

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
 ÉCOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
 DEPARTEMENT GENIE MINIER



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
 Ecole Nationale Polytechnique

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
 BIBLIOTHEQUE — المكتبة
 Ecole Nationale Polytechnique

Ce mémoire intitulé :

ETUDE QUALITATIVE DU GISEMENT D'EL-KHROUB

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION

DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR POLYTECHNICIEN

(GÉNIE MINIER)

JUIN 2003

Présenté par : BOUMEZOUED NADJIM
 GUEZLANE HOCINE FIRAS

Rapporteurs : K. Omraci
 M.L. Baaziz (E.N.G)

Membre du jury :

M ^{elle} N. Boumbar.	présidente
Dr S. Chabou.	examinatrice
Dr. M.A. Bachar Assed	examinateur
Mr K. Omraci	rapporteur

DEDICACE

المدسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

On dédie ce travail à toutes les victimes du terrible séisme qui a frappé la région de Boumerdes le 21 mai 2003.

A mes très chers parent, ma sœur, mon beau-frère, ma famille, mes cousines de Annaba, à Nadjim, mes amis, mes camarades de classe et la famille de Boumezoued.

A mes parents, ma grande-mère, mes sœurs, mes frères et à toute la famille (Toufik, Karim, Hadda et Ouassila), ainsi qu'à Hocine et sa famille, à tous mes camarades et à tous mes amis.

A Benkhellat Hani, souad, le personnel de l'ENG et du CERAD.

Aux enseignants du département génie Minier et tous les enseignants de l'Ecole Nationale Polytechnique.

REMERCIEMENTS

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
المكتبة — BIBLIOTHEQUE
Ecole Nationale Polytechnique

L'accomplissement de ce projet a été possible grâce a la collaboration de ENG, ainsi qu'à l'aide accordée par nos promoteurs.

Merci à Mr BAAZIZ Mohamed Lamine

pour sa générosité, son dévouement, sa patience et pour ses commentaires judicieux et sa passion scientifique.

Merci à Mr K. OMRACI

Pour sa participation a la réalisation de ce projet

Merci à Dr S. CHABOU

Pour sa collaboration et sont aide pour la réalisation de notre projet.

Merci à M^{elle} N. BOUMBAR

Pour sa collaboration, ses remarques et l'orientation de notre projet.

Nous tenons aussi à remercier Dr CHANANE, Mr. CHABOU et Dr M.A. Bachar pour leur soutien et aide.

ملخص:

إن من إعداد هذا البحث هو إنجاز مشروع استغلال الكربونات الكالسيوم المقطع الكاسي بي الخروب لتمويل مؤسسة الحصى, و من خلاله نبرز إمكانيات المستعملة و الوضع الحالي لهذا المقطع , و تحديد المناطق التي تشكل نسبة ممتازة من الكربونات الكالسيوم , من أجل استغلاله لتمويل المصنع.

مفتاح الكلمات : محجر , كورونات الكالسيوم, مشروع استغلال موجه.

Résumé :

Le but de cette étude est la réalisation d'un projet d'exploitation orienté dans la carrière du gisement de calcaire d'El-Khroub, en se basant sur les résultats de l'étude qualitative.

Mots clés : carrière, carbonate de calcium, exploitation orienté.

Abstract:

The goal of this survey is the realization of an exploitation project in the career of layer of El-Khroub, for the feeding of the factory of carbonate of calcium, on the basis of last project.

Key Words: career, carbonate of calcium, exploitation project.

TABLE DES MATIERES

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

DEDICACE	I
REMERCIEMENTS.....	II
RESUME.....	III
TABLE DES MATIERES.....	IV
LISTE DES TABLEAUX.....	XII
LISTE DES FIGURES.....	XIII
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS.....	IX
LISTE DES ANNEXES.....	X
CHAPITRE I INTRODUCTION GENARALE	
1.1 Présentation du carbonate de calcium	1
1.2 Place et importance du carbonate de calcium pour l'entreprise ENG.....	2
1.3 Le problème posé.....	2
1.4 Démarche pour une résolution qualitative	3
CHAPITRE II HISTORIQUE - LES ETUDES PRECEDENTES	
2.1 Campagne de prospection et de recherche 1975 – 77	5
2.1.1- Travaux de terrain.....	5
2.1.2- Travaux de laboratoire.....	5
2.1.3 Conclusion.....	6
2.1.4- Etude du projet d'exploitation des agrégats (1979)	6
2.2- Campagne de 1991 - Etude CaCO ₃ du gisement d'El-Khroub	6
2.2.1- Travaux de terrain.....	6
2.2.2- Travaux de laboratoire.....	7
2.2.3- Conclusion.....	8
2.3 Etude qualitative du gisement d'El-Khroub & Exploitation orientée.....	9
CHAPITRE III GEOLOGIE DU GISEMENT	
3.1 Situation géographique	10
3.2 Géomorphologie	11
3.3 Hydrographie	11
3.4 Conditions climatiques	11
3.5 Genèse.....	11
3.6 Géologie régionale.....	15
3.7 Cadre litho stratigraphique.....	15
3.8 Tectonique de La région.....	15
3.8.1 Phase tectonique Crétacé.....	15
3.8.2 Phase fin-Lutétienne (Eocène)	15
3.8.3 Phase Miocène.....	15
3.8.4 Les phases tectoniques Plio-Quaternaire.....	15
CHAPITRE IV LES ETUDES ANTERIEURS	
4.1 Etude structurale.....	17
4.1.1 But de l'étude	17
4.1.2 travaux réalisés.....	17
4.1.3 Carte linéamentaire.....	17
4.1.4 Description de la fracturation du gisement.....	19
4.1.4.1 Les décrochements.....	19
4.1.4.2 Les diaclases.....	21

4.1.4	Description de la fracturation du gisement.....	19
4.1.4.1	Les décrochements.....	19
4.1.4.2	Les diaclases.....	21
4.1.4.3	Les stylolithes.....	22
4.1.5	Interprétation des résultats.....	23
4.1.6	Conclusion.....	25
4.2	Travaux de sondages carottés.....	26
4.2.1	But de l'étude.....	26
4.2.2	Travaux réalisés.....	26
4.2.3	Principe de mesure – Mise en oeuvre.....	27
4.2.4	Interprétation des résultats.....	28
4.3	Travaux de laboratoire.....	29
4.3.1	But de l'étude.....	29
4.3.2	Les essais physiques.....	29
4.3.3	Les analyses chimiques.....	29
4.3.4	Résultats des travaux de laboratoire.....	31
4.4	Prospection géophysique.....	32
4.4.1	Prospection sismique.....	32
4.4.1.1	But de l'étude.....	32
4.4.1.2	Principe de mesure - Mise en oeuvre.....	33
4.4.1.3	Observations.....	34
4.4.1.4	Conclusion.....	34
4.4.2	Prospection électrique.....	35
4.4.2.1	But de l'Etude.....	35
4.4.2.2	Principe de mesure - Mise en oeuvre.....	36
4.4.2.3	Observations.....	38
4.4.2.4	Conclusion.....	39
CHAPITRE V : ETUDE QUALITATIVE		
5.1	Etude statistique.....	40
5.1.1	Introduction.....	40
5.1.2	Recherche des paramètres influent sur la blancheur.....	41
5.1.3	Histogramme des teneurs en Fe_2O_3	42
5.1.4	Relation entre la blancheur et la teneur en Fe_2O_3	44
5.1.5	Estimation de la blancheur des sondages de la campagne 1991.....	46
5.2	Etude qualitative.....	47
5.2.1	But de l'étude.....	47
5.2.3	Présentation de GDM.....	47
5.2.4	Principe de travail – Mise en oeuvre.....	47
5.2.4.1	Base de données GDM.....	48
5.2.4.2	Traitement des données.....	48
5.2.5	Interprétation des résultats.....	49
5.2.6	Calcul des réserves exploitables.....	50
CHAPITRE VI : EXPLOITATION ORIENTEE		
6.1	Application – Mise en oeuvre.....	52
6.2	Données de base de l'Exploitation orientée.....	52
6.2.1	Emplois du temps.....	52
6.2.2	Capacité installée.....	53
1.	Abatage.....	53

2. Travaux de défonçage.....	53
3. Foration et tir.....	54
3.1 Chariot de forage.....	54
3.2 Sondeuse.....	55
4. Chargement	55
5. Roulage	55
6. Concasseur Agrégats	56
7. Concasseur Carbonate de calcium Primaire.....	56
8. Concasseur Carbonate de calcium secondaire.....	56
6.3 Exécution des travaux.....	58
6.3.1 Première phase	58
6.3.2 Deuxième phase.....	61
6.3.3 Troisième phase.....	62
6.3.4 Quatrième phase	64
6.3.5 Cinquième phase.....	66
6.4 Conclusion.....	69
CONCLUSION	70
Bibliographie	72
ANNEXES	73

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1	Importance du carbonate de calcium pour l'entreprise	2
Tableau 1-2	Dégradation de la blancheur des produits commercialisés au fil des années d'exploitation.....	3
Tableau 4-1	Coordonnées Lambert et profondeur des sondages carottées de la campagne 2002.....	27
Tableau 4-2	Coordonnées Lambert et profondeur des sondages carottés de la campagne 1991.....	27
Tableau 4-3	Paramètres du dispositif électrique.....	36
Tableau 5-1	Relation entre les classes de Fe_2O_3 et la blancheur moyenne associée....	44

LISTE DES FIGURES

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
 المكتبة — BIBLIOTHEQUE
 Ecole Nationale Polytechnique

Figure 1.1 Variation - instabilité de la blancheur.....	2
Figure 3.1. Plan de situation du gisement d'El-Khroub.....	10
Figure 3.2. Carte géologique de la région d'El-Khroub (IN VILA, 1977)	14
Figure 3.3. Différentes phases tectoniques dans la région de Constantine.....	16
Figure 4.1 Carte linéamentaire et photo aérienne de la région d'El-Khroub.....	18
Figure 4.2 Rosace linéamentaire.....	19
Figure 4.3 karsts caverneux dans les calcaires gris clairs (cm`').....	20
Figure 4.4 Couloir de faille CAII remplie d'argile ferrugineuse.....	21
Figure 4.5 Rosace directionnelle des diaclases.....	22
Figure 4.6 Eléments structuraux observés sur les éléments de carotte.....	23
Figure 4.7. Carte structurale du gisement d'El-Khroub.....	24
Figure 4.8. Implantation des sondages carottés	26
Figure 4.9. Mise en caisse des carottes de sondage.....	28
Figure 4.10. Schéma de préparation et de traitement des échantillons de carottes.....	30
Figure 4.11. Localisation des bases sismiques dans le gisement.....	32
Figure 4.12. Dispositif de la sismique réfraction.....	33
Figure 4.13. Localisation des stations des mesures électriques.....	35
Figure 4.14. Dispositif Schlumberger.....	37
Figure 4.15. Résultats de l'étude sous forme de coupe de résistivité.....	39

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

B	: Réserves sûres – Bull Dozer
BLL	: Blancheur suivant l'échelle L
BLY	: Blancheur suivant l'échelle Y
Ch	: Chariot de forage
C1	: Réserves possibles
CAI	: Couloir de faille numéro 1
CAII	: Couloir de faille numéro 2
Cm'	: Calcaires cénomanien moyen inférieur - gris foncé
Cm''	: Calcaires cénomanien moyen supérieur – blanc - gris clair
G.D.M	: Logiciel de Gestion des données minières
D	: Dumper
L	: Echelle de blancheur suivant l'échelle "L"
L1	: Linéament 1
L2	: Linéament 2
N10	: Direction suivant le Nord de 10°
P	: Profil – Pelle Chargeuse
Ra	: Résistivité apparente
X0	: Echantillon traité - image de X3
X3	: Echantillon in situ
Y	: Echelle de blancheur suivant l'échelle "Y"
ZI	: Zone N°1 favorable à l'exploitation du CaCO ₃
ZII	: Zone N°2 favorable à l'exploitation du CaCO ₃
Mt	: Millions de tonnes
m	: Mètre
S	: Sondage – Sondeuse DM25
g	: Gramme
ddp	: Différence de potentiel
I	: Intensité du courant
ha	: Hectare
μ	: micron

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE I	: Résultats des analyses chimiques et les Logs de sondages carottés.....	73
ANNEXE II	: Courbes des iso - teneurs par plancher d'exploitation.....	97
ANNEXE III	: Tableaux des reserves exploitables.....	103
ANNEXE IV	: Chronologie d'exploitation et les plans d'exploitation par phase.....	104
ANNEXE V	: Notes de calcul d'exploitation.....	106

CHAPITRE I

INTRODUCTION

1.1 Présentation du carbonates de calcium

Formule chimique : CaCO_3

État naturel :

Teneurs moyennes de l'écorce terrestre : 4 % en Ca, 7 % en CaCO_3 .

- Le calcium est surtout présent sous forme carbonatée, CaCO_3 (principalement calcite, aragonite) dans des roches calcaires (plus de 50 % de CaCO_3), des dolomies (contenant de la dolomite, $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$), des marnes (calcite et argile).

- Calcaires particuliers : craie (90 à 98 % de CaCO_3), castine (fondant utilisé en sidérurgie, métallurgie, verreries...), stalactites, stalagmites, marbre...

- Les dépôts de calcaire abondent presque partout dans le monde. Les roches calcaires représentent 20 % des roches sédimentaires. Le calcaire est extrait à ciel ouvert. Une partie du calcaire extrait est employé comme granulats entrant dans la composition des bétons, la structure des chaussées...

Utilisation :

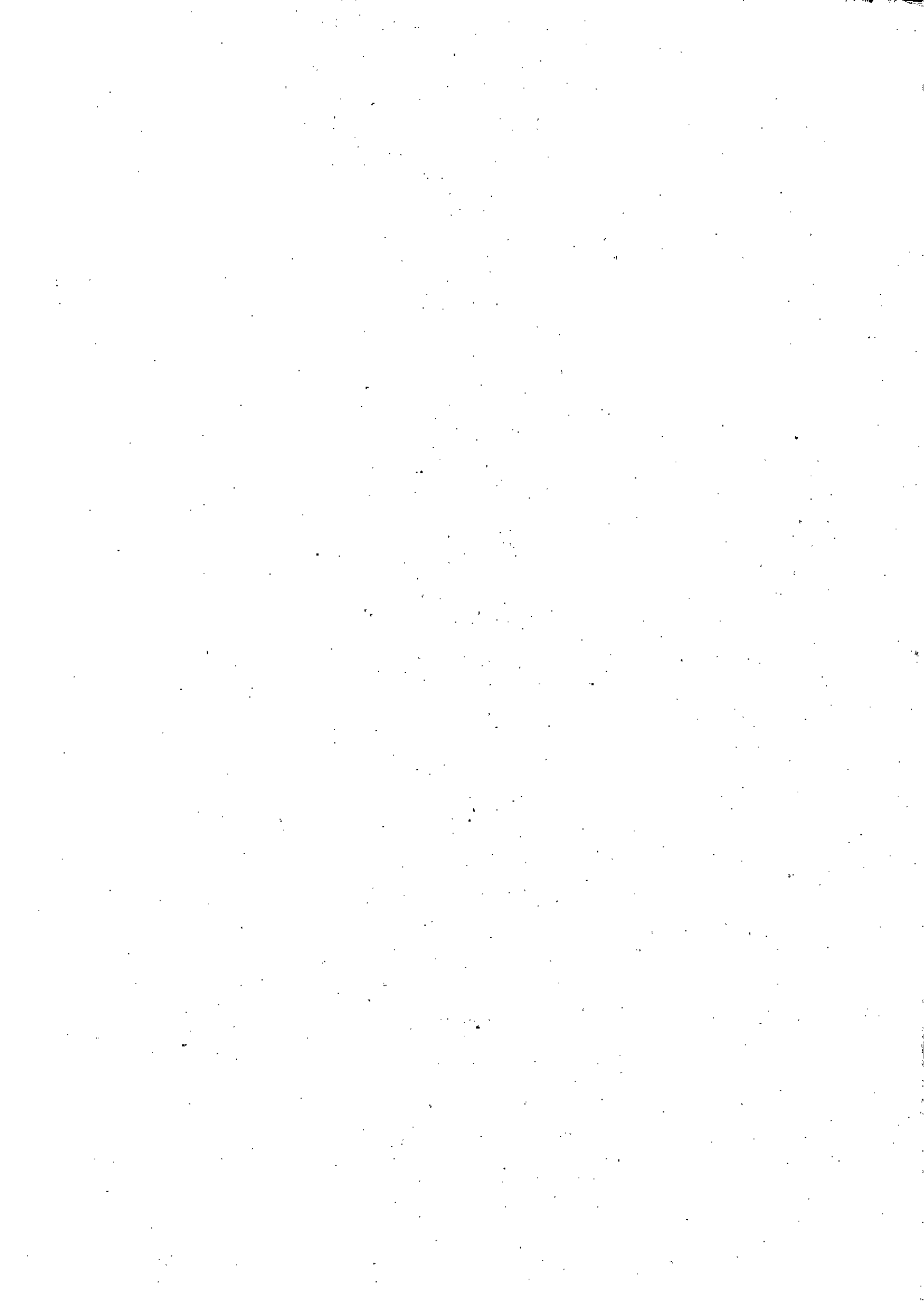
-Le carbonate naturel :

Castine pour la sidérurgie	Castine pour d'autres industries
Calcaire pour verreries et céramiques	Calcaire Surdosé de Cimenteries
Calcaire pour routes	Calcaire pour amendements des sols
Calcaire pour la production de Chaux	Calcaire pour autres usages

- Le carbonate synthétique est utilisé comme charge blanche dans l'industrie du papier (75 % de la consommation), des peintures, des plastiques et du caoutchouc.

Utilisations particulières :

- Sidérurgie : Le CaCO_3 , appelé castine est ajouté, comme fondant, au minerai et au coke dans le gueulard du haut fourneau, afin de faciliter la fluidité du laitier, par formation de silicates ou silicoaluminates de calcium.



- Amendement agricole : sous forme de CaCO_3 (apport compté en CaO). Permet d'apporter les ions Ca^{2+} consommés par les récoltes, de diminuer l'acidité des sols et d'améliorer le travail du sol.

- Désulfuration : introduit, finement broyé, avec le charbon lors de sa combustion dans des centrales thermiques. Permet d'éliminer jusqu'à 95 % du soufre qui serait émis sous forme de SO_2 .

1.2 Place et importance de carbonates de calcium pour l'entreprise ENG

Depuis sa mise en exploitation l' ENG fourni divers industries consommatrices de carbonates de calcium représenté par 2 400 clients .

La production installée de 100 000 T/an ne cesse de progresser et est porté aujourd'hui à plus de 150 000 T/an à tel point que l'entreprise ENG envisage même de doubler sa production installée.

Activités	Volume	Volume %	Ca%	% Entreprise
Verre	1200	1,1	1,3	21,4
Carreau granito	64500	60,3	26,8	
Peinture & dérivés	39400	7,3	65,3	
Plastique	1500	1,3	5,1	
Autres application	300	0,3	1,5	
Total	106900	100	100	

Tableau 1-1 Importance de carbonates de calcium pour l'entreprise

Lequel, carbonate représente à lui seul 21.4 % de son chiffre d'affaire

1.3 Le problème posé

Le problème posé par l'unité de carbonate de calcium est l'irrégularité criarde de la blancheur de ses produits. Comme le montre le graphe ci contre, les rapports et statistiques d'exploitation.

Dans les conditions actuelles d'exploitation, il est quasiment hasardeux de parier au terme de qualité sur une quelconque blancheur (Figure 1.1)

Des rapports de laboratoire, on y relève des valeurs de blancheur en dents de scie fluctuant entre 81 et 87% comme il y a eu un maximum de 89% et un rejet total de la production.

Le suivi de la qualité des produits carbonate de calcium, a montré des fluctuations de la blancheur à tel point, que l'unité s'est vue contrainte de rejeter toute une

production de poudre (rapport de clôture Unité Carbonate) suivi encore à mainte reprises de refus de tout venant au poste du primaire.

