ELEMENTS CHIMIQUES CARACTERISTIQUES
(CaO et MgO) POUR LES NIVEAUX D'EXPLOITATION
(1015;1000;985 et 970 m)

CM.EASC-GISEMENT DE CALCAIRE (CAT.BI)-ISOTENEURS EN CaO (en %) -NIVEAU 1015m.



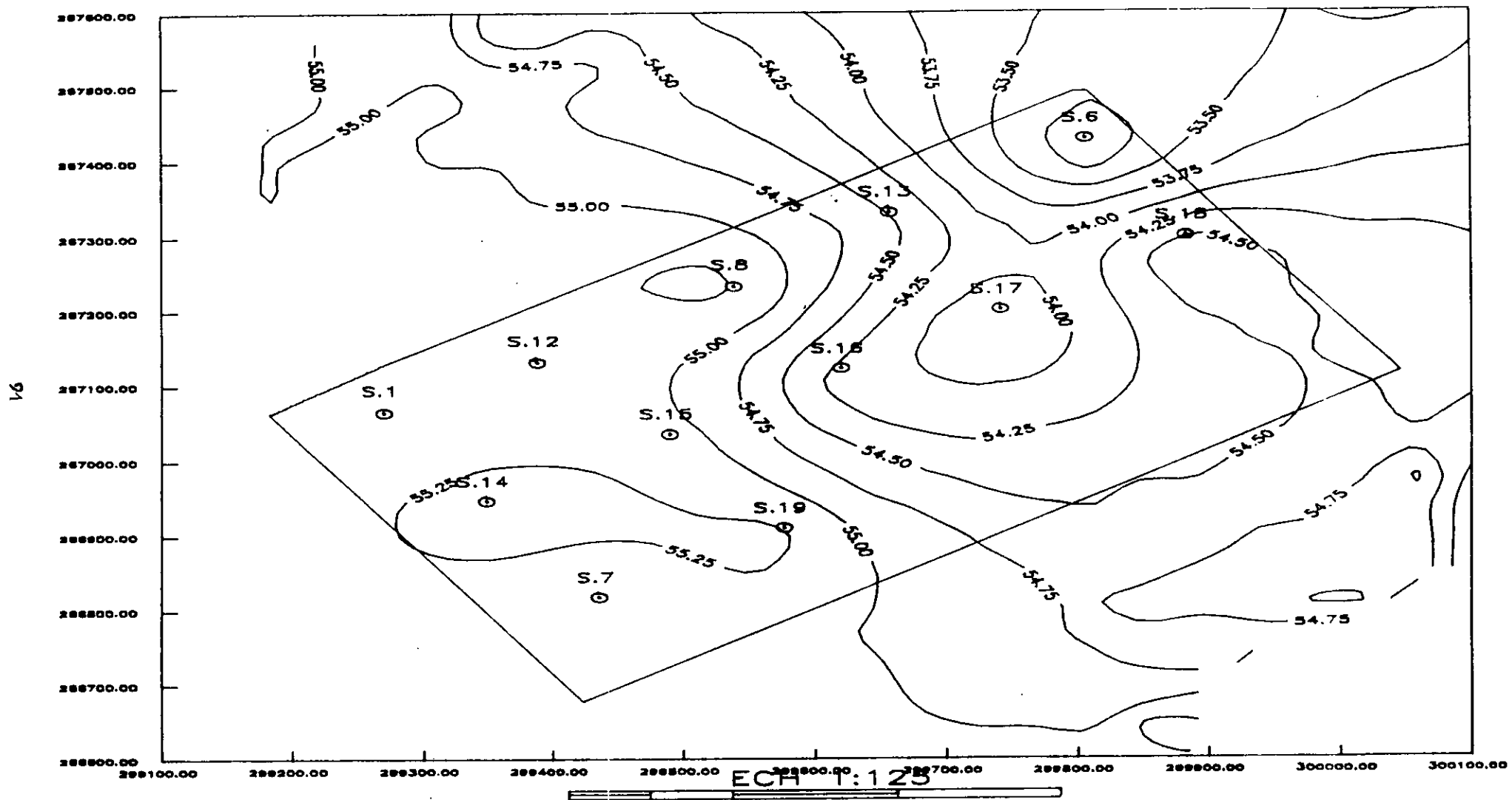
CM.EASC-GISEMENT DE CALCAIRE (CAT.BI)-ISOTENEURS EN MgO (en 10⁻²%)-- NIVEAU 1015m