De plus l'observation statistique au cours des années d'exploitation (tableau ci-dessous) a montré au fil des ans une dégradation continue de la blancheur des produits commercialisées, qualité première exigée par les industries de peintures et carreaux granito, clients potentiels qui ne demandent que du blanc et qui représentent 97% en volume de la production vendue et 92% du chiffre d'affaire de l'unité carbonate de calcium.

ANNEE	PRODUITS			
	UF5	UF10	F15	F20
1996	92	91	90	-
1997	89	87	86	85
1998	88	88	86	84
1999	88	87	86	81
2000	87	86	84	84

Tableau 1.2 Dégradation de la blancheur des produits commercialisés au fil des années d'exploitation

A ces résultats négatifs de la blancheur :

- Instabilité de la blancheur
- Dégradation de degré de blancheur

Et problèmes de production :

- Rejet de la production
- Refus du Tout venant de carrière

La reconsidération de la qualité du gisement s'avère nécessaire

1.4 Démarche pour une résolution qualitative

La reconsidération de la qualité du gisement concernera :

Du point de vu géologique : La particularité structurale du gisement

Du point de vu connaissance

du sous sol : Prospection géophysique

Une troisième campagne étendue de sondages

Du point de vu connaissance

qualité du matériau : Analyse chimique systématique

Lecture de blancheur systématique sur le même Echantillon

CHAPITRE II

HISTORIQUE - LES ETUDES PRECEDENTES

2.1 Campagne de prospection et de recherche 1975 – 1977

Une campagne de prospection a été entreprise par la DREG (Direction de la recherche et des Etudes Géologiques) de la SNMC en mars et avril 1975.

Lors de cette campagne il a été mis en évidence plusieurs indices de calcaires, dont les plus perspectifs sont ceux d'El-Khroub, de Djebel Mazela et de Sigus.

Une deuxième campagne de prospection a été relancée par la DREG en avril et mai 1977 particulièrement sur les calcaires du crétacé d'El-Khroub.

L'objectif technique de cette étude était :

- De prospecter et de rechercher autour de Constantine et dans un rayon de 50 Km, de la matière première apte à la production d'agrégats pour sont utilisation en béton et la construction routière.
- D'évaluer des réserves supérieures à 50 Mt afin d'assurer l'alimentation d'une Unité de production d'agrégats d'une capacité de 1 Mt /an pendant au moins 50 ans.

2.1.1 Travaux de terrain

- Levé topographique – 100 ha
- Campagne de sondages carottés - 8 sondages totalisant 712.5 m
- Prélèvement d'échantillons d'affleurement et de surface : 37 échantillons

2.1.2 Travaux de laboratoire

- Essais phisico-mécaniques
 - Poids volumique : 208 échantillons - 2,593 g / cm³
 - Poids spécifique : 96 - 2,714 g / cm³
 - Absorption d'eau : 96 - 0,90 %
 - Porosité : 96 - 4,5 %
 - Essai Los Angeles : 15 - 16,97 %
 - Rendement d'agrégat : 15 - 76,52 %
- Analyse chimique à 8 éléments – 15 échantillons

Note :

Les essais de laboratoire n'ont particulièrement visé que l'aspect agrégat et sur les 8 sondages, les essais chimiques n'ont été effectués que sur des échantillons irréguliers des sondages N° 1, 2 & 8.

2.1.3 Conclusion

Au cours de cette campagne sur le gisement retenu par son exploitation, deux types de calcaires ont été reconnus.

- Les calcaires cm', gris foncé.
- Les calcaires cm'', gris clair à blanc, marbré, dur.

Les réserves de ces calcaires sont évaluées à 72,1 Mt (En catégorie B) et à 58,3 Mt (en catégorie C1), qualitativement la matière est convenable pour la fabrication d'Agrégats et pour la construction Routière et avec un fonctionnement suffisant d'une capacité de production de 1 Mt pendant plus de 60 Ans.

2.1.4- Etude du projet d'exploitation des agrégats (1979)

Le projet d'exploitation a été élaboré en 1979 et prévoyait l'exploitation du gisement entre les côtes 840 et 735 mètres.

L'estimation des réserves des calcaires entre ces deux niveaux faite par la méthode des coupes géologiques a donné un volume de 130.4 Millions de tonnes.

2.2- Campagne de 1991 - Etude CaCO₃ du gisement d'El-Khroub

En 1991 à la demande de l'ENG, le même gisement a été repris par l'UREG pour voir s'il serait possible d'utiliser ces mêmes calcaires en temps que matière première pour la production de poudre de Carbonate de calcium.

2.2.1- Travaux de terrain

Sur la base des résultats d'analyses chimiques des études précédentes la zone étudiée a été sélectionnée de par sa position éloignée de toute fracture tectonique donc supposée loin de toute possibilité de zones oxydées.

Pour l'estimation qualitative et quantitative des calcaires de la zone retenue, quatre sondages carottés S21, S22, S23, S24 totalisant 250 mètres et 2 sondages destructifs à la sondeuse DM25 SDM25 et SDM26 ont été réalisés suivant une maille rectangulaire de 200 x 200 mètres.

2.2.2- Travaux de laboratoire

- Analyses chimiques sur 13 éléments 35 échantillons
- Lecture de Blancheur. 2 échantillons
- Essais physico-mécaniques 5 échantillons
- Analyse pétrographiques-lames minces 2 échantillons

Les caractéristiques physico-chimiques des calcaires ont donné les résultats suivants :

- Poids volumique : 2,593 g / cm³
- Poids spécifique : 2,714 g / cm³
- Absorption d'eau : 0,90 %
- Porosité : 4,5 %
- Essai Los Angeles : 15,1 %

Les analyses chimiques ont donné :

Pour les 4 sondages « Carbonate de calcium » S21, S22, S23 et S24

SiO ₂	de	0.07	à	1.76	Moyenne	0.34	σ	0.33
Al ₂ O ₃		0.01		0.87		0.16		0.21
Fe ₂ O ₃		0.01		0.8		0.12		0.14
CaO		52.15		55.98		55.30		0.81
CaCO ₃		93.12		99.96		98.74		1.08

Quant à la blancheur, des tests sur deux échantillons (**seulement**) broyés à moins de 63 microns dans un broyeur de laboratoire en céramique à donné un titre de 89% par rapport au sulfate de baryum.

(Rapport –Projet : Poudre de Carbonate de Calcium d'El-Khroub Rapport Géologique).

2.2.3- Conclusion

De même que pour les calcaires étudiés dans le cadre du projet d'agrégats, les couches formant cette zone sont représentées par des calcaires massifs d'une épaisseur de 60 mètres d'âge Crétacé, avec une couleur blanche à blanche – grisâtre.

L'estimation des réserves de calcaire de la zone des quatre sondages étudiée étendue par extrapolation sur une surface plus large de 600 x 600 m² a été faite à l'aide du logiciel de gestion des données minières GDM du BRGM, et a donné un volume de 59.825.232 tonnes.

L'étude a conclu : (Rapport –Projet : Poudre de Carbonate de Calcium d'El-Khroub Rapport Géologique) que :

" au vu des résultats obtenus par la présente étude (1991) on peut dire que la zone étudiée limitée par les sondages 21 à 24 peut être exploitée sans problème pour la production de poudre de carbonate de calcium pour différents types de l'industrie (peintures , aliments du bétails, industries pharmaceutiques, etc...)".

Il n' y pas eu de projet d'exploitation spécifique, l'exploitation de la carrière agrégats a été reconduite en l'état.

2.3 Etude qualitative du gisement d'El-Khroub & Exploitation orientée

La première étude de 1991 menée dans le cadre du projet carbonate de calcium a montré ses insuffisances. Ainsi, les 4 sondages carottés noyés dans une surface de 36 ha, ne peuvent à eux-mêmes être extrapolés pour une exploitation qualitative.

Cette étude s'est bornée à donner les réserves géologiques et le caractère chimique du matériau, les mesures de blancheur n'ont pas été exécutées. L'observation des divers rapports relatant la qualité des produits carbonate de calcium, a montré qu'au fil du temps une dégradation du titre de la blancheur à tel point, que l'unité s'est vue contrainte à un moment donné de rejeter toute une production de la poudre de carbonate de calcium.

Ceci a conduit l'entreprise ENG à reconsidérer le gisement d'El-Khroub dans tout son ensemble par une étude qualitative et quantitative comportant les études suivantes :

- Etude Structurale
- Travaux de sondage carottés
- Travaux de laboratoire
- Travaux géophysiques de surface
 - Prospection sismique (Sismique réfraction).
 - Prospection électrique (Dispositif Schlumberger).
- Etude qualitative et statistique
- Elaboration du projet d'exploitation orientée

CHAPITRE III

GEOLOGIE DU GISEMENT

3.1 Situation géographique

Le gisement d'El-Khroub se situe à 30 Km au Sud-Est de la wilaya de Constantine et à 10 Km de la Daïra D'El-Khroub, il fait partie de la zone industrielle de Bounouara (Figure 3.1), dont les coordonnées Lambert rapportées au centre du gisement sont :

X= 866.100

Y= 334.960

Z=1180 m

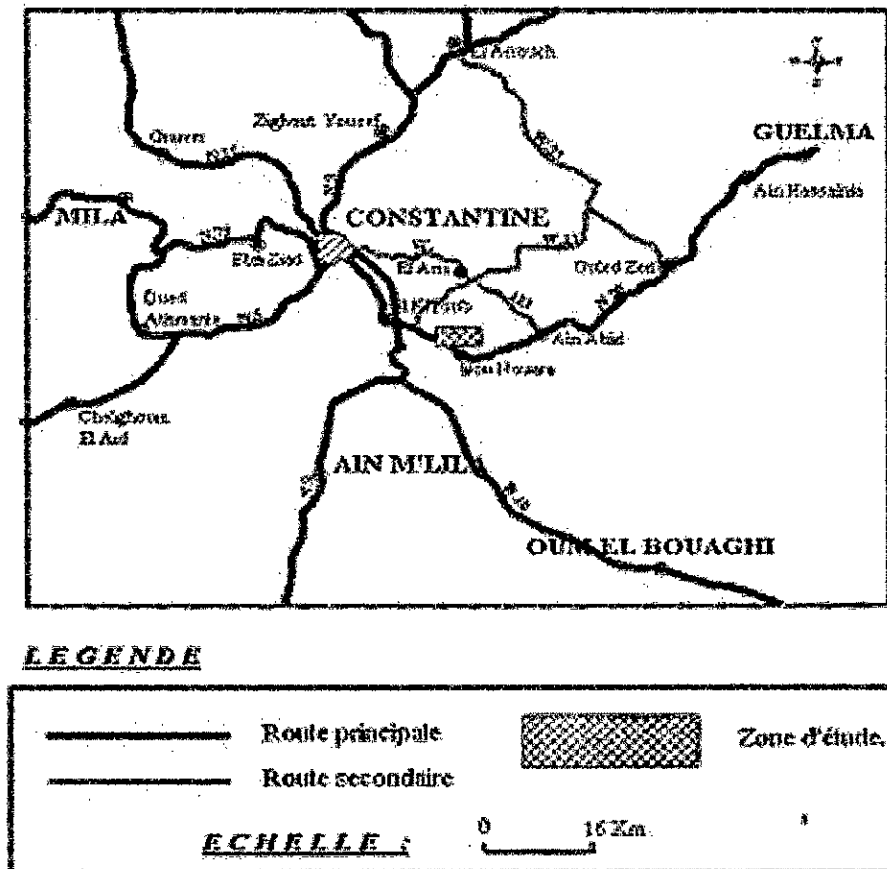


Figure 3.1. Plan de situation du gisement d'El-Khroub

3.2 Géomorphologie

Le gisement de calcaire d'El-khroub constitue un massif montagneux qui culmine à plus de 1000 m d'altitude. Les formations du gisement sont datées du Crétacé moyen, représentées par des bancs de calcaires appartenant à une terminaison périclinale très fracturée et altérée.

Ce massif calcaire présente deux lignes de crêtes orientées NNE-SSO qui se joignent au Nord, Celles-ci sont séparées par un talweg qui est limité par des oueds.

3.3 Hydrographie

Le réseau hydrographique de cette région est dense, les plus importants oueds de cette région sont Oued Rhumel et Oued El-barda qui coulent presque toute l'année.

3.4 Conditions climatiques

Le climat de la région d'El-Khroub est caractérisé par des hivers froids et secs et des étés chauds et secs, avec des précipitations qui atteignent 1000 mm/an sur les reliefs.

3.5 Genèse

La genèse du gisement de calcaire d'El-Khroub appartient aux faciès marins du crétacé moyen. Cela est confirmé par la présence de fossiles. La structure micro-cristalline d'une partie des calcaires témoigne du dynamo- métamorphisme que l'assise carbonatée avait subi.

3.6 Géologie régionale

Les séries néritiques constantinoises sont subdivisées en trois groupes :

1. Les massifs du groupe Nord oriental.
2. Les massifs du groupe central.
3. Les massifs du groupe méridional.

Le Djebel Oum Settas fait partie du groupe central de cette série néritique constantinoise dont fait partie le rocher de Constantine selon VILA (1980).

Ainsi, les massifs du groupe central apparaissent à la faveur de deux types de structures :

- Des bombements tardifs qui déforment leur contact supérieur avec les nappes telliennes.
- Des failles sub-verticales qui recouperent ces contacts.

Le gisement d'El-Khroub est situé sur une terminaison périclinale de l'aile Sud Ouest de la grande structure anticlinale du Djebel Oum Settas, orientée globalement Nord Est - Sud Ouest.

Les pendages des couches varient de 25° à 30° vers le Sud Ouest et une direction allant de N120 à N140.

3.7 Cadre litho stratigraphique

Stratigraphiquement le gisement d'El-Khroub est constitué par des roches carbonatées des dépôts marins du crétacé moyen et inférieur, les alluvions quaternaires ne sont observées qu'au pied de la colline au-delà des limites du gisement étudié (Figure 3.2).

- Crétacé

- **Barrémien (n4n)** : il est formé par des calcaires à débris de coquilles et à oolithes.
- **L'aptien (n5n)** : Il est formé par des calcaires de teinte grise claire ou bleutée et à débris de bivalves.
- **Albo-vraconien (an)** : L'Albo-vraconien est formé par des marnes légèrement phosphatées.
- **Cenomanien (cm)** : Principale formation de la zone étudiée, elle se divise en 2 formation notées Cm' et Cm".
 - o **Le cm'** : crétacé moyen inférieur :
est représentée par des calcaires gris foncés, massifs et à grains fins.
 - o **Le cm"** : Crétacé moyen supérieur:
il est représentée par des calcaires gris clairs , à grains fins. comporte des calcaires massifs, cristallins, blanchâtres à Ichthosarcolithes bicarinatus, Sphaerucaprina, Eoradolites, orbitélaire, Lenticularis, concava, Bryozoaires, Coraux et Algues.

-**Turonien (TN)** : Il est constitué de calcaires récifaux blanchâtres et de calcaires parfois oolithiques.

- **Sénonien supérieur (CC) et (SB)** : Il est marno-calcaires, parfois conglomératique. Il débute par un niveau de marne grise à jaunâtre à galets surmonté par un niveau de calcaire biomicritique livrant une abondante microfaune.

- **Paléogène** : Comprend des marnes indurées, en boules aplaties parallèlement à la stratification, ainsi que des marnes brunes à niveaux calcaires et des calcaires gris clairs à cassures blanches tachetés de phosphate. Au-dessus de ces marnes, s'observe à une cinquantaine de mètres des marnes claires précédant des calcaires phosphatés suivis de calcaires à silex de l'yprésien (Eocène).

- **Néogène (mp)** : Il est formé par des marnes, limons et conglomérats en alternance, passant latéralement aux brèches du pied de l'Oum Settas.

Le quaternaire : (Q)

Les dépôts quaternaires correspondent essentiellement à des alluvions. Ils se composent de limons, de graviers et des galets roulés. Ces alluvions recouvrent une grande superficie autour d'El-Khroub. Les sédiments de terrasses sont formés de cailloutis et de limons.

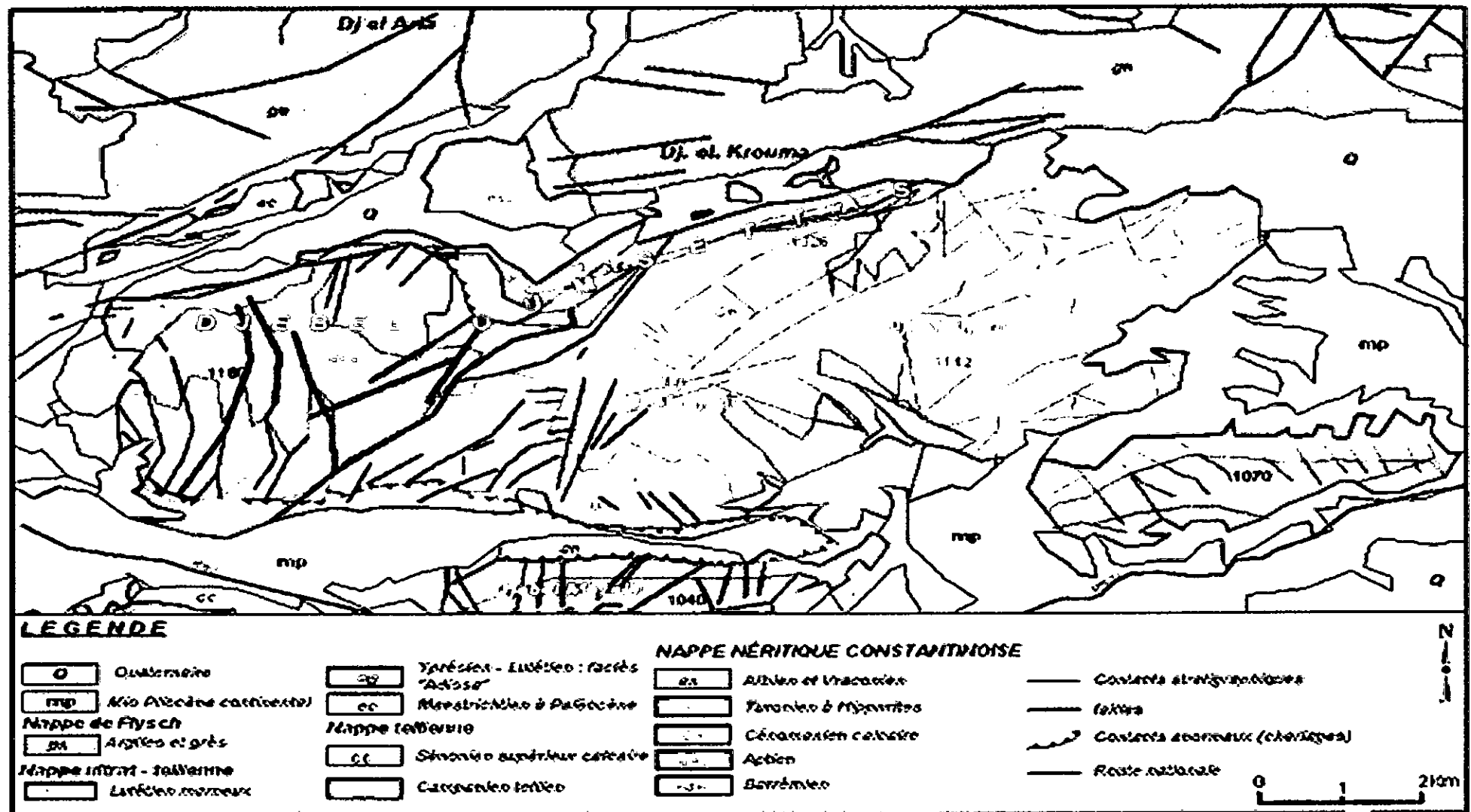


Figure 3.2. Carte géologique de la région d'El-Khroub (IN VILA, 1977)

3.8 Tectonique de La région

L'intense fracturation ayant affectée cette région d'étude, témoigne d'une activité tectonique assez complexe.