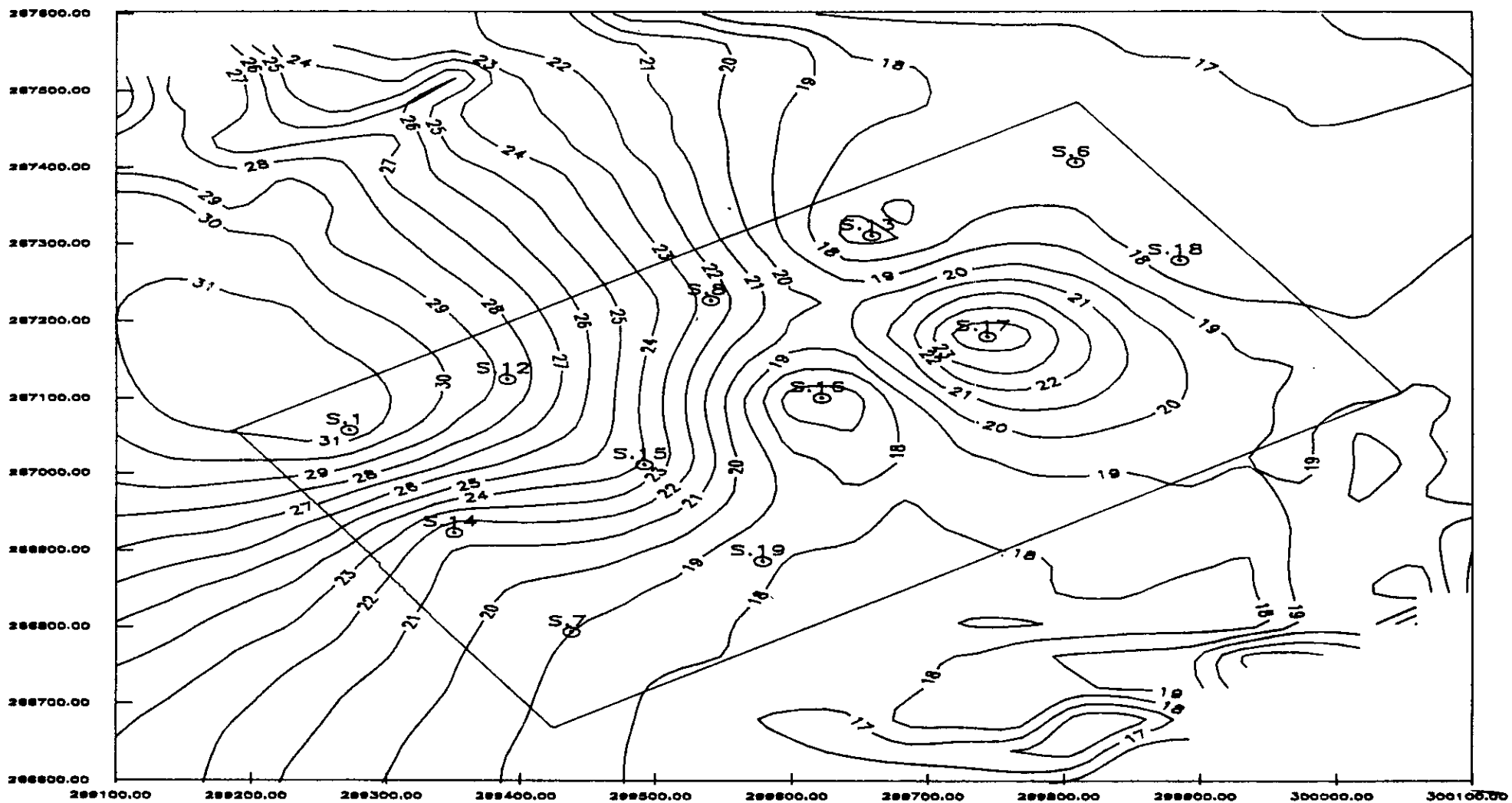
06

ECH 1:125

CM.EASC-GISEMENT DE CALCAIRE (CAT.BI)-ISOTENEURS EN CaO (en %) - NIVEAU 1000m.