Ainsi, plusieurs phases majeures ont été mises en évidences par différents auteurs qui ont travaillé dans cette région, parmi eux VILA (1980), ARIS et COIFFAIT (1997) .Donc ces phases ont débuté à partir du Crétacé jusqu'au Plio-quadernaire, on citera quatre (Figure 3.3).

3.8.1 Phase tectonique Crétacé

Celle ci est caractérisée par une superposition de deux phases, la première distensive orientée Est Ouest et d'âge Albien-Vraconien, qui se manifeste par des failles synsédimentaires N045 à N060, cette phase est également à l'origine de l'activité décrochante normale des accidents N045 et N060.

La deuxième phase est compressive, orientée Nord Sud et d'âge Sénonien ; cette phase serait à l'origine du plissement Est Ouest et de la réactivation des failles normales N045 et N060 en décrochement et en failles inverses.

3.8.2 Phase fin-Lutétienne (Eocène)

Cette phase est responsable de la structuration du Sud Constantinois qui serait le siège d'un raccourcissement Nord Ouest Sud Est ; D'autres auteurs situent cette phase au Priabonien avec un raccourcissement N120 qui se manifeste par des failles inverses Nord Sud avec une autre réactivation des accidents N045 et N060 crétacé.

3.8.3 Phase Miocène

Elle est à l'origine d'un raccourcissement Nord Sud responsable des grands recouvrements anormaux à vergence sud, selon VILA (1980) cette phase a induit une flèche de déplacement d'environ 250 Km.

Selon ARIS (1997), la tectonique Miocène résulte de la succession de deux phases de déformations compressives, l'une de direction N020-030 responsable de la mise en place des nappes, l'autre phase N170 tardive qui serait responsable de la genèse des plis serrés associés à des accidents N045 et N060.

3.8.4 Les phases tectoniques Plio-Quadernaire

Elles se manifestent par deux phases successives, l'une distensive N150 et l'autre compressive N140.

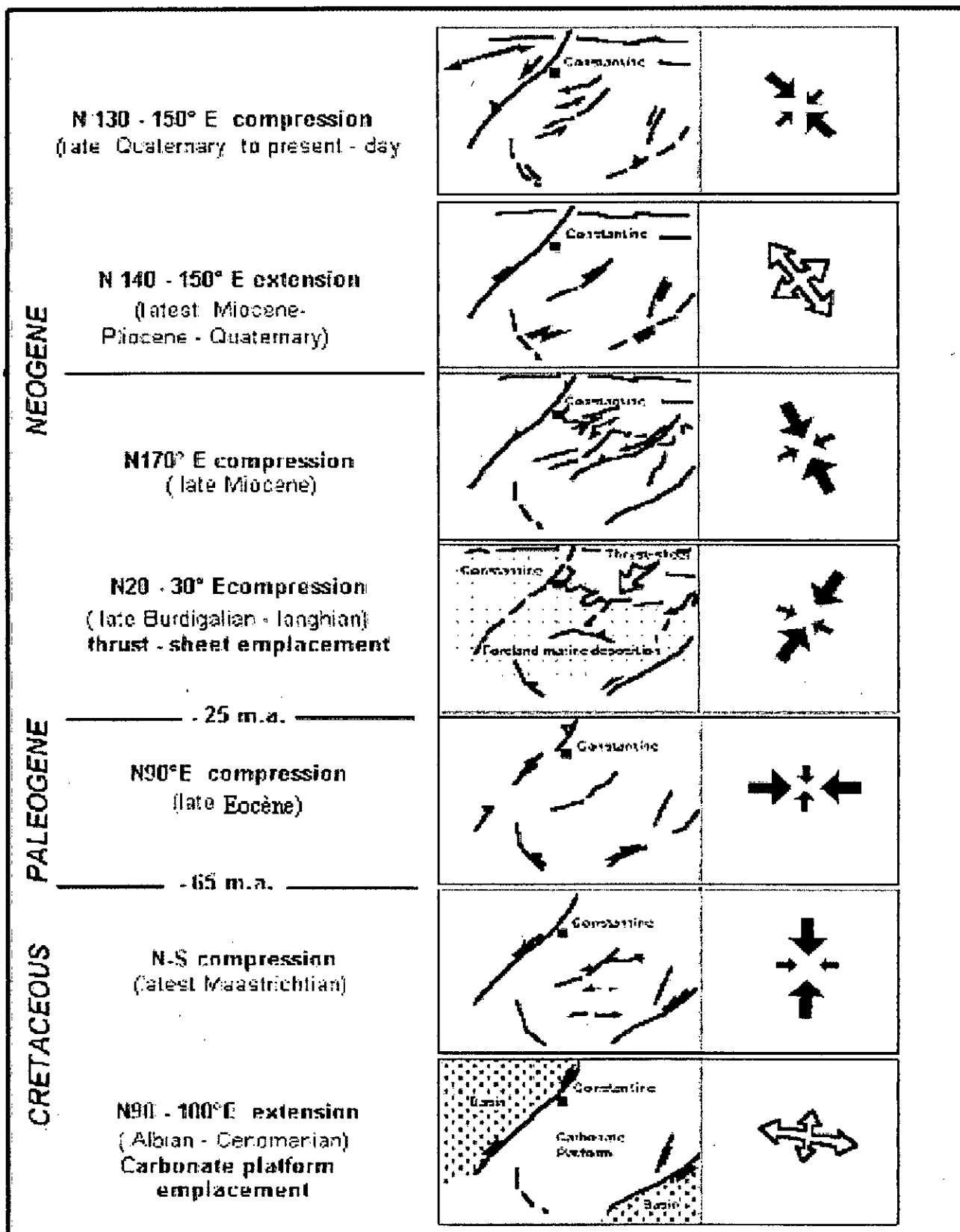
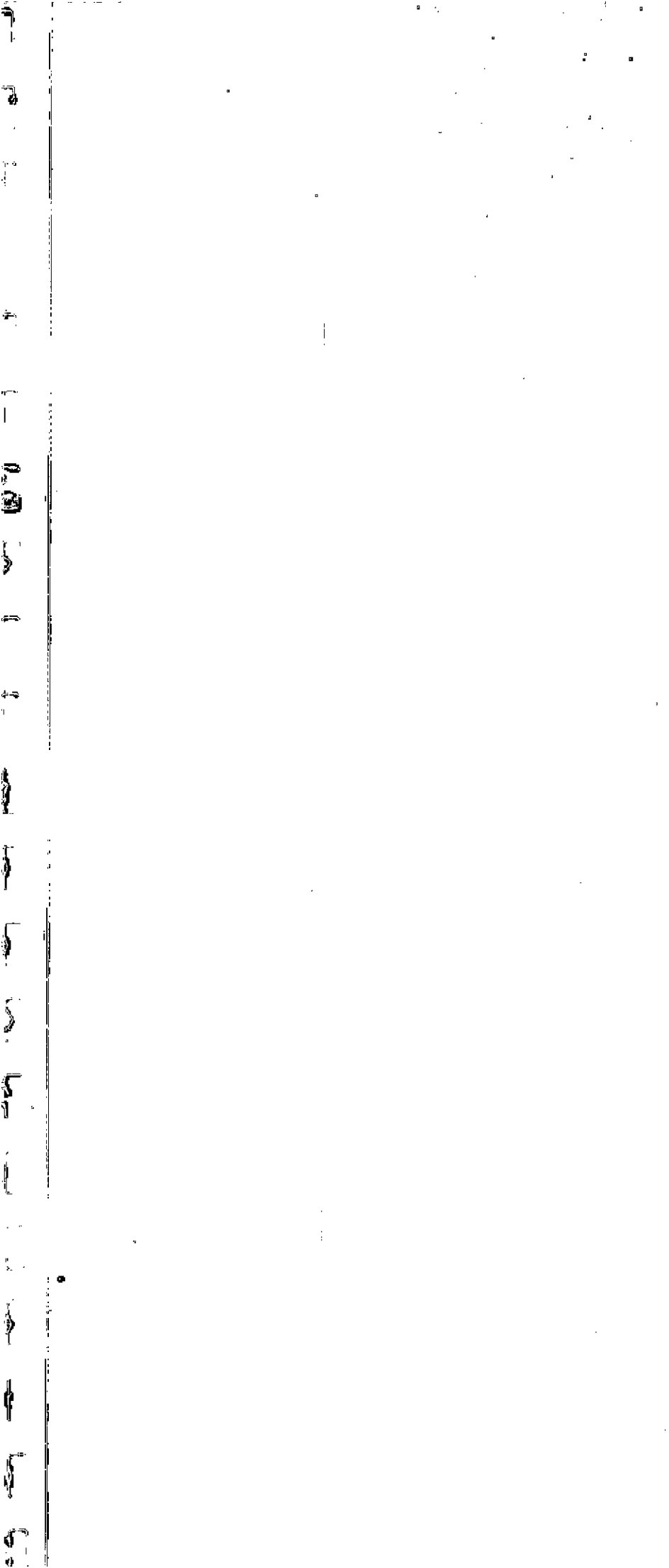


Figure 3.3. Différentes phases tectoniques dans la région de Constantine



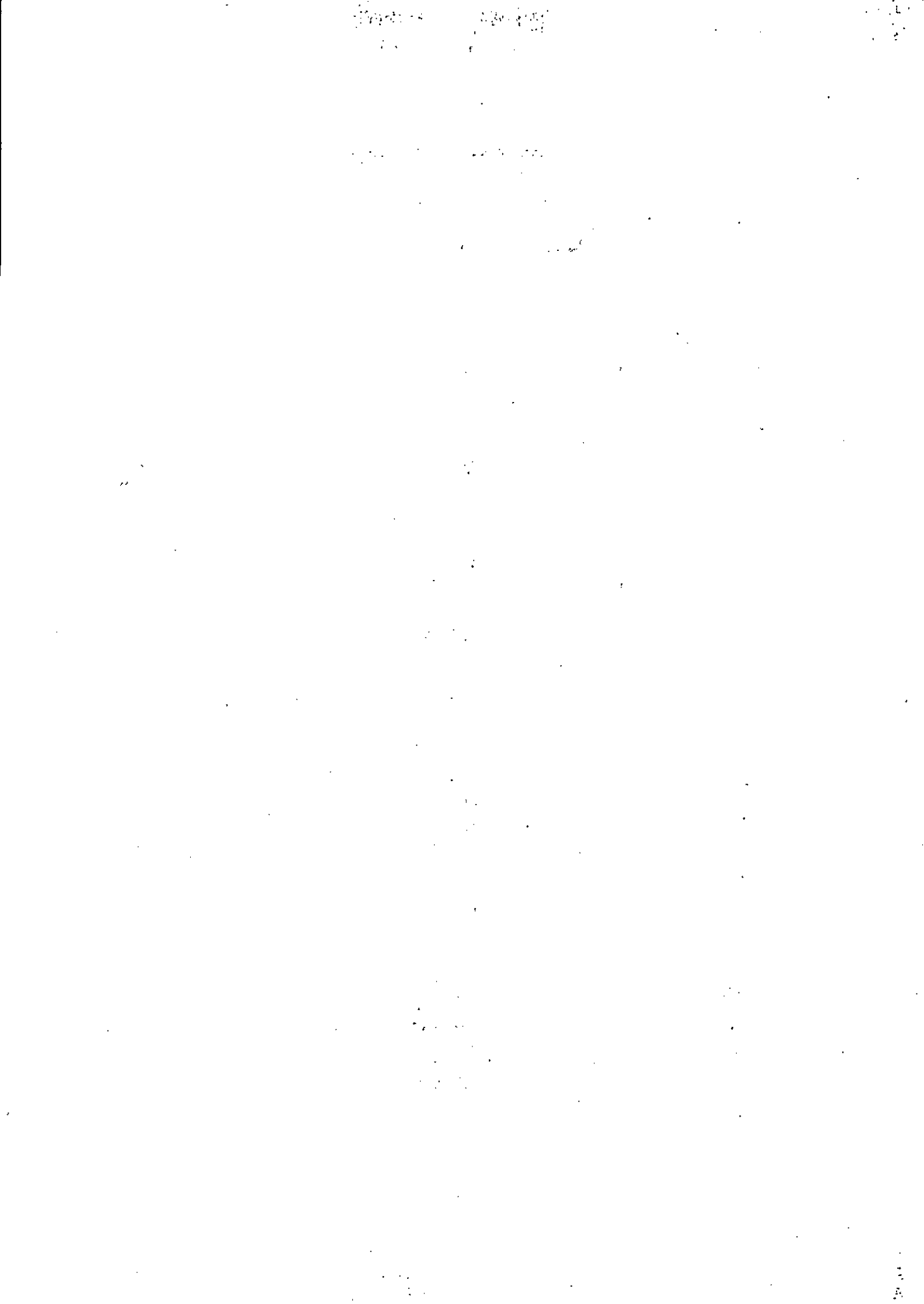




Fig 11. photographie aérienne de la région d'étude
à 1/20 000

Figure 4.1 Carte linéaire et photo aérienne de la région d'El-Khroub

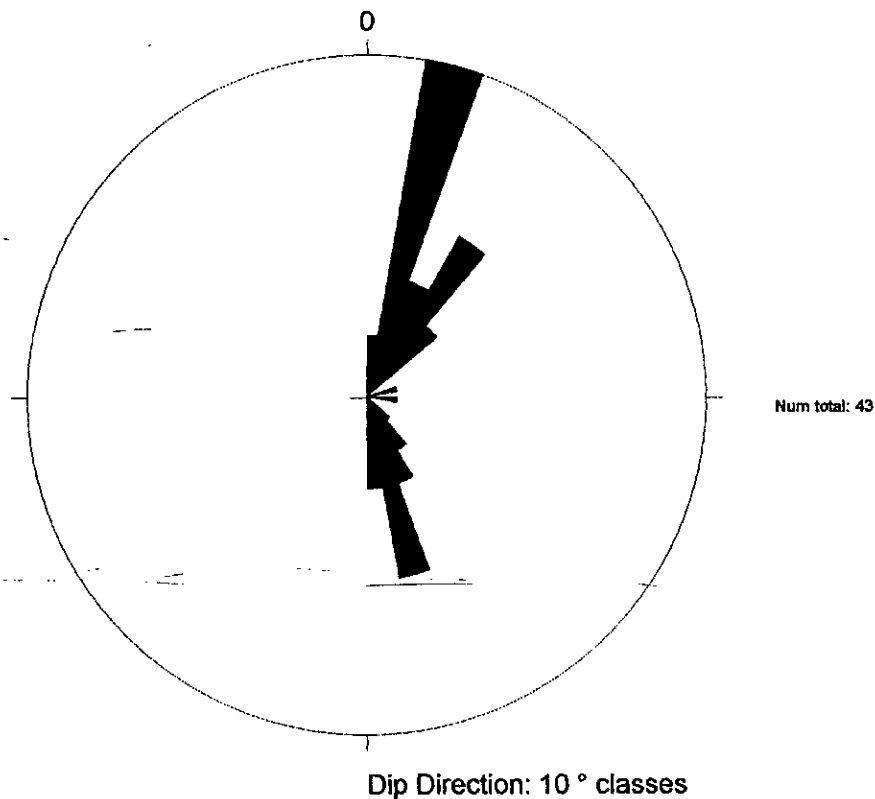


Figure 4.2 Rosace linéamentaire

4.1.4 Description de la fracturation du gisement

Les différents éléments structuraux observés sur le terrain sont pour la plupart, des plans de failles, des diaclases, des fractures remplies par une recristallisation de calcite large de 30 à 40 cm et des stylolithes.

4.1.4.1 Les décrochements

La majeure partie des plans de failles mesurés sur le terrain sont pour la plupart des décrochements de direction sub-méridienne, leurs orientations varient entre N010 – N030 et N150 – N160 (Figure 4.3). Le pendage de ces failles est sub-vertical.

Ce réseau de fractures enchevêtrées ferait office de drains souterrains aux eaux superficielles qui auraient favorisé le phénomène du creusement des Karsts, qui a affecté intensément les calcaires (cm^{''}), et à moindre degré les calcaires (cm[']).

Ce phénomène s'observe bien au niveau des différents fronts de taille du gisement, où l'on voit des fractures ouvertes remplies de terre sur toute la puissance des gradins (Figure 4.3).

En outre, les plans de failles observés en surface et sur le front de taille, sont enduits par des éléments anguleux, de dimension variable qui baignent dans une matrice ferrugineuse constituant ainsi la brèche de faille.

Les observations de terrain ont permis de mettre en évidence la présence de deux grandes zones affaissées de direction globale sub-méridienne, celles-ci, s'ouvrent sur 20 à 30 m de largeur. On assimilerait ces zones à de grands couloirs d'accidents, comme le montre la carte linéamentaire. Ce sont des réseaux de failles, disposés en relais dont la direction serait N010-N030 et N150-N160.

Au sein de ces mêmes zones ils ont mis en évidence la présence de quelques affleurements de blocs de brèche de faille et des bandes de calcite larges de 20 à 30 cm qui comblent certaines fractures.

Enfin, les blocs de calcaires pris dans ces zones accidentées présentent une fracturation intense (Figure 4.4).



Figure 4.3 karsts caverneux dans les calcaires gris clairs (cm``)

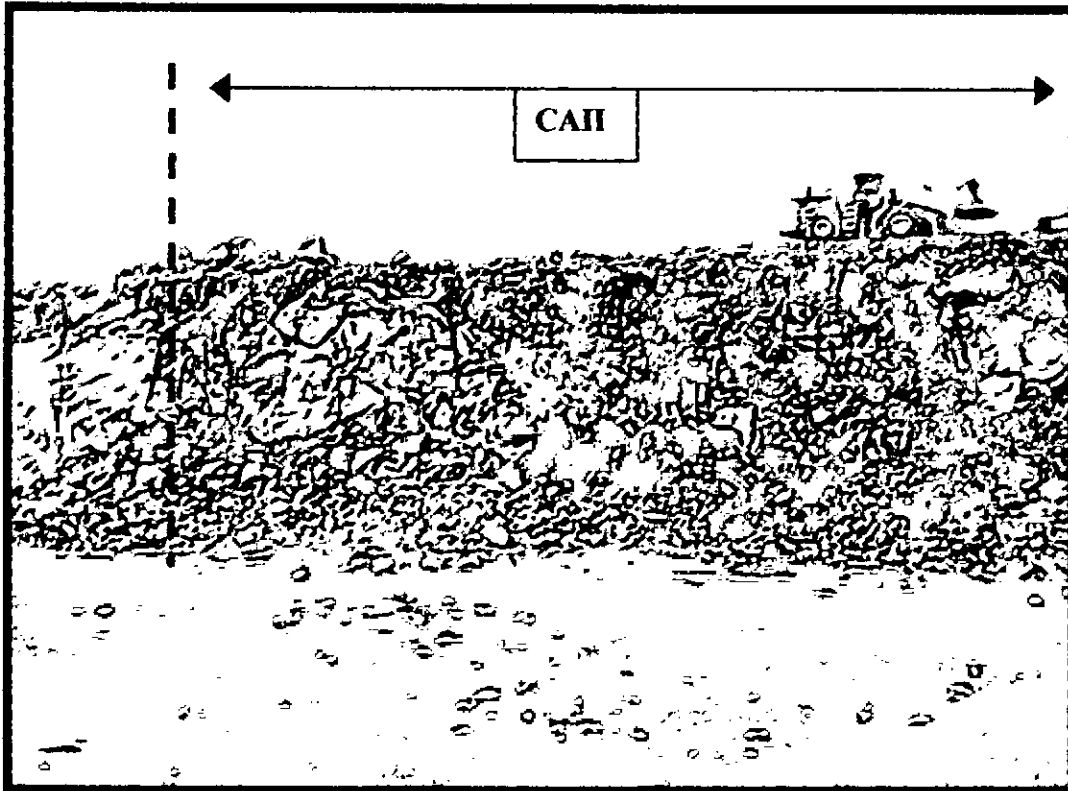


Figure 4.4 Couloir de faille CAII remplie d'argile ferrugineuse

4.1.4.2 Les diaclases

Un nombre important de diaclases a affecté ces formations calcaires. Elles sont associées sans doute aux grands couloirs d'accidents et pourraient être synchrones ou postérieures aux grands mouvements tectoniques ayant engendré ces couloirs d'accidents (CAI et CAII).

Ainsi, les 50 diaclases mesurées sur le terrain, sont orientées pour la plupart N010-N030 et apparaîtraient pour certaines d'entre-elles à la fin des manifestations tectoniques suite au relâchement de contraintes.

L'analyse statistique de ces diaclases a montré trois principales familles (Figure 4.5) de direction similaire à celle des failles, celles ci sont orientées comme suit :

- FAMILLE à MAXIMA N020.
- FAMILLE à MAXIMA N095.
- FAMILLE à MAXIMA N160.

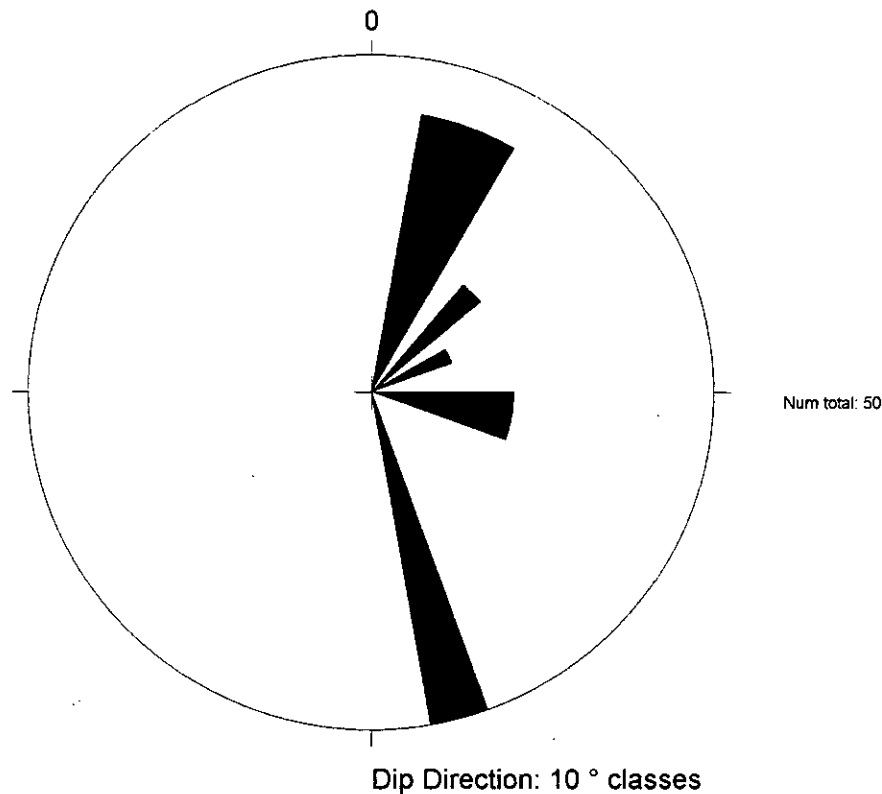


Figure 4.5 Rosace directionnelle des diaclases

Ainsi ils ont mis en évidence la présence de fines veines de calcite qui s'entrecoupent au niveau de certains blocs de calcaires. Elles ont pour direction N010 à N020 pour la première famille et N150 à N160 pour la seconde famille.

Le recoupement de ces veines au fait, dessine deux plans conjugués qui seraient sans doute une expression micro tectonique des grands déplacements des blocs.

4.1.4.3 Les stylolithes

Un bon nombre de stylolithes a été observé dans les blocs calcaires. Elles présentent des formes coniques, tapissées par un film d'argile et d'oxydes de fer, elles sont parallèles à la stratification (Figure 4.6).

Au niveau des calcaires gris foncé cm³, ces stylolithes seraient probablement issues du phénomène de compaction.

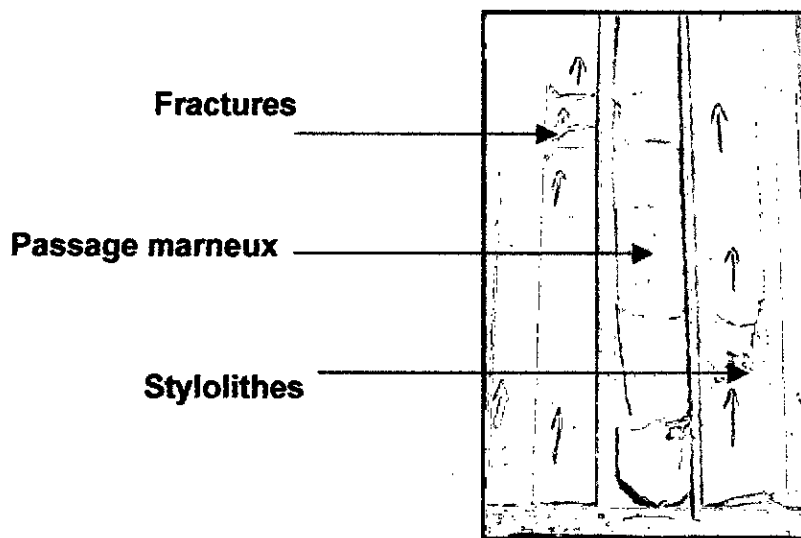


Figure 4.6 Eléments structuraux observés sur les éléments de carotte

4.1.5 Interprétation des résultats

La fracturation qui a affecté la région d'El-Khroub semble obéir à un style tectonique bien défini qui seraient issues des différentes phases tectoniques qui se sont poursuivies du Crétacé jusqu'au Quaternaire. (rapport GEOCONSEIL, 2002).

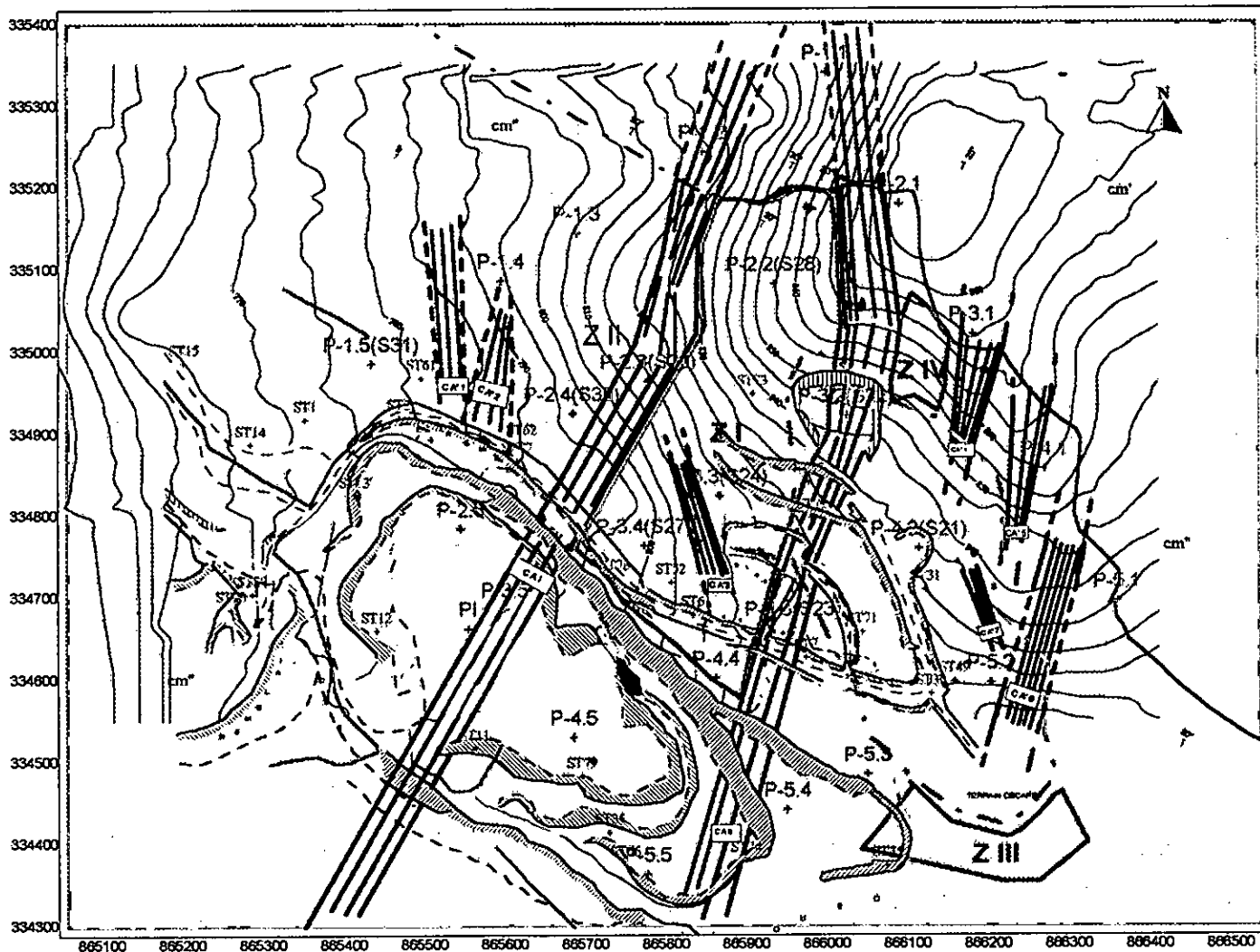
Les observations des litho-faciès du gisement a permis de délimiter les deux principales formations qui constituent le gisement à savoir : les calcaires gris clairs (cm'') et les calcaires gris foncés (cm').

Les mesures de pendage relevées sur les différents bancs de calcaires gris foncé (cm') et les calcaires gris clairs (cm'') varient entre 20 et 30° SW à SSW quant à la direction des couches celle-ci varie entre N110 et N140.

Cependant, l'analyse statistique des linéaments et des fractures mesurées sur le terrain confirme absolument l'existence de deux grands couloirs d'accidents CAI et CAII d'orientation globale sub méridienne, représentés sur le terrain par des zones affaissées et remplies d'argiles, larges d'environ 30 m pour CAI et 10 à 15 m pour CAII (Figure 4.7), avec une profondeur supérieure à 100m.

Ainsi tout le gisement est affecté par de nombreuses diaclases parallèles et transversales aux grands couloirs d'accidents.

Quant aux calcaires gris foncés cm', ils semblent avoir résisté aux phénomènes d'érosion compte tenu de leur forte compaction.



LEGENDE

	CALCAIRES GRIS CLAIRS.		CLOTURE GRILLAGE		ZONE D'ACCIDENTS
	CALCAIRES GRIS "LEGERMENT FONCES".		LIMITE ENTRE cm' ET cm'		FAILLES INTERPRETEES
	CALCAIRES GRIS FONCES.		LIMITE ENTRE cm' ET cm' INTERPRETEE		X SONDAGES MECANQUES ET GEOPHYSIQUES.
	MARNE		AXE DE PISTE		+ STATIONS
	TALUS ET FRONT DE TAILLE		COURBES DE NIVEAU	EQUIDISTANCE = 10 m	
	BRECHE DE FAILLE				

Figure 4.7 : carte Litho-Structurale du gisement d'El khroub (Rapport final 'Etude structurale' (E.N.G))

4.1.6 Conclusion

D'après les résultats obtenus par le bureau d'étude GEOCONSEIL, lors de cette étude, deux zones (ZI et ZII) ont été délimitées, la première zone ZI, d'une vaste étendue située dans la partie centrale de la concession limitée à l'Ouest et à l'Est par les deux couloirs de failles CAI et CAII.

Quant à la zone ZII située dans la partie Ouest de la concession, limitée à l'Est par le couloir de faille CAI et dont sa limite Ouest pourrait être prolongée jusqu'à la limite naturelle de la concession. Toutes ces deux zones présentent des terrains non accidentés et qui pourraient contenir des calcaires qui présentent une blancheur assez appréciable pour leur exploitation en temps que poudre de carbonate de calcium

4.2 Travaux de sondages carottés

4.2.1 But de l'étude

L'objectif des sondages carottés de cette campagne est d'avoir une plus grande étendue à explorer et avoir une meilleure connaissance du sous-sol de la région d'étude.

- Support d'information précise sur la stratigraphie
- Modèles d'interprétation pour les relevés des mesures géophysiques (sismique réfraction et électrique)

4.2.2 Travaux réalisés

Les travaux de sondages ont porté sur cinq sondages carottés supplémentaires S 27, S28, S29, S30 et S31 implantés et exécutés suivant la même maille de 200x200 déjà pré définie lors des études précédentes. (Figure 4.8).

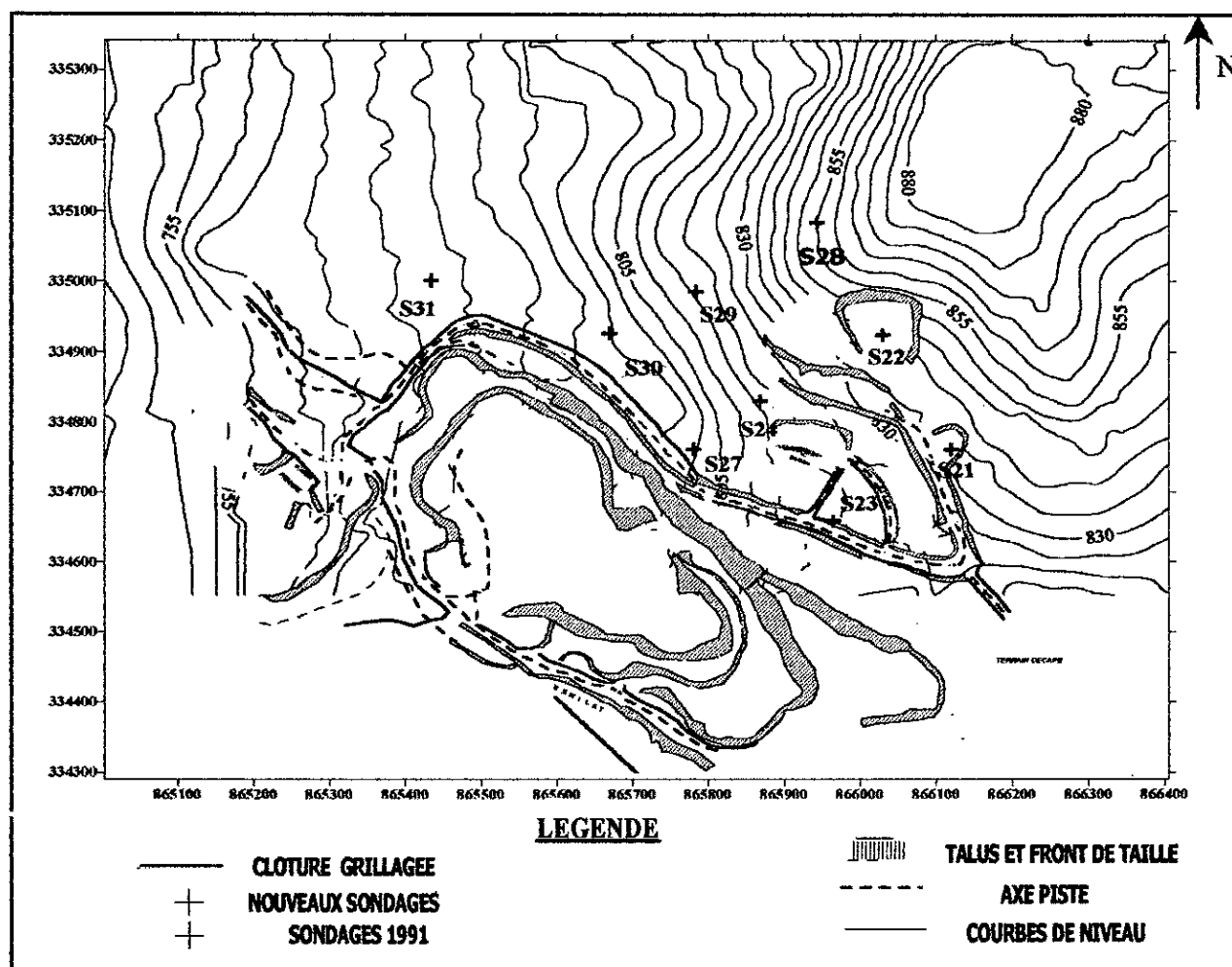


Figure 4.8. Implantation des sondages carottés

Caractéristiques des points de sondages.

Tableau 4-1 Coordonnées Lambert et profondeur des sondages carottés de la campagne 2002

N° Sondage	X (m)	Y (m)	Z (m)	Profondeur (m)
27	865778.4	334765.4	791.97	57.60
28	865941.6	335084.2	855.02	70.5
29	865784.2	334985.6	816.5	81.5
30	865689.5	334926.3	796.27	61
31	865439.6	334987.3	774.09	38.4

Tableau 4-2 Coordonnées Lambert et profondeur des sondages carottés de la campagne 1991

N° Sondage	X (m)	Y (m)	Z (m)	Profondeur (m)
21	866119.80	334761.23	828.32	60.2
22	866030.20	334923.65	838.97	80.4
23	865962.79	334663.48	797.45	44
24	865877.47	334825.51	815.41	80

4.2.3 Principe de mesure – Mise en oeuvre

Les sondages ont été exécutés à l'aide d'une sondeuse « Long Year 38 » à refroidissement à eau.

Les carottes de sondages forées au diamètre de 63.5 mm sont mises en caisse par tranches de 3 x 1mètre. (Figure 4.9).

Ces caisses sont calées aux côtés de planchers de manière à présenter des sous ensembles des gradins d'exploitation que sont : 735-750 m , 750-765 m, 765-780 m, 780-795 m, 795-810 m, 810-825 m, 825-840 m.

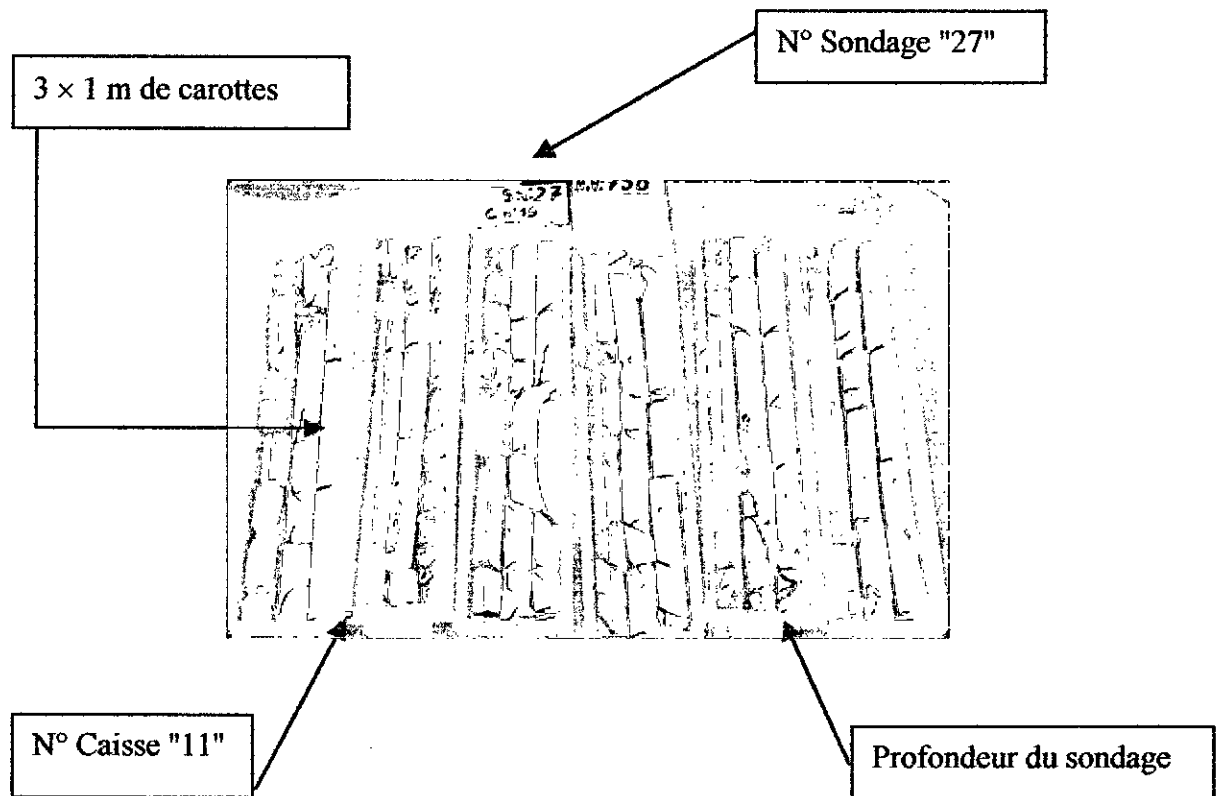


Figure 4.9. Mise en caisse des carottes de sondage

4.2.4 Interprétation des résultats

Les résultats des travaux de sondages carottés sont illustrés en (ANNEXE N°1) sous forme de logs de sondages.