CM.EASC-GISEMENT DE CALCAIRE (CAT.BI)-ISOTENEURS EN MgO (en 10⁻²%) - NIVEAU 1000m

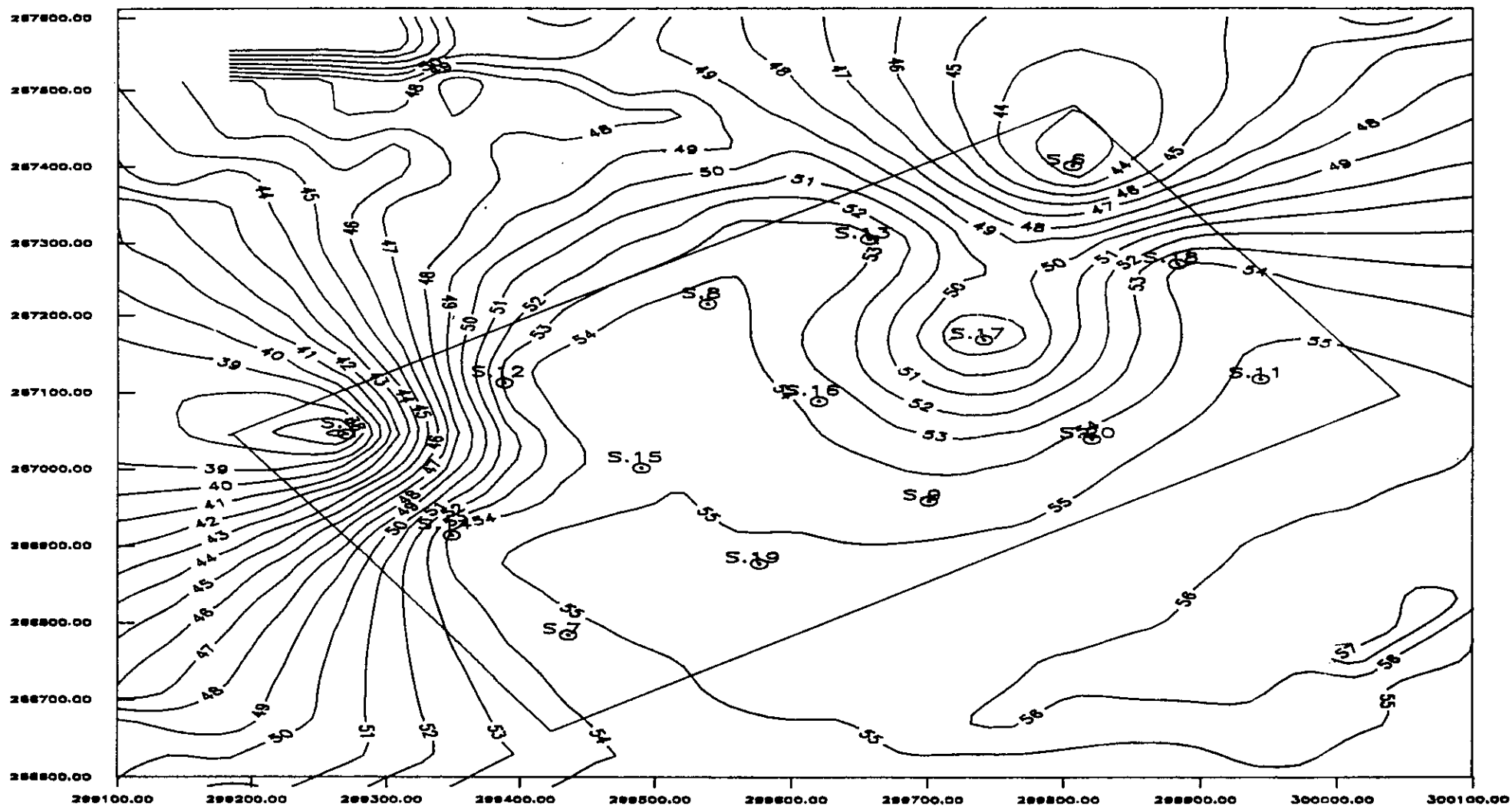


92

ECH 1:125



CM.EASC-GISEMENT DE CALCAIRE (CAT.BI)-ISOTENEURS EN CaO (en %) - NIVEAU 985m.