Le descriptif de ces logs montre :

- les couches traversées, leur pendage
- les couches de marnes, leur puissance et leur localisation précise
- les tectoniques telles que karsts, stylolithes et autres fracturations qui ont affecté les calcaires

4.3 Travaux de laboratoire

4.3.1- But de l'étude

Etude qualitative par des essais physico-chimiques ponctuels sur des échantillons prélevés sur les carottes de sondages.

4.3.2 Les essais physiques

- Essais à la compression effectués sur 14 échantillons.
- Mesure du Coefficient d'aplatissement effectué sur 3 échantillons.
- Essai Los Angeles effectué sur 18 échantillons.
- Essai Micro DEVAL en présence d'eau effectué sur 18 échantillons.

Les échantillons sont prélevés directement sur les carottes sous forme d'éprouvettes répertoriées par leur numéro d'ordre, leur numéro de caisse, leur N° de sondage et la cote du plancher d'exploitation

Les éprouvettes sont au nombre de 4 par sondage et par plancher d'exploitation (soit un total 80 éprouvettes pour l'ensemble des 5 sondages).

4.3.2.1 Lecture de Blancheur

Les lectures de blancheur sont faites sur tous les échantillons broyés intégralement réduits à 63 μ suivant deux échelles, lues directement sur l'appareil :

- Echelle de blancheur « Y » ancienne échelle de travail de l'unité de carbonates de calcium.
- Echelle de blancheur « L » nouvelle échelle alignée sur celle des produits concurrents et unité définitivement adoptée

4.3.3 Les Analyses Chimiques

Schéma de préparation et de traitement des échantillons de carottes

Les échantillons aux fins d'analyses chimiques ont été préparés selon le schéma ci-après

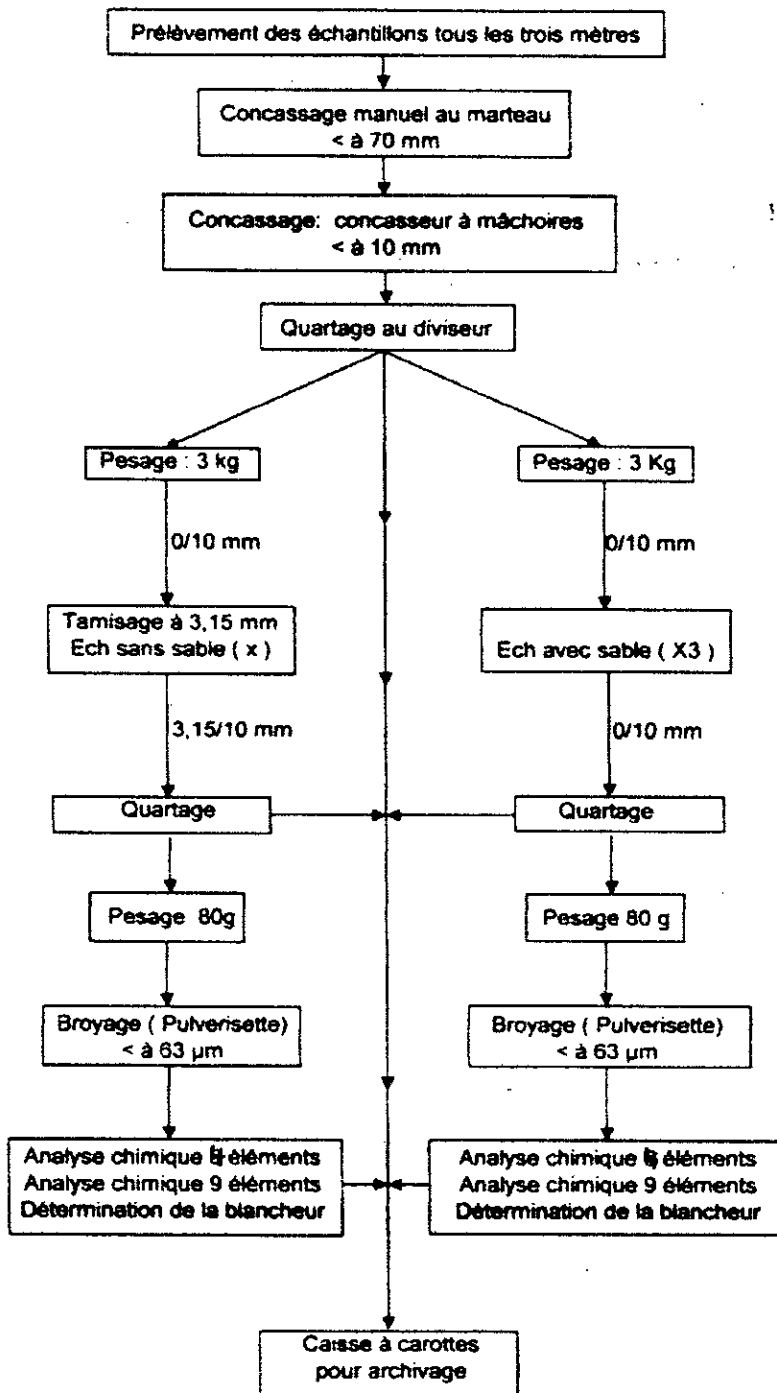


Figure 4.10. Schéma de préparation et de traitement des échantillons de carottes

Le quartage a été conduit de façon à obtenir deux échantillon X0 et X3

Ainsi un objet ponctuel du gisement est observé sous deux représentations :

- **L'élément X3 qui représente le caractère du point analysé in-situ (tout venant de carrière)**
- **L'élément X0 égal à X3 et auquel il a été retiré la fraction 0 – 3 mm en fin de quartage. X0 représente en faite l'image de X3 après traitement en usine (matière première de carbonate de calcium).**

Les analyses chimiques sont faites aux rayons X de la même manière sur les deux éléments échantillons X3 et X0 :

- **Analyses chimiques sur 4 éléments- SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO**
- **Analyses chimiques sur 9 éléments- SiO_2 , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , CaO , MgO , SO_3 , K_2O , Na_2O , Perte au feu**

Les résultats des travaux de laboratoire sont données sous forme de logs de sondages, ils sont aussi présent dans la base de données de GDM (ANNEXE N°I).

4.4 Prospection géophysique

4.4.1 Prospection sismique

4.4.1.1 But de l'étude

l'étude géophysique par prospection sismique été réalisée par le bureau d'étude GEOCONSEIL, sont objectif était de déterminer les différents types de faciès géologiques et de localiser les anomalies structurales.

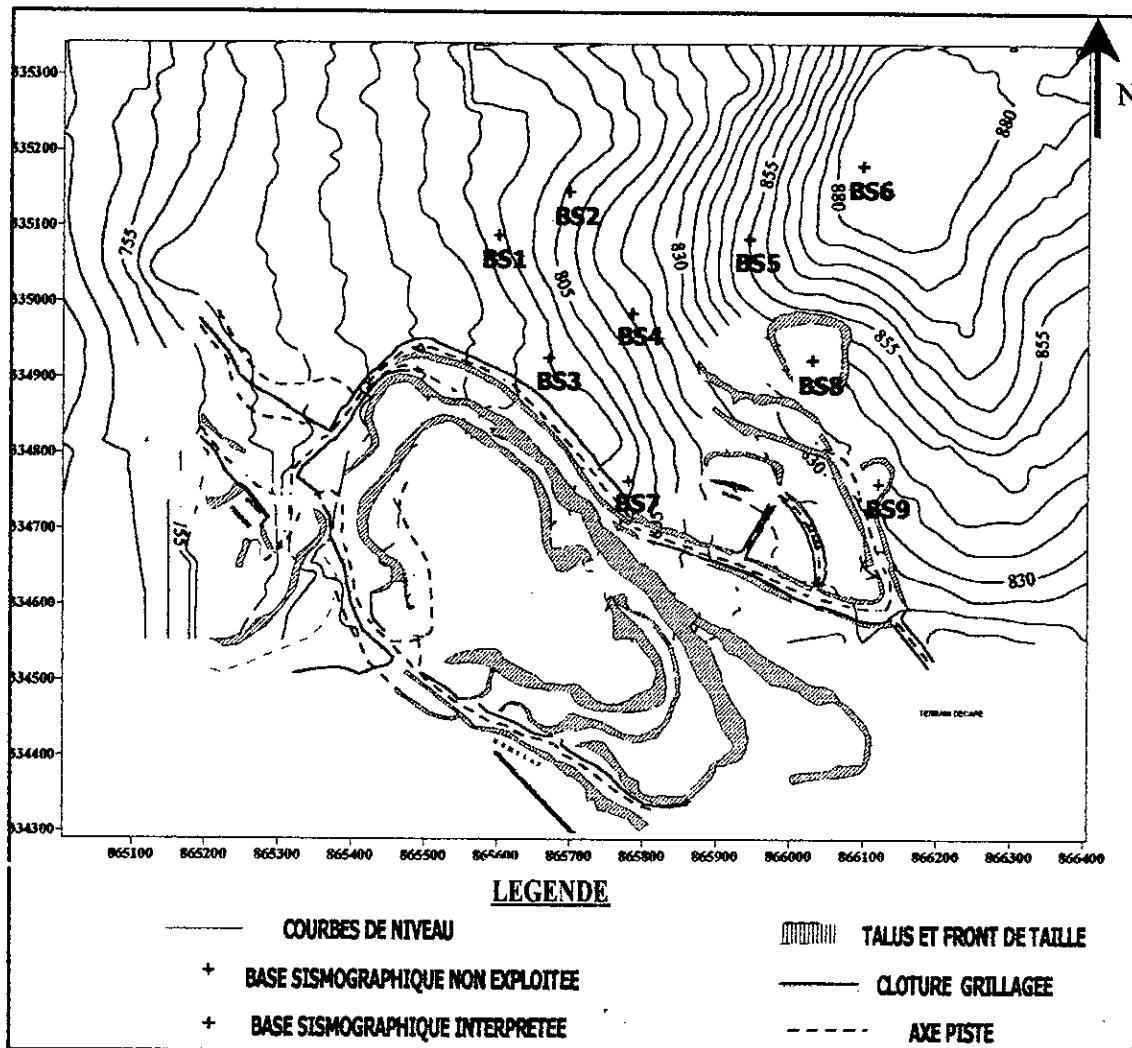


Figure 4.11. Localisation des bases sismiques dans le gisement

Les sites sismiques ont été implantés sur la même maille que les sondages carottés

4.4.1.2 Principe de mesure - Mise en oeuvre

L'étude géophysique par prospection sismique du gisement d'El-Khroub n'a pu être réalisée que sur neuf bases sismographiques déployées sur le terrain BS1, BS2, BS3, BS4, BS5, BS6, BS7, BS8 et BS9 (Figure 4.11) avec un dispositif ayant une longueur de 100 mètres et pouvant atteindre une investigation de l'ordre de 50 à 60 mètres. Le mode de prospection était le tir en bout.

Ainsi sur chaque base, ont été réalisés deux points de tir dits tir direct et tir inverse, notés respectivement Sud Ouest et Nord Est (Figure 4.12).

Le principe de la méthode consiste à provoquer en un point du sol, un choc au moyen d'un marteau lourd.

L'impact du marteau sur une plaque métallique génère une onde élastique, dite onde sismique qui se propage dans le sol et se réfléchit ou se réfracte à la rencontre d'une surface de séparation entre deux formations géologiques de natures différentes.

La mesure du temps de parcours des ondes sismiques est captée au moyen des sismographes (12 géophones), qui permet de donner les vitesses sismiques des différentes formations géologiques.

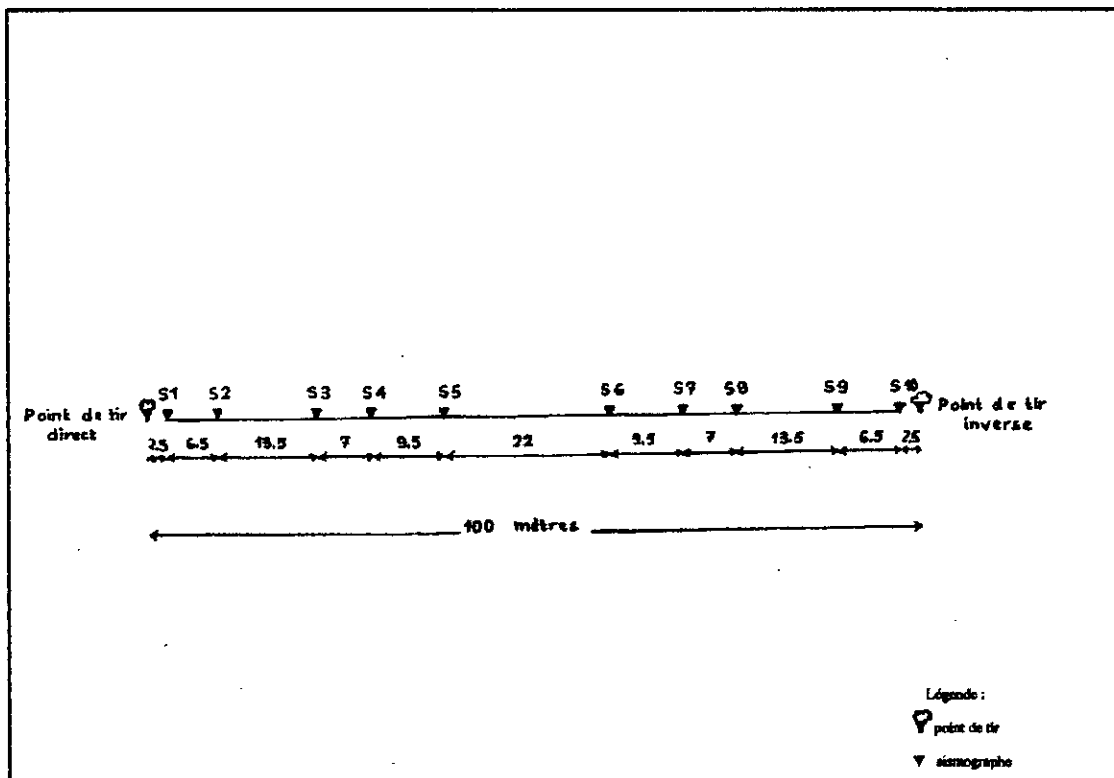


Figure 4.12. Dispositif de la sismique réfraction

4.4.1.3 Observations

Compte tenu de la topographie du site et des conditions sismo-géologiques :

- L'absence de contraste d'impédance acoustique dû à la présence d'une seule formation lithologique sur le terrain et le pendage des couches qui est compris entre 20 et 30°.
- La mauvaise qualité des enregistrements et souvent l'absence du signal sur certains canaux dues à un environnement défavorable n'ont pas permis une prospection sismique classique, et fournir de ce fait une représentation correcte des différentes formations (Rapport final GEOCONSEIL).

4.4.1.4 Conclusion

Dans ces conditions l'étude géophysique par sismique réfraction n'a rien apporté de nouveau au point de vue connaissance sur le gisement.

4.4.2 Prospection électrique

4.4.2.1 But de l' Etude

L'étude géophysique par prospection électrique été réalisée par le bureau d'étude GEOCONSEIL, sont objectif était de mesurer la résistivité du sous-sol en profondeur afin de déterminer les différents types de formations géologiques et d'en déceler les anomalies structurales (Figure 4.13).

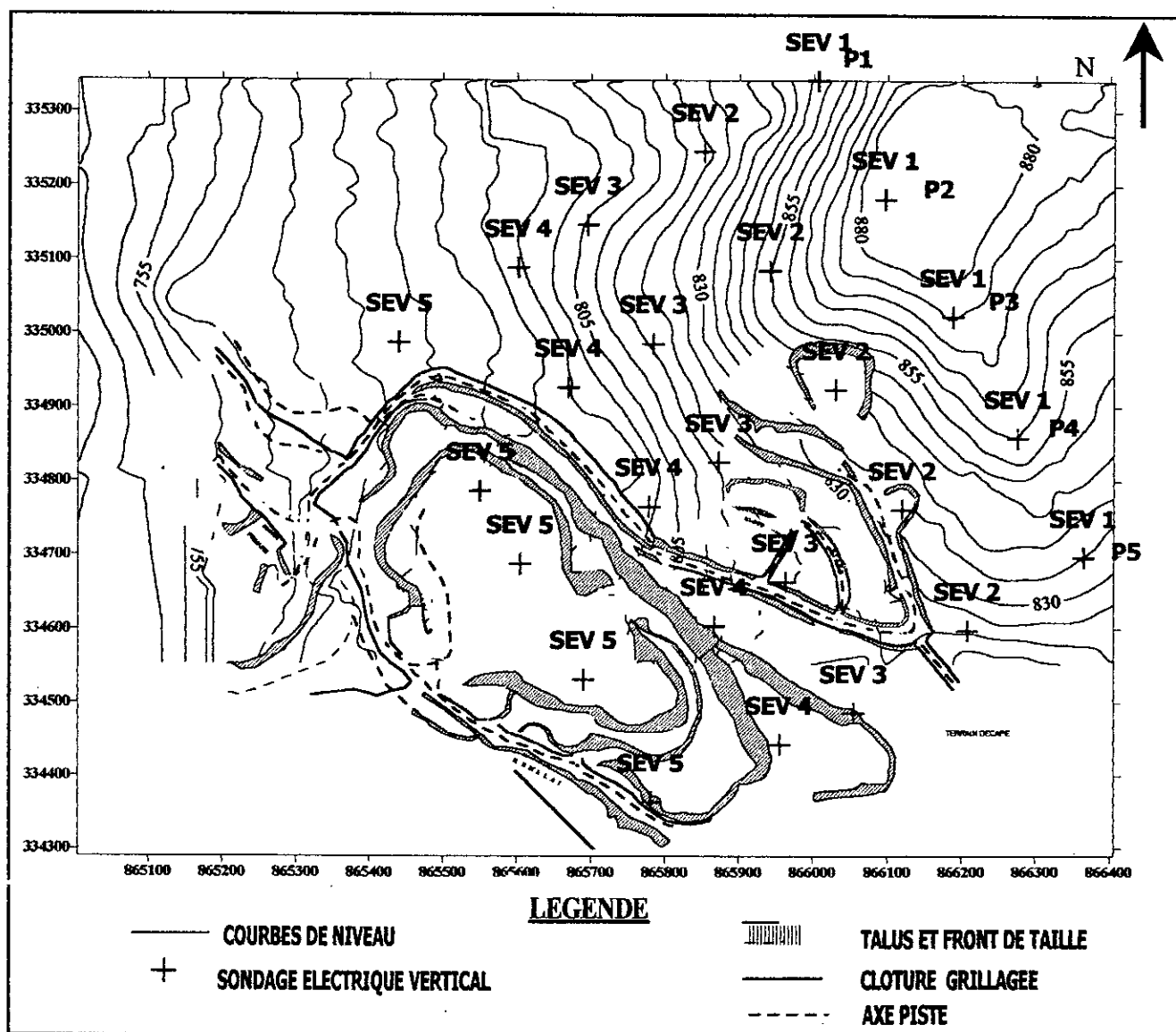


Figure 4.13. Localisation des station de mesure

4.4.2.2 Principe de mesure - Mise en Oeuvre

Pour l'étude géophysique par prospection électrique, il a été utilisé un dispositif Schlumberger de 500 m de longueur et pouvant lire jusqu' à une profondeur d'investigation comprise entre 80 et 125 mètres.