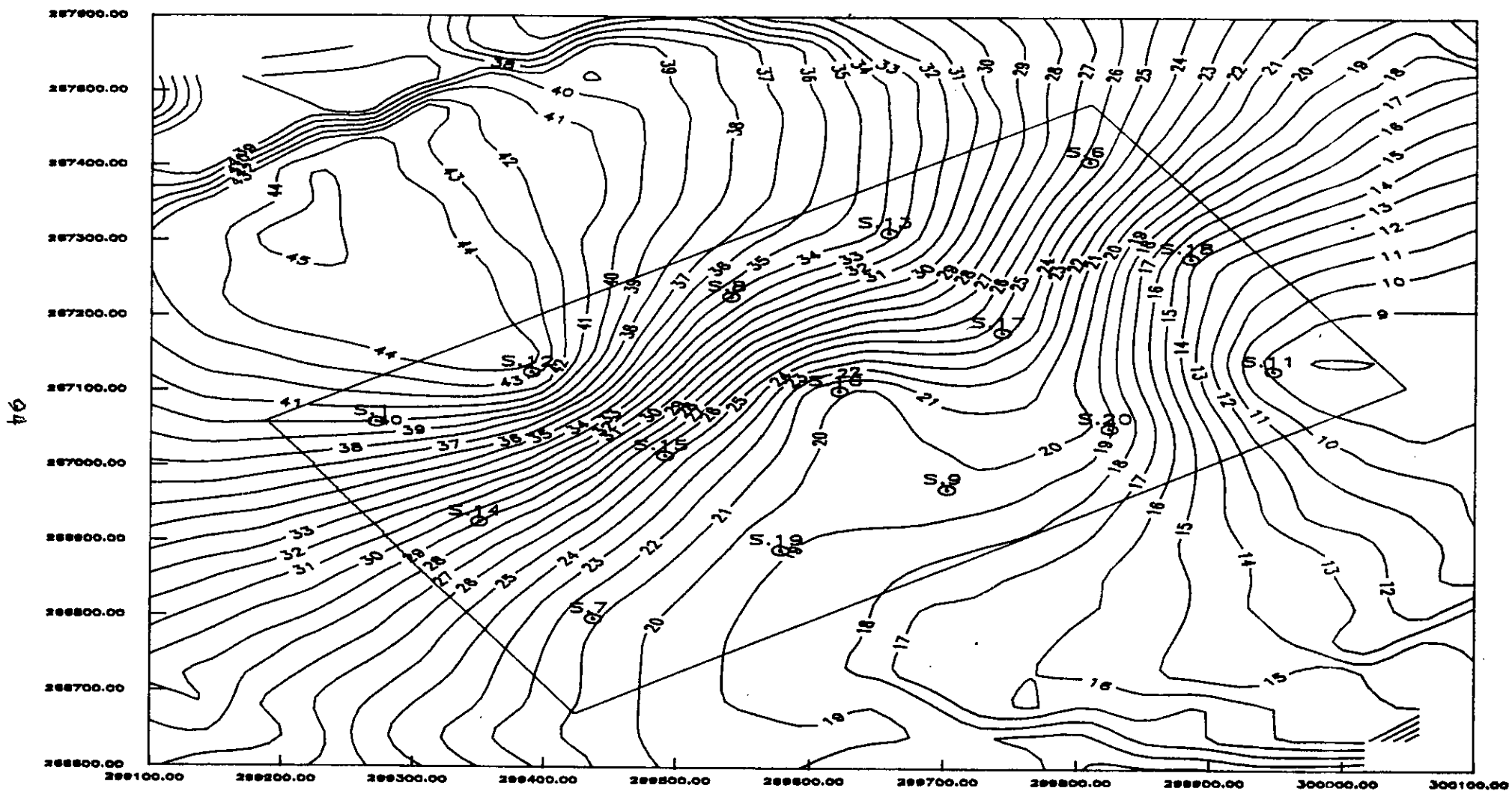


33

ECH 1:125

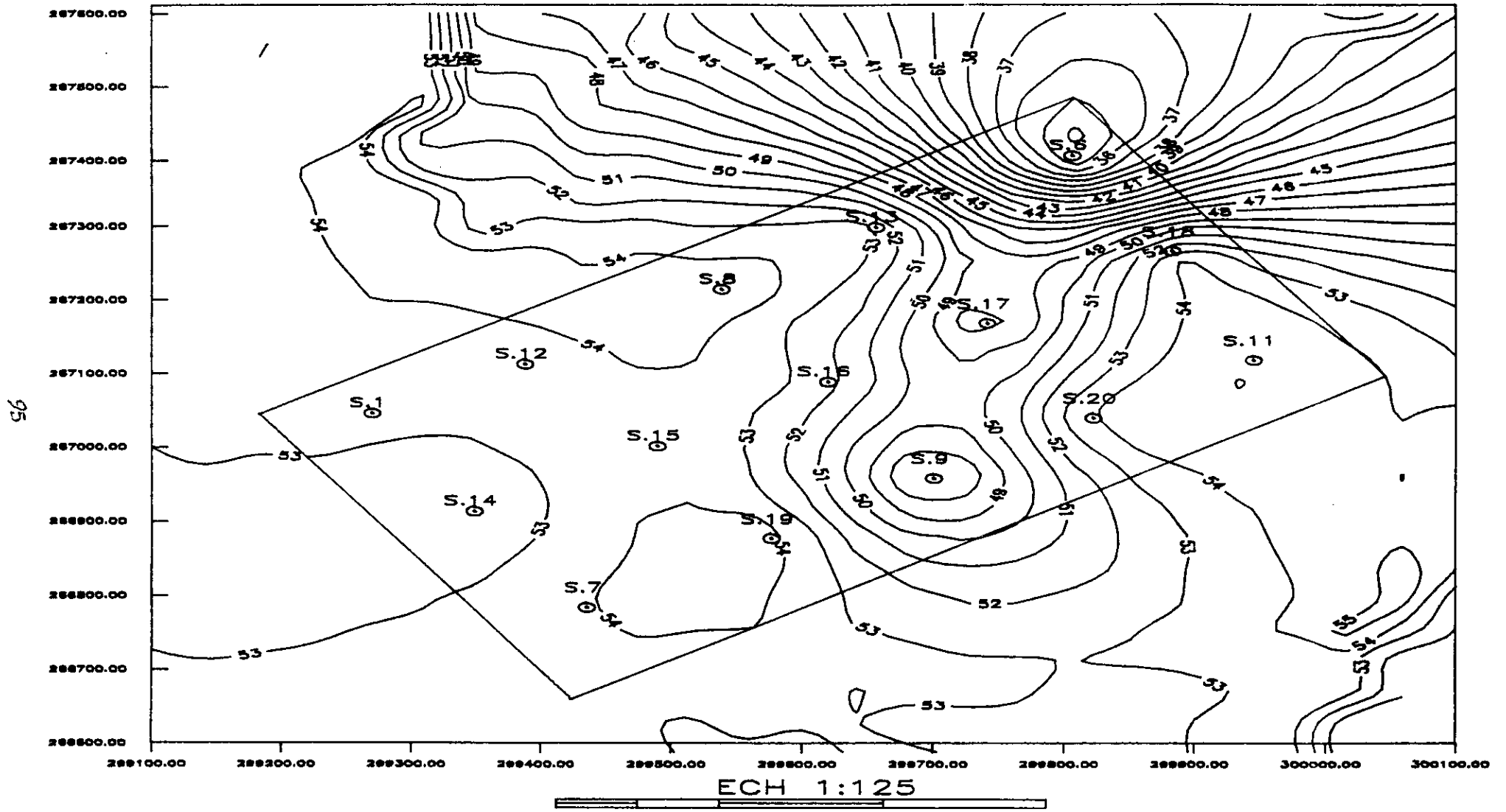


CM.EASC-GISEMENT DE CALCAIRE (CAT.BI)-ISOTENEURS EN MgO (en 10⁻² %) - NIVEAU 985m.



ECH 1:125

CM.EASC-GISEMENT DE CALCAIRE (CAT BI)-ISOTENEURS EN CaO (en %) - NIVEAU 970m.



95

CM.EASC-GISEMENT DE CALCAIRE (CAT.BI)-ISOTENEURS EN MgO (en 10⁻²%) - NIVEAU 970m.