Le nombre de points de mesure est de 25 sondages répartis sur la même maille adoptée que celles des sondages carottés (Tableau 4. 3).

A chaque points de sondage 13 mesures ont été effectuées.

AB/2 (m)	4	5	7	10	15	20	30	40	50	70	100	200	250
MN/2 (m)	0.75	0.75	0.75	2.5	2.5	2.5	7.5	7.5	7.5	7.5	25	25	25
K (m)	32.31 6	51.15 6	101.3 9	58.87 5	137.3 7	247.2 7	176.6 2	323.1 5	511.5 5	1013. 9	588.7 5	2472. 7	3885. 7
AB/4 (m)	2	2.5	3.5	5	7.5	10	15	20	25	35	50	100	125

Tableau 4.3 Paramètres du dispositif de mesure électrique

AB / 2 : représente la longueur entre les deux électrodes d'émissions AB.

MN / 2 : représente la longueur entre les électrodes de réceptions MN.

K : facteur géométrique qui tient compte de la géométrie du dispositif.

AB / 4 : représente la profondeur d'investigation.

Le principe de la méthode consiste à injecter dans le sol, un courant électrique fourni par une source de tension continue au moyen de batteries étanches.

Le courant injecté dans l'espace semi infini au moyen de deux électrodes d'émission A et B, crée aux points M et N une différence de potentiel V_{MN} , qui est mesurée aux bornes des deux électrodes M et N, dites électrodes de potentiel. La connaissance de l'intensité du courant I injecté aux points A et B et de la ddp créer aux points M et N permet de calculer une résistivité apparente du milieu qui s'exprime par :

$$R_a = K \frac{V_{MN}}{I_{AB}} \quad (5.1)$$

où :

R_a : résistivité apparente du milieu

K : facteur géométrique

$$K = 3.1415 \frac{AM \cdot AN}{MN} \quad (5.2)$$

V_{MN} : la différence de potentiel mesurée aux bornes des électrodes M et N.

I_{AB} : l'intensité du courant injecté aux bornes des électrodes A et B.

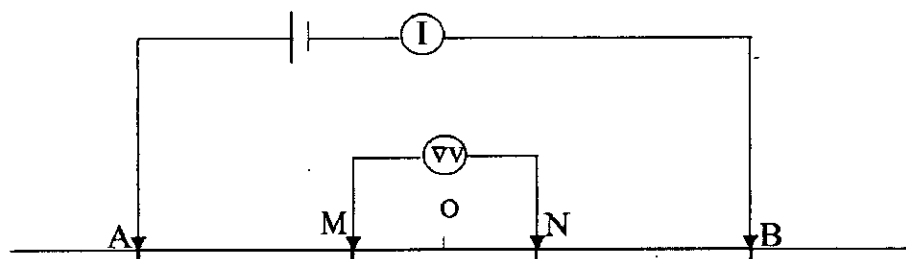


Figure 4.14. Dispositif Schlumberger

Les Résultats obtenus suite la mise en œuvre du terrain

Étalonnage des sondages électriques

L'attribution des valeurs de résistivité aux différentes formations géologiques, a été établie d'après les sondages mécaniques S1 à S6 (campagne géologique 1978) qui indiquent les épaisseurs des formations traversées par le forage ainsi que la lithologie.

Échelle de résistivité

Les résistivités électriques varient de 200 ohms-mètres à plus de 20000 ohms-mètres.

Les plus petites valeurs correspondent généralement à la couverture et les plus grandes sont attribuables aux calcaires massifs et très durs.

4.4.2.3 Observations

Il importe lors de l'exécution des sondages électriques d'éviter les variations à l'horizontale des résistivités. On voit trop souvent des sondages électriques qui donnent des résultats aberrants parce qu'ils ont été exécutés sur des terrains latéralement hétérogènes.

Des cartes de résistivité effectuées au préalable permettent de placer judicieusement les sondages électriques, pour le cas du gisement d'El-Khroub les sondages paramétriques n'ont pas été effectués, donc l'interprétation et les résultats de cette étude ne sont pas suffisamment fiables pour une bonne interprétation et la localisation des anomalies structurales et des blocs homogènes de carbonate de calcium.

Correspondance Géo - électrique au droit de l'étude

Résistance faible	500 à 1500 ohms.m	Couverture Terre végétale Calcaires fissurés
Résistance moyenne	1500 à 3500 ohms.m	Calcaires résistants
Haute résistance	>3500 ohms.m	Calcaires très résistants (dur)

4.4.2.4 Conclusion

Malgré nos réserves quant à la fiabilité des mesures au vu de la méthode employée nous pouvons néanmoins utiliser la correspondance de la géophysique, pour avoir un aperçu de la qualité mécanique du sous- sol (Couverture Terre végétale et Calcaires fissurés, Calcaires résistants, Calcaires durs très résistants), tel que donnée par les profils géo-élecctriques issus des résultats de l'étude dont on donne un pour information (Figure 4.15).

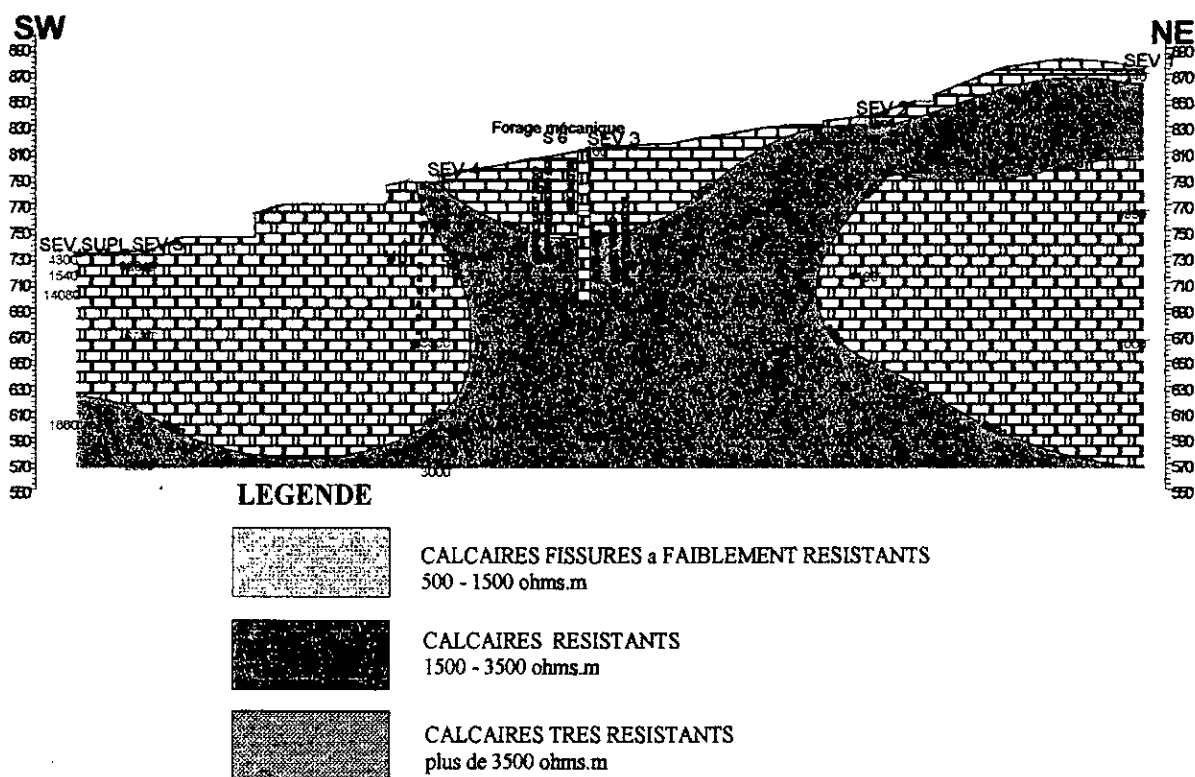
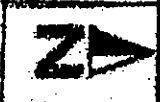


Figure 4.15. Résultats de l'étude sous forme de coupe de résistivité
(Coupes géo-électriques)

LEGENDE :

- : Lineaments
- : Oueds
- : Fronts de faille
- ... : Piste
- : Station Ivoire
- : Administration GNE



100

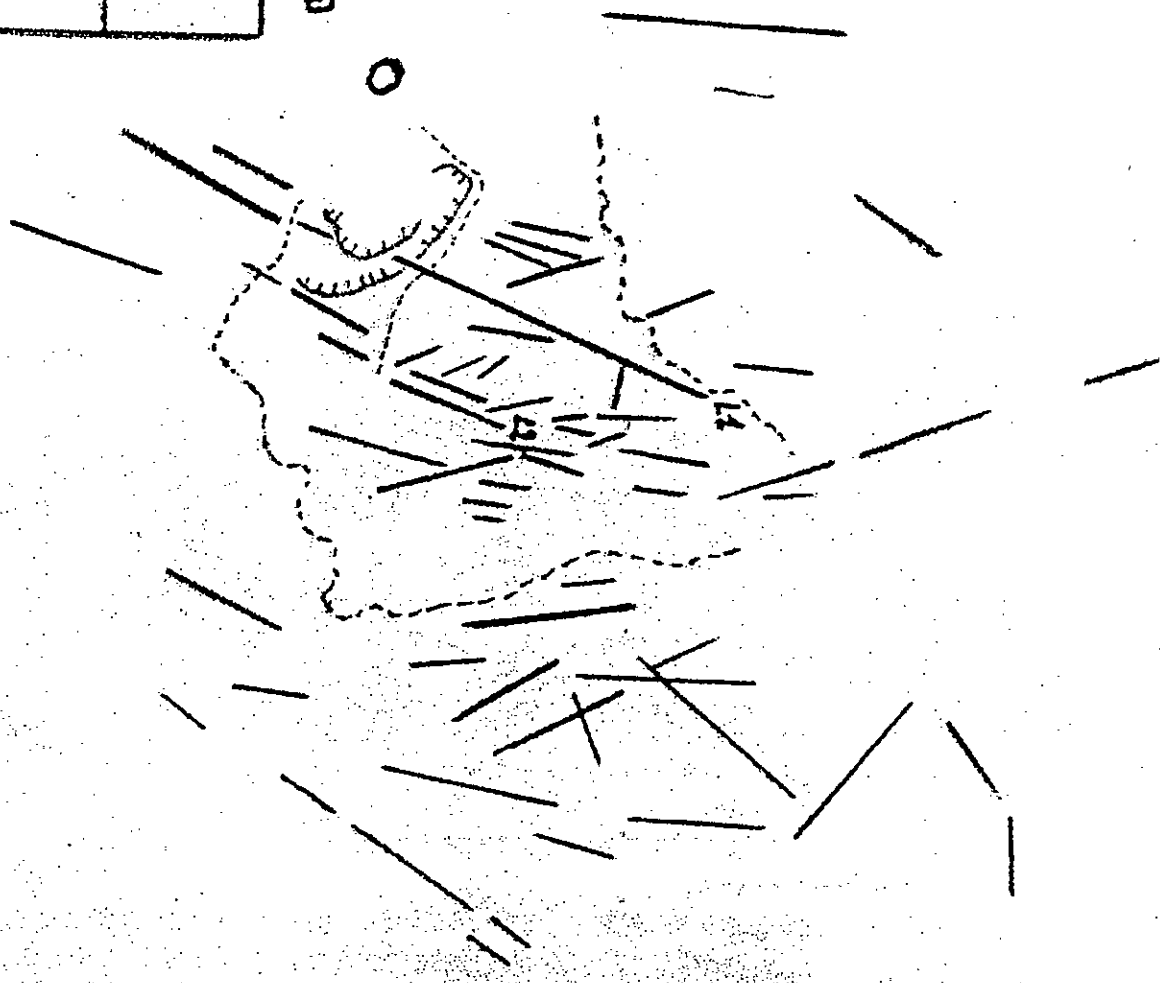


FIGURE 1 : CARTE LINEAMENTAIRE DE LA REGION D'ETUDE



CHAPITRE V

ETUDE QUALITATIVE

5.1 Etude statistique

5.1.1 Introduction

L'étude qualitative consiste à faire valoir et mettre en valeur les caractères distinctifs du matériaux. Pour ce qui est de notre cas est précisément en ce moment, sur le marché national, le carbonate de calcium est négocié de par son caractère de Blancheur.

Définition et mesure de la Blancheur

La "Blancheur" se définit comme étant le rapport exprimé comme pourcentage de la radiation réfléchié par un corps sur celui réfléchi par un diffuseur contrôlé réfléchissant parfaitement à une longueur d'onde effective avec un photomètre à réflectance photoélectrique.

Le corps diffuseur est un témoin reconnu par l'Organisme International Standards Organisation (ISO). Le témoin adopté par C.E.I est un disque de sulfate de Barium.

Précédemment, la blancheur est mesurée par un photomètre à réflectance photoélectrique sur l'échelle Y, laquelle échelle a été défini par la CIE en 1931(Commission Internationale de l'Eclairage) où Y désigne le facteur d'éclat.

De nos jours les fabricants de carbonate de calcium exprime leur blancheur sur l'échelle "L".

Cet espace colorimétrique uniforme recommandé par la C.I.E en 1976 a pour but de faire correspondre plus précisément à la vision humaine des couleurs et à la perception des différences de couleur.

L'appareil de mesure dit photomètre à réflectance photoélectrique donne par simple lecture au choix et à la fois les deux lectures en "L" et en "Y".

La blancheur en "L" est reliée à celle de "Y" par la simple relation déduite de nos résultats :

$$"L" = 0.4415 "Y" + 56.308$$

5.1.2 Recherche des paramètres influent sur la blancheur

Le carbonate de calcium qui n'est autre que de la roche calcaire à haut titre CaCO_3 est constitué essentiellement pour 99.9% de SiO_2 , d' Al_2O_3 , de Fe_2O_3 et de CaO .

Les observations statistiques porteront donc sur ces quatre éléments :

- Fe_2O_3 : généralement un élément de coloration (hématite)
- Al_2O_3 , SiO_2 : sont des éléments d'abrasivités (quartz, corindon)
- CaO : l'élément dominant de la blancheur

Des données résultats de laboratoire (ANNEXE N°1), la recherche des éléments de coloration se fait essentiellement par leur influence sur la blancheur. Pour ce faire, on a tracé pour le plancher le plus expressif les variations de l'élément blancheur (lue sur les seuls Sondages S27 à S31) en fonction des teneurs des éléments SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 et CaO .

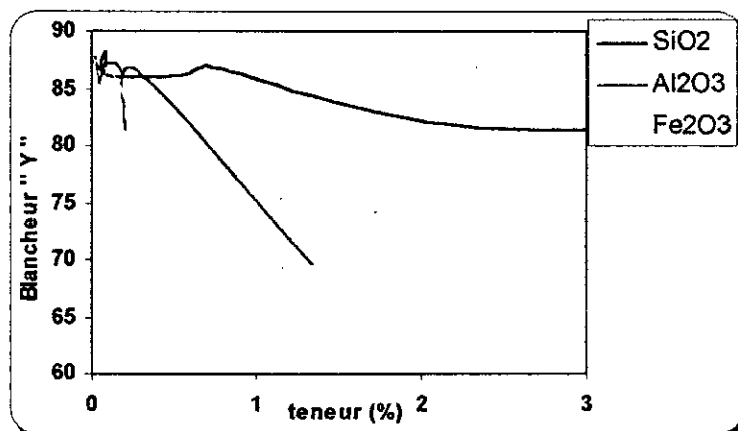


Figure 5.1. Variation de Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 en fonction de la Blancheur « Y »

La représentation de ces éléments en fonction de la blancheur dans le même graphe montre clairement que le Fe_2O_3 est le plus influent exprimé par sa pente "très négative", (Figure 5.1).

On peut conclure donc que la blancheur est fortement influencée par l'élément Fe_2O_3 .

La présence ou non de cet élément est donc par effet contraire des valeurs une expression indirecte de la blancheur. Ceci étant utile pour s'exprimer sur des

échantillons pour les quels la blancheur n'a pas été déterminée et c'est le cas des échantillons des sondages de la campagne de 1991.

5.1.3 Histogramme des teneurs en Fe₂O₃

L'histogramme est l'outil fondamental pour déterminer le type de loi de distribution géochimique d'une teneur dans un gisement.

la représentation graphique de l'histogramme de l'ensemble de toutes les mesures de teneurs en Fe₂O₃ (Sondages S21 à S31) montre que nous avons à faire à un type de distribution lognormale, ce ci étant conforme aux observations faites sur beaucoup d'exemples."Dans le domaine géologique et minier :

- les dimensions des grains de dépôts sédimentaires,
- le diamètre des particules de poussières en suspension dans l'air des mines de charbon,
- la distribution des teneurs , ou des produits "puissance – teneurs", dans différents types de gisements.

.....répondent à une distribution Lognormale

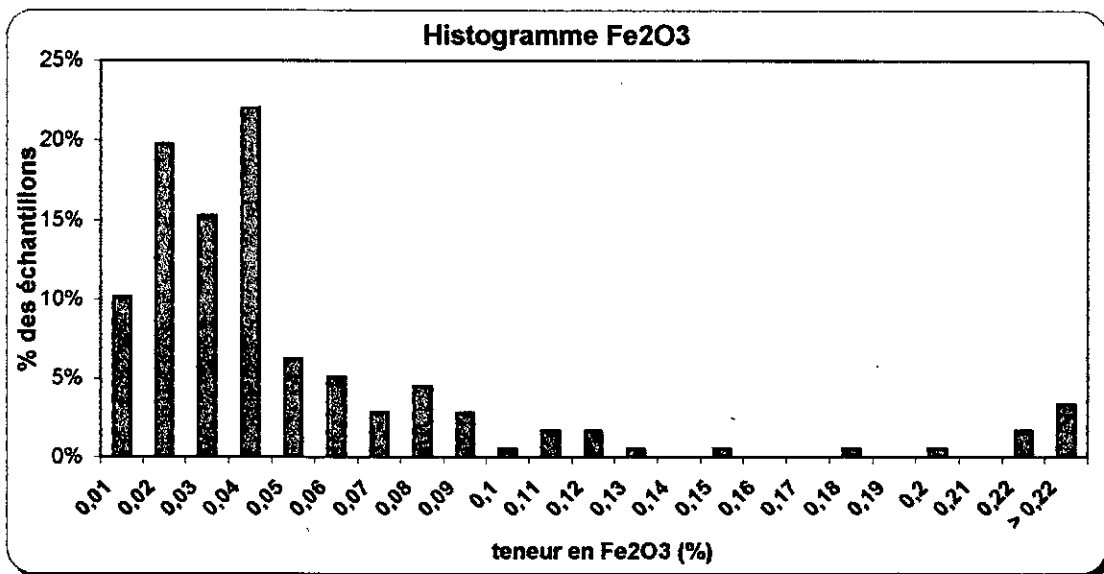


Figure 5.2. Type de dispersion "lognormale" des teneurs en Fe₂O₃

Effectivement si l'on absout les teneurs en Fe₂O₃ plus grandes que 0.12, les quelles valeurs sont des concentrations anormales par la présence de passages marneux ou autres Karts "ferrugineux", et en comparant les "log" des centres de

classes des teneurs de Fe_2O_3 avec les "In inverse normal" des fréquences cumulées, on trouve une parfaite linéarité entre la distribution théorique "t" et $\ln(\text{teneur } \text{Fe}_2\text{O}_3)$ expérimentale (droite d'HENRY).

Fréquences Cumulées

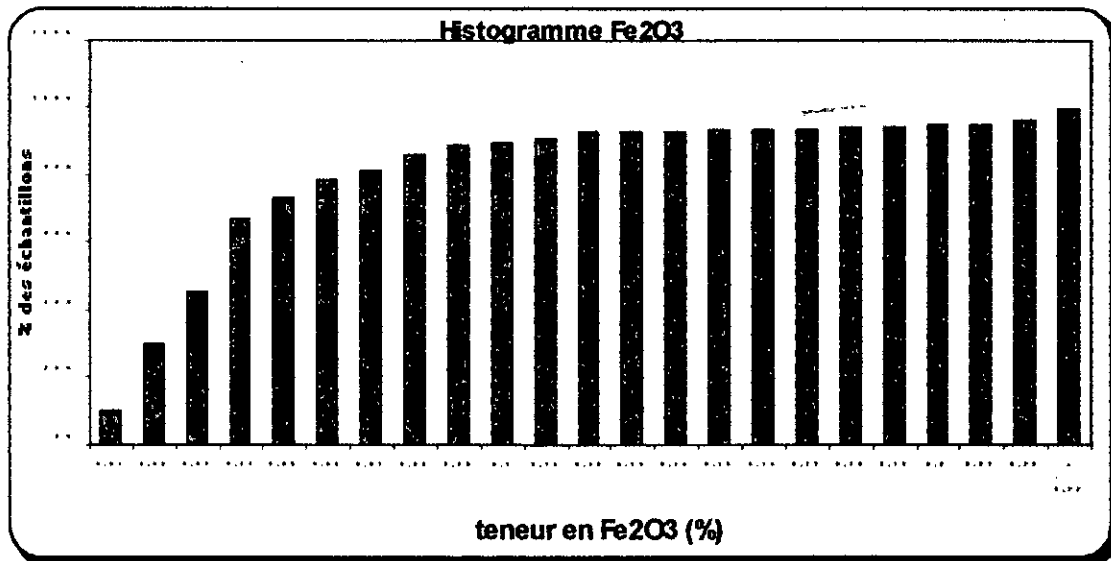


Figure 5.3. Teneur de Fe_2O_3 en fonction des fréquences cumulées

De ce graphe des fréquences cumulées, à défaut d'établir une loi de probabilité précise pour le gisement on se contenterait de dire :

- 80 % des échantillons sont inférieurs ou égales à 0.07 % en Fe_2O_3
- 90 % des échantillons sont inférieurs ou égales à 0.09 % en Fe_2O_3
- Les valeurs qui sont supérieurs à 0.22% en Fe_2O_3 représentent 3% de l'ensemble des échantillons. Ces valeurs sont le résultats du passage marneux décrits sur les logs de sondages.

5.1.4 Relation entre la blancheur et la teneur en Fe_2O_3

Les résultats de laboratoire ont donné pour les 5 sondages S27 à S31 et pour chacun des 103 échantillons une teneur en Fe_2O_3 et une lecture blancheur.

Mais au vu de ces résultats il est à constater que pour une même teneur en Fe_2O_3 il y correspond un bon nombre de valeur de blancheur.

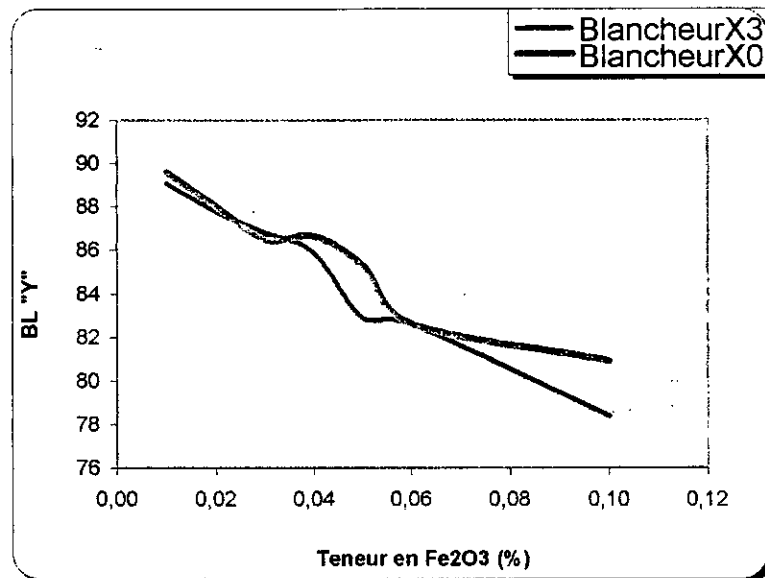
Pour établir une relation biunivoque entre ces deux variables, nous avons donc calculé pour chacune des classes de Fe_2O_3 la moyenne de blancheur donné par le tableau ci dessous :

Classes Fe_2O_3	fréquence	BL " Y " moyen	BL " L " moyen	BL "y" après traitement
0,01	18	89,08	95,61	89,59
0,02	35	87,78	95,06	88,02
0,03	18	86,80	94,64	86,50
0,04	13	85,88	94,26	86,64
0,05	3	82,90	92,96	85,33
0,06	5	82,63	92,84	82,63
>0,1	7	77,43	90,07	76,59

Tableau 5-1 Relation entre les classes de Fe_2O_3 et la blancheur moyenne associée

L'erreur que l'on pourrait commettre en procédant de la sorte serait à peine de 1.5 point de part et d'autre de la moyenne calculée et encore moins pour les classes nombreuses si l'on venait à estimer les intervalles de confiances à 5 et 1%.

Avec le même procédé de calcul pour la moyenne de la blancheur des éléments X_0 associée aux même teneurs Fe_2O_3 de X_3 , nous en déduisons le graphe ci après :



*je me souviens
sur Essai
Lancé*

Figure 5.4. Variation entre les classes de Fe₂O₃ et la blancheur moyenne

La représentation graphique de la blancheur in situ « X3 » et son image après traitement « X0 » en fonction de Fe₂O₃ de X3 définit trois domaines :

1. Teneur de Fe₂O₃ inférieur à 0.03 %: le processus actuel de traitement ne permet pas l'amélioration du produit en blancheur, ceci s'explique par le fait que la faible quantité de fer est un élément intrinsèque du matériaux.
2. Teneur de Fe₂O₃ entre 0.03 et 0.06 %: le processus actuel de traitement est acceptable, le fer présent est en partie un élément en sus d'accompagnement et provient des diaclasses, Karts et des stylolites.
3. Teneur de Fe₂O₃ supérieur à 0.06 %: le processus actuel de traitement est insuffisant, de fait, on est toujours en dessous de la blancheur souhaitée et ce malgré son amélioration en X0.

Teneurs limites exploitables -Teneurs limites d'application

Suivant ses applications industrielles, et suivant le marché existant, les teneurs limites d'application du carbonate de calcium sont :

(93L) 83Y < Blancheur < 86(Y) (94L)	Charge minérale quelconque
(94L) 86Y < Blancheur < 90(Y) (96L)	Charge minérale pour peinture mate Badigeonnage – poudre récurrente
Blancheur > 90(Y) (96L)	Charge minérale Peinture blanche haute qualité

Ainsi du graphe précédent on en déduit les limites exploitables ou teneur de coupure en Fe_2O_3 .

En l'état actuel de traitement, elle sera fixée à 0.06 %, ce qui correspond à 92% en blancheur "L" à l'état in situ « X3 » ou à 94% "L" après son traitement en « X0 ».

"un point matériel in situ titrant 92% de blancheur ou 0.06% de Fe_2O_3 peut être exploité sachant qu' après traitement sa blancheur sera portée au moins à 94%."

5.1.5 Estimation de blancheur des sondages de la campagne 1991

Pour la construction des courbes d'iso – teneur et sa répartition à travers l'ensemble du gisement, et profiter des données des sondages 21,22, 23 et 24, on utilisera leur teneur in situ en Fe_2O_3 pour exprimer la blancheur de leurs éléments correspondants en X3 et X0. Cette correspondance entre Fe_2O_3 et blancheur est établie à partir du même graphe (Base de données GDM ANNEXE N°1).

5.2 Etude qualitative

4.2.1 But de l'étude

Par application du logiciel G.D.M (Gestion des Données Minières) de B.R.G.M, tracer des courbes iso teneurs aux fins de localiser les zones homogènes aptes à une exploitation sélective.

5.2.3 Présentation de GDM

GDM est un outil de gestion et de traitement de données géologiques et minières. Il est utilisé aussi bien dans les phases d'exploration que d'exploitation. Les fonctions principales qu'il propose sont :

- la gestion des données d'échantillons, de sondages, de courbes,
- la représentation graphique des données (logs, cartes, coupes),
- le traitement des sondages,
- la modélisation géologique à partir de coupes et calcul simple de réserves,
- la modélisation par géostatistique : interpolation de données pour la création de modèles (grilles de points ou de blocs) et calculs de réserves,
- l'analyse de données multi variées,
- le traitement de données structurales (stéréogrammes, cartes et logs structuraux)

L'estimateur choisi pour l'interpolation et le traitement géostatistique des variables est le krigeage avec variogramme linéaire sans dérive. C'est un estimateur proposé par G.D.M par défaut car celui-ci fourni généralement des bon résultats pourvue que les données ne soient pas affectées par des erreurs de mesures importantes.

5.2.4 PRINCIPE DE TRAVAIL - MISE EN ŒUVRE

L'étude qualitative du gisement de calcaire d'El-Khroub a été basé sur les données des logs de sondages des deux compagnes de sondages (campagne 1991, 2002).

5.2.4.1 BASE DE DONNEES G.D.M

L'introduction des données a été faite conformément au format G.D.M (ANNEXE N°I), elle consiste à saisir des données relatives aux têtes et aux passes de sondages par intervalles d'échantillonnage, à partir des logs des sondages carottés.

Données des têtes de sondages :

Les données des têtes de sondages sont représentées par les champs suivants :

- Le numéro de sondage.
- Les coordonnées des têtes de sondages (X, Y, Z).
- La longueur total des sondages (L).

Données des passes de sondages :

Les passes de sondages sont représentées par les champs suivants :

- N° d'échantillon.
- Début de l'intervalle.
- Fin de l'intervalle.
- Teneurs en composants (CaCO₃, Fe₂O₃, SiO₂, Al₂O₃ , BLY, BLL).
- Code lithologique.
- Champ texte décrivant les différentes formations rencontrées.
- Les coordonnées des passes de sondages (X, Y, Z).

5.2.4.2 Traitement des données :

De façon à laisser libre champs à l'exploitant, le traitement a été effectué pour les trois principaux éléments déterminants la qualité des calcaires (CaCO₃, Fe₂O₃ pour X3 et la blancheur suivant l'échelle L pour X3 et X0) pour chaque plancher d'exploitation (735 /750, 750 / 765, 765 / 780, 780 / 795, 795 / 810 , 810/825).

Les planchers 825 / 840 et 840 / 855 n'ont pas été pris en compte car les données et le nombre de sondages retenues sont insuffisants pour réaliser une interpolation correcte.

Pour la base de données GDM, les accidents tectoniques tels que couloirs de failles et autres ont été totalement ignorés, ceux ci seront tenus compte par soustraction lors de la phase exploitation.

Les valeurs en BLL (Blancheur échelle "L") saisies dans la base de données G.D.M sont celles qui correspondent aux teneurs de Fe₂O₃ (ANNEXE N°1).

Les paramètres d'interpolation pour le cas du gisement de calcaires d'El-Khroub sont les suivants :

- Les variables interpolées : BLL, Fe₂O₃, CaCO₃ et l'épaisseur des formations recoupées par les sondages suivant le plancher d'exploitation.
- Méthode d'interpolation : Krigeage avec variogramme linéaire sans dérive.
- Option : pondérateur positif.
- Taille suivant les dimensions du gisement : X = 1000 m, Y = 800 m.
- Limites du domaine d'interpolation : aucune limite.
- Dimension des blocs Kriger 100 × 100 m.
- Intervalle de BLL : [88-96] % avec un pas de 1 %.
- Intervalle de Fe₂O₃ : [0.01-0.06] % avec un pas de 0.01 %.
- Intervalle de CaCO₃ : [90-100] % avec un pas de 1 %.

L'étude géostatistique a abouti à l'élaboration de courbes d'iso teneurs en élément :

BLL X0	ANNEXE N° II
BLL X3	ANNEXE N° II
Fe ₂ O ₃	ANNEXE N° II
CaCO ₃	ANNEXE N° II

5.2.5 INTERPRETATION DES RESULTATS

L'analyse des cartes des iso teneurs en blancheur suivant l'échelle "L" et Fe₂O₃ du gisement montre que pour les planchers 735 / 750 , 750 / 765, 795 / 810 et 810 / 825 représentent des valeurs de Fe₂O₃ importantes.

Par contre les plancher 765 / 780 et 780 / 795 donnent des valeurs faibles en Fe₂O₃.

Cela ce justifie par l'intense fracturation qui a affecté le gisement qui correspond bien à la zone des couloirs de failles de direction NNE – SSO. Ainsi que la présence des karsts et des couches de marnes et le phénomène d'épigenèse qui a pour effet la substitution et le remplacement de certains éléments par des hydroxydes de fer tel que la calcite.

5.2.6 CALCUL DES RESERVES EXPLOITABLES

les réserves sont calculées pour des gradins de 15m de hauteur par planimètre sur les surfaces des courbes de niveaux pour chaque plancher en tenant compte des couloirs de failles et des courbes limites des iso- valeurs en blancheur L « X0 ».

L'exploitant pourrait librement opter pour une autre estimation en fonction de son choix en superposant sur ces plans d'exploitation les cartes "jauges" correspondantes.

Définition du label Carbonate de calcium et du label Agrégats :

Carbonate de Calcium :

N'est retenu comme carbonate de calcium que le matériau présent sous une banquette de 15 m entier et titrant au moins 94% de Blancheur " L".

Agrégat :

N'est retenu comme agrégat tout autre matériaux non stérile et non carbonate de calcium.

Stérile :

Les couloirs de failles sont considérés comme traversant toute la puissance du gisement, tout leur volume et considéré comme stérile.

Les réserves :

Réserves de catégorie B (sûres) :

Ce sont les réserves contenues à l'intérieur du pourtour des 9 sondages S21 à S31 soit ;

13 721 643 Tonnes en carbonates de calcium

15 544 230 Tonnes en Agrégats

Réserves de catégorie C1(probables) :

Ce sont les réserves correspond à l'extrapolation plus au moins large des réserves de la catégorie B sur une distance moyenne de 100 à 200 m, les réserves en cette catégorie sont estimés à :

6 468 735 Tonnes en carbonates de calcium

Les réserves globales en catégorie **B + C1**, répondant aux exigences industrielles pour la production du carbonate de calcium sont de l'ordre de :

20.1 Million de Tonnes.

Le détail des réserves par plancher d'exploitation, par qualité et par catégorie est donné en ANNEXE III.

CHAPITRE VI

EXPLOITATION ORIENTEE

6.1 Application – Mise en oeuvre

Le plan d'exploitation orienté est mené en considérant :

- La primauté exclusive de l'extraction du carbonate sur celle des agrégats
- Que la poursuite de la qualité Carbonate de calcium se fait à la limite de la courbe iso – teneur limite tracée et dans le domaine exclusivement plus grand ou égal à 94% BLL en X0.
- Que les travaux préparatoires d'ouverture serviront en premier lieu à l'avancée et à la création du ou des fronts de taille de carbonate de calcium – de ces travaux préparatoires, les matériaux extraits dans le cas où ils ne sont pas stériles serviront comme production d'agrégats.
- La production de carbonate de calcium ne sera effective et être considérée comme telle que lorsque les banquettes nettes de 15 m aient été dégagées.
- Les capacités de productions et les moyens sont ceux disponibles à l'Unité de production d'El-Khroub sauf indication nécessaire.
- Les contraintes et données de bases d'exploitation suivantes :

6.2 Données de base de l'Exploitation orientée

6.2.1 Emplois du temps :

L'activité minière de production de la carrière s'étale sur :

Poste de foration : 10 postes/2x1 semaine du Samedi au Mercredi

Poste Agrégats

Chargement

Roulage

Concassage Primaire : 20 postes/2x1 semaine du Samedi au Mercredi

Poste Carbonate de calcium

Chargement

Roulage

Concassage Primaire :20 postes/2x1 semaine du Samedi au Mercredi

Temps effectif de production

Pour le calcul il est compté 7 heures par poste de travail pendant 5 jours

6.2.2 Capacité installée

Les équipements de production en carrière sont :

1.Abattage

Explosif

Consommation en gradin	120 g / t
Consommation en stérile (couloirs de failles)	150 g / t
Consommation en agrégats flanc de coteau	150 g / t
Consommation en champs de mine	150 g / t
Approvisionnement	1 fois par 2x1 semaine
Chantiers abattus à la fois	3

Trois travaux à exécuter simultanément :

- Travaux préparatoires 1 (chantier 1) production Agrégats ou stérile
- Travaux préparatoires 2 (chantier 2) production Agrégats ou stérile
- Chantier 3 Production Carbonate de Calcium.

2. Travaux de défonçage

Ces travaux sont exécutés à l'aide d'un Bull Dozer avec les caractéristiques suivantes :

Bull Dozer

Marque CATERPILLAR

Type D 10 N

Rendement 0.9

Cet équipement est destiné à l'exécution :

- Des travaux préparatoires :

- Préparation des plates formes de foration
- Ouverture des pistes d'accès.
- Ouverture des gradins.

- Des Travaux de Terrassement : Il est utilisé pour le terrassement des rampes à flanc de coteau d'accès au forage des chariots à raison de 3 h / jour.

Ripage et refoulement de :

Parties stériles des couloirs de failles en refoulement débit : 600 t / h.

sur les plans tirées en champs de mine en refoulement et ripage débit : 500 t / h

3.Foration et tir

3.1 Chariot de forage

Le chariot est destiné à l'exécution des travaux préparatoires en flanc de coteau, production agrégats et dans les couloirs de failles.

Marque	INGERSOLL RAND
Type	CM 345
Marteau	fond de trou
Diamètre de foration	105 mm
Maille de foration	3 × 3 m ²
Rendement	0.8

Vitesse de foration :

Agrégats sur flanc de coteau	10 m / h
Agrégats sur gradin	12 m / h
Stérile dans les couloirs de failles	8 m / h

3.2 Sondeuse

Cette sondeuse est destinée principalement à la foration de production du CaCO₃ à partir de banquettes finies de gradins.

Marque :	INGERSOLL RAND
Type :	DM 25
marteau :	fond de trou
Diamètre de foration :	170 mm
Maille de foration :	5 × 5 m ²
Vitesse de foration	20 m / h à 30 m / h.

4. Chargement :

Pelle chargeuse sur pneus

Marque :	KUMATSU
Type :	WA - 600
Capacité de godet :	6,1 M ³
Débit :	600 t / h
Débit au concasseur agrégats	470 t / h
Débit au concasseur CaCO ₃	470 t / h
Débit Au stérile :	600 T / h
Rendement :	0.9

5. Roulage

Dumpers

Marque :	CATERPILLAR
Type :	769 C
Charge utile	30 T
Vitesse moyenne du cycle	20 km / h
Rendement :	0.8

6. Concasseur Agrégats

Concasseur à mâchoire S

Marque	DRAGON
Type	MR140
Capacité installée	400 t/ h
Stokage	stock pile
Taux de scalpage	15%
Régime de travail	140 heures / 2x1 semaines
Besoin max	43200 tonnes / 2x1 semaine
Rendement	85 %

7. Concasseur Carbonate de calcium Primaire

Concasseur a mâchoire

Marque	DRAGON
Type	MR140
Capacité installée	400 t / h
Stockage	stock pile
Taux de scalpage	10 %
Régime de travail	140 heures / 2x1 semaines
Besoin max	18000 tonnes / 2x1 semaine
Rendement	85 %

8. Concasseur Carbonate de calcium secondaire

primaire

Marque	HAMEZAG
Type	PS.13.13
Débit	200 t/ h
Taux de scalpage	48 %
Taux d'élimination sable	30 %
Débit broyeur	25 t / h
Régime de travail	20 h / jour
Besoin exprimé	18000 t/ 2x1 semaine

Etat des lieux

A l'instant T0 les travaux minier existants en carrière sont :

- Deux gradins 735 / 743 et 743 / 750 en arrêt de production
- Gradin 750 / 765 en arrêt de production
- Gradin 765 / 795 en production à la fois pour le carbonate et pour les agrégats
- Gradin 810 / 825 en préparation pour les gradins carbonate de calcium
- Gradin 825 / 840 non productif - chemin d'accès pour le chantier de foration du gradin inférieur

Projet d'exploitation et Conduite des travaux

Le projet d'exploitation s'étalera sur tout le temps nécessaire pour la préparation complète de la carrière et la menée en production de croisière des gradins carbonate et agrégats soit :

Carbonate de calcium

Production nominale	:	18.000 tonnes /15 jours en Tout venant de carrière
Hauteur gradin	:	15 m
Longueur front de taille	:	46 m
Nombre de volées par tir	:	1

Agrégats

Production nominale	:	43.200 tonnes/15 jours en TV de carrière
Hauteur gradin	:	15 m
Longueur front de taille	:	105 m
Nombre de volées par tir	:	1

6.3 Exécution des travaux

6.3.1 Première phase T0 à T0+48 semaines

A l'état actuel d'exploitation la carrière d'El-khroub ne dispose pas de blocs libres pour carbonates de calcium dans le périmètre étudié qualitativement dans le chapitre précédent, et pour assurer une production de 18 000 T/2x1 semaine, on est obligé de réaliser les travaux préparatoires au même temps que les travaux d'extraction de carbonates de calcium.

Pour ce faire on commence les travaux d'extension des travaux préparatoires sur les planchers 810/825, 825/840 et l'extraction du stérile au niveau du couloir de faille secondaires CA_{IV}.

Les travaux préparatoires d'ouverture du gradin 795/810 se fera du couloir de faille CAII vers CAI en alternance avec le gradin 825/840 pendant les 16 premières semaines.

Au même temps que les travaux préparatoires avancent sur les fronts en parallèles d'Est en Ouest, on extrait le carbonate de calcium depuis les niveaux 810/825 et 795/810 à la cadence de 18 000 T/2x1 semaine

Les détails de déroulement de cette phase sont données sur le schéma d'exploitation

Trois travaux à exécuter simultanément :

- Travaux préparatoires 1 (chantier 1)
- Travaux préparatoires 2 (chantier 2)
- Production CaCO₃ (chantier 3)

Chantier 1

- Travaux préparatoires agrégats plancher 825 / 840

Le tir se fait une fois par mois

Longueur d'avancement	: 24 m
Volume total	: 65 520 tonnes
Volume d'une tranche de 3m	: 4095 tonnes
Longueur de foration	: 193.6 m
Quantité d'explosif	: 491.4 kg/tranche
Durée de foration	: 0.55 semaines
Durée d'exécution	: 16 semaines (de O à 16 ^{ème} semaine)

-Travaux préparatoires agrégats plancher 795 / 810

Le tir se fait une fois par mois

Longueur d'avancement	: 24 m
Volume total	: 65 520 tonnes
Volume d'une tranche de 3m	: 4095 tonnes
Longueur de foration	: 193.6 m
Quantité d'explosif	: 491.4 kg/2x1 semaine
Durée de foration	: 0.55 semaines
Durée d'exécution	: 16 semaines (de 0 ^{ème} □ 16 ^{ème} semaine)

-Travaux préparatoires agrégats plancher 795 / 810

Longueur d'avancement	: 24 m
Volume total	: 65 520 tonnes
Volume de deux tranches de 3m	: 8190 tonnes
Longueur de foration	: 387.2 m
Quantité d'explosif	: 491.4 kg/2x1 semaine
Durée de foration	: 1.1 semaines
Durée d'exécution	: 8 semaines (de 16 ^{ème} □ 24 ^{ème} semaine)

-Travaux préparatoires agrégats plancher 825 / 840 (suite)

Longueur d'avancement	: 48 m
Volume total	: 130 380 tonnes
Volume de deux tranches de 3m	: 8 190 tonnes
Longueur de foration	: 387.2 m
Quantité d'explosif	: 1 228.5 kg/2x1 semaine
Durée de foration	: 1.1 semaines
Durée d'exécution	: 16 semaines (de 24 ^{ème} □ 40 ^{ème} semaine)

-Travaux préparatoires agrégats plancher 810 / 825 (suite)

Longueur d'avancement	: 24 m
Volume total	: 65 520 tonnes
Volume de deux tranches de 3m	: 8190 tonnes
Longueur de foration	: 387.2 m
Quantité d'explosif	: 1 228.5 kg/2x1 semaine
Durée de foration	: 1.1 semaines
Durée d'exécution	: 8 semaines (de 40 ^{ème} □ 48 ^{ème} semaine)

Chantier 2

-Travaux préparatoires agrégats plancher 810 / 825

Longueur d'avancement	: 72 m
Volume total	: 157 248 tonnes
Volume de deux tranches de 3m	: 8190 tonnes
Longueur de foration	: 387.2 m
Quantité d'explosif	: 1 228.5 kg/2x1 semaine
Durée de foration	: 1.1 semaines
Durée d'exécution	: 24 semaines (de 0 □ 24 ^{ème} semaine)

-Travaux préparatoires agrégats plancher 795 / 810 (suite)

Longueur d'avancement	: 48 m
Volume total	: 65 520 tonnes
Volume de deux tranches de 3m	: 8190 tonnes
Longueur de foration	: 387.2 m
Quantité d'explosif	: 1 228.5 kg/2x1 semaine
Durée de foration	: 1.1 semaines
Durée d'exécution	: 16 semaines (de 24 ^{ème} □ 48 ^{ème} semaine)

Chantier 3

-Exploitation carbonate de calcium plancher 810 / 825

Volume exigé	: 432 000 tonnes / 24 semaines
Longueur de foration	: 1450 m
Quantité d'explosif	: 2 160 kg / 2x1 semaine
Durée d'exécution	: 24 semaines (de 0 □ 24 ^{ème} semaine)

-Exploitation carbonate de calcium plancher 795 / 810

Volume exigé	: 144 000 tonnes / 8 semaines
Longueur de foration	: 1 450 m
Quantité d'explosif	: 2160 kg / 2x1 semaine
Durée d'exécution	: 8 semaines (de 24 ^{ème} □ 32 ^{ème} semaine)

- Exploitation carbonate de calcium plancher 810 / 825

Volume exigé	: 181 000 tonnes / 44 semaines
Longueur de foration	: 1450 m
Quantité d'explosif	: 1080 kg /2x1 semaine
Durée d'exécution	: 16 semaines (de 32 ^{ème} □ 48 ^{ème} semaine)

6.3.2 Deuxième phase T48 à 92 = T0 +92

Cette phase consiste à dégager le reste du niveau 795/810 entre les deux couloirs de failles CA_I et CA_{II} avec le couloir de failles secondaire CA_{IV} au même niveau et en même temps on prépare le gradin 780/795 au Sud-Est à la limite de la future route d'accès niveau 795.

Le CaCO₃ est extrait du niveau 795/810 ente les deux failles CA_I et CA_{II}

Cette phase durera 44 semaines avec le même principe que la précédente

Trois travaux à exécuter simultanément :

- Travaux préparatoires 1 (chantier 1)
- Travaux préparatoires 2 (chantier 2)
- Production CaCO₃ (chantier 3)

Chantier 1

- Travaux préparatoires agrégats plancher 795 / 810

Longueur d'avancement	: 132 m
Volume total	: 111 020 tonnes
Volume de deux tranches de 3m	: 8 190 tonnes
Longueur de foration	: 387.2 m
Quantité d'explosif	: 1 228 kg/2x1 semaine
Durée de foration	: 1.38 semaines
Durée d'exécution	: 44 semaines (de 48 □ 92 ^{ème} semaine)

Chantier 2

-Travaux Préparatoires Stérile (CAII) plancher 780 / 795

Longueur d'avancement	: 48 m
Volume total	: 101 080 tonnes
Volume de deux tranches	: 12 636 tonnes
Quantité d'explosif	: 1 513 kg / 2x1 semaine
Longueur de foration	: 540 m
Durée de foration	: 1.92 semaines
Durée d'exécution	: 16 semaines (de 48 □ 64 ^{ème} semaine)

- **Travaux Préparatoires agrégats plancher 795 / 810 EST**

Longueur d'avancement	: 84 m
Volume total	: 98 280 tonnes
Volume De deux tranches	: 7 020 tonnes
Quantité d'explosif	: 1 054 kg / 2x1semaine
Longueur de foration	: 356 m
Durée de foration	: 1.26 semaines
Durée d'exécution	: 28 semaines
	(de 64 ^{ème} → 92 ^{ème} semaine)

Chantier 3

- **Exploitation carbonate de calcium plancher 795 / 810**

Volumé exigé	: 396000 tonnes / 44 semaines
Longueur d'avancement	: 145 m
Longueur de foration	: 725 m
Quantité d'explosif	: 1080 kg / semaine
Durée d'exécution	: 44 semaines (de 48 → 92 ^{ème} semaine)

6.3.3 Troisième phase T92 à 136 = T0 +136

Cette phase est caractérisée par la suite de dégagement du niveau 795 partie Est, ainsi que par l'enlèvement des stériles au niveau des couloirs de failles CA II 810/825 et CAII 795/810 pour accéder à la partie ouest du gisement.

L'extraction de CaCO₃ se fait à partir du niveau 780/795, pendant les 44 semaines.

Trois travaux à exécuter simultanément :

- Travaux préparatoires 1 (chantier 1)
- Travaux préparatoires 2 (chantier 2)
- Production CaCO₃ (chantier 3)

Chantier 1

- **Travaux Préparatoires agrégats plancher 795 / 810**

Longueur d'avancement	: 132 m
Volume total	: 111 540 tonnes/ 44 semaines
Volume de deux tranches	: 5 070 tonnes/2x1semaine
Quantité d'explosif	: 972 kg/ 2x1semaine
Longueur de foration	: 256 m
Durée de foration	: 0.9 semaine
Durée d'exécution	: 44 semaines (de 92 → 136 ^{ème} semaine)

Chantier 2

-Travaux Préparatoires agrégats jusqu'au couloir CAI plancher 795 / 810

Longueur d'avancement : 36 m

Volume total : 43 680 tonnes

Volume de deux tranches : 8 190 tonnes/15j

Quantité d'explosif : 1228.5 kg/2x1 semaine

Longueur de foration : 387.2 m

Durée de foration : 1.38 semaines

Durée d'exécution : 12 semaines

(de 92^{ème} □ 104^{ème} semaine)

- Travaux Préparatoires stérile couloir CAI plancher 810/825

Longueur d'avancement : 48 m

Volume total : 54 600 tonnes

Volume de deux tranches : 8 190 tonnes/2x1 semaine j

Quantité d'explosif : 982.8kg

Longueur de foration : 387.2 m

Durée de foration : 1.38 semaines

Durée d'exécution : 16 semaines

(de 104^{ème} □ 120^{ème} semaine)

- Travaux Préparatoires stérile couloir CAI plancher 810 / 825

Longueur d'avancement : 48 m

Volume total : 130 260 tonnes

Volume d'une tranche : 8 190 tonnes/2x1 semaine

Quantité d'explosif : 982.8 kg/2x1 semaine

Longueur de foration : 387.2 m

Durée de foration : 1.38 semaine

Durée d'exécution : 16 semaines

(de 120^{ème} □ 136^{ème} semaine)

Chantier 3

- Exploitation Carbonate de calcium plancher 780 / 795

Volume total : 396 000 tonnes / 44 semaines

Longueur de foration : 845 m

Quantité d'explosif : 2 160 kg / 2x1 semaine

Durée d'exécution : 44 semaines

(de 92^{ème} □ 136^{ème} semaine)

6.3.4 Quatrième phase T 136 à 208 = T0 + 208

Cette phase est caractérisée par le début des travaux préparatoires dans la partie Ouest du gisement et les travaux préparatoires de plancher 780/795 entre les couloires de faille CA_I et CA_{II}, ainsi que l'exécution du tracé de la route d'accès principale Sud-Est extension de la piste existante menant depuis le concasseur vers le future gradin 795 / 780 via les anciens gradins.

Trois travaux à exécuter simultanément :

- Travaux préparatoires 1 (chantier 1)
- Travaux préparatoires 2 (chantier 2)
- Production CaCO₃ (chantier 3)

Chantier 1

-Travaux Préparatoires plancher 795 / 810

Longueur d'avancement	: 144 m
Volume total	: 294 000 tonnes
Volume de deux tranches de 3 m	: 8 190 Tonnes
Quantité d'explosif	: 1214 kg / 2x1semaine
Longueur de foration	: 387.2 m.
Durée de foration	: 1.38 semaines
Durée d'exécution	: 72 semaines (de 136 ^{ème} → 208 ^{ème} semaines)

Chantier 2

-Travaux Préparatoires plancher 810 / 825

Longueur d'avancement	: 60 m
Volume total	: 161 850 tonnes
Volume de deux tranches de 3 m	: 16 185 Tonnes
Quantité d'explosif	: 645 kg / 2x1semaine
Longueur de foration	: 575 m.
Durée de foration	: 1.38 semaines
Durée d'exécution	: 20 semaines (de 136 ^{ème} → 156 ^{ème} semaine)

-Travaux Préparatoires Stérile (CA₁) plancher 795 / 810

Longueur d'avancement	: 42 m
Volume total	: 48 000 tonnes
Volume de deux tranches de 3 m	: 8 190 Tonnes
Quantité d'explosif	: 1214 kg / 2x1semaine
Longueur de foration	: 387.2 m
Durée de foration	: 1.38 semaines
Durée d'exécution	: 14 semaines (de 156 ^{ème} □ 170 ^{ème} semaine)

-Travaux de construction de la route Sud Est

8 semaines seront consacrées à l'exécution de la route principale d'accès aux niveaux d'exploitation de l'Est en remplacement de la route actuelle qui relie le concasseur aux gradins supérieur du 825 et 840. celles-ci étant fermées pour cause de travaux préparatoires aux planchers 780/795 (de la 170^{ème} □ 178^{ème} semaines).

-Travaux Préparatoires plancher 780 / 795

Longueur d'avancement	: 96 m
Volume total	: 125 580 tonnes
Volume de deux tranches de 3 m	: 8 190 Tonnes
Quantité d'explosif	: 1214 kg / 2x1semaine
Longueur de foration	: 387.2 m
Durée de foration	: 1.38 semaines
Durée d'exécution	: 26 semaines (de 178 ^{ème} □ 204 ^{ème} semaine)

- Travaux Préparatoires plancher 810 / 825

Longueur d'avancement	: 12 m
Volume total	: 125 580 tonnes
Volume de deux tranches de 3 m	: 8 190 Tonnes
Quantité d'explosif	: 1214 kg / 2x1semaine
Longueur de foration	: 387.2 m
Durée de foration	: 1.38 semaines
Durée d'exécution	: 4 semaines (de 204 ^{ème} □ 208 ^{ème} semaine)

Chantier 3

- Exploitation Carbonate de calcium plancher 780 / 795 suite Est

Volume total	: 223 080 tonnes
Longueur de foration	: 845 m
Quantité d'explosif	: 2 160 kg / 2x1 semaine
Durée d'exécution	: 24 semaines (de 136 ^{ème} □ 160 ^{ème} semaine)

- Exploitation Carbonate de calcium plancher 795 / 810

Volume total	: 124 800 tonnes
Longueur de foration	: 845 m
Quantité d'explosif	: 2 160 kg / 2x1 semaine
Durée d'exécution	: 14 semaines (de 160 ^{ème} □ 174 ^{ème} semaine)

- Exploitation Carbonate de calcium plancher 795 / 810

Volume total	: 396 000 tonnes
Longueur de foration	: 845 m
Quantité d'explosif	: 2 160 kg / 2x1 semaine
Durée d'exécution	: 34 semaines (de 174 ^{ème} □ 208 ^{ème} semaine)

6.3.5 Cinquième phase T 208 à 273 = T0 + 273

Cette phase est caractérisée par le début des travaux préparatoires dans la partie Ouest du gisement et les travaux préparatoires de plancher 780/795 entre les couloirs de faille CA_I et CA_{II},

Trois travaux à exécuter simultanément :

- Travaux préparatoires 1 (chantier 1)
- Travaux préparatoires 2 (chantier 2)
- Production CaCO₃ (chantier 3)

Chantier 1

-Travaux préparatoires agrégats entre CAI et CAII plancher 780 / 795

Longueur d'avancement	: 132 m
Volume total	: 313 950 tonnes
Volume de deux tranches de 3 m	: 8 190 Tonnes
Quantité d'explosif	: 1 214 kg/ 2x1 semaine

Longueur de foration : 387.2 m
Durée de foration : 1.38 semaines
Durée d'exécution : 65 semaines
(de 208^{ème} □ 273^{ème} semaine)

Chantier 2

-Travaux Préparatoires FLC agrégats plancher 780 / 795

Longueur d'avancement : 96 m
Volume total : 138 840 tonnes
Volume de deux tranches de 3 m : 8 190 Tonnes
Quantité d'explosif : 1 214 kg / 2x1semaine
Longueur de foration : 387.2 m
Durée de foration : 1.38 semaines
Durée d'exécution : 26 semaines
(de 208^{ème} □ 234^{ème} semaine)

-Travaux Préparatoires jusqu'à CAI plancher 780 / 795

Longueur d'avancement : 45 m
Volume total : 61 425 tonnes
Volume de deux tranches de 3 m : 8 190 Tonnes
Quantité d'explosif : 1 214 kg / 2x1semaine
Longueur de foration : 387.2 m
Durée de foration : 1.38 semaines
Durée d'exécution : 12 semaines
(de 234^{ème} □ 246^{ème} semaine)

-Travaux Préparatoires stérile couloir CAI plancher 810 / 825

Longueur d'avancement : 21 m
Volume total : 27 300 tonnes
Volume d'une tranche : 2925 tonnes /2x1semaine
Quantité d'explosif : 702 kg
Longueur de foration : 274 m
Durée de foration : 0.96 semaines
Durée d'exécution : 7 semaines
(de 246^{ème} □ 253^{ème} semaines)

- Travaux d'extraction du stérile couloir CAI plancher 810 / 825

Volume total : 87 750 tonnes
Volume d'une tranche : 11 770 tonnes

Quantité d'explosif	: 1 412 kg / 2x1 semaine
Longueur de foration	: 532 m
Durée de foration	: 1.9 semaines
Durée d'exécution	: 15 semaine (de 253 ^{ème} □ 268 ^{ème} semaines)

- Travaux Préparatoires Agrégats plancher 810 / 825

Longueur d'avancement	: 15 m
Volume total	: 40 950 tonnes
Volume de deux tranches de 3 m	: 8 190 Tonnes
Quantité d'explosif	: 1 214 kg / 2x1 semaine
Longueur de foration	: 387.2 m
Durée de foration	: 1.38 semaines
Durée d'exécution	: 5 semaines (de 268 ^{ème} □ 273 ^{ème})

Chantier 3

- Exploitation Carbonate de calcium plancher 795 / 810

Volume total	: 153 000 tonnes
Longueur de foration	: 845 m
Quantité d'explosif	: 2 160 kg / 2x1 semaine
Durée d'exécution	: 17 semaines (de 208 ^{ème} □ 225 ^{ème} semaine)

- Exploitation Carbonate de calcium plancher 780 / 795

Volume total	: 432 000 tonnes
Longueur de foration	: 845 m
Quantité d'explosif	: 2 160 kg / 2x1 semaine
Durée d'exécution	: 48 semaines (de 225 ^{ème} □ 273 ^{ème} semaine)

Les notes de ces calculs sont données sur ANNEXE V

6.4 Conclusion

Le projet d'exploitation a été développé et orienté que pour la production exclusive du carbonate de calcium de blancheur plus grande ou égale à 94 % "L", matérialisé sur le terrain par le logiciel G.D.M

Nous avons opté pour une stratégie d'accès aux zones les plus favorables en privilégiant la production de CaCO₃ et du même coup une préparation rationnelle d'ouverture de la carrière.

Au vu des états des lieux, aux conditions et contraintes d'exploitation, cette ouverture rationnelle de la carrière pour une production à pleine capacité a nécessité un délai de 5,5 années (ANNEXE IV)

Le bilan de cette étude se résume à :

Engineering :

Courbes iso – valeurs

- Blancheur en "L" matériau in-situ
- Blancheur en "L" matériau in-situ traité – matière première CaCO₃
- Fe₂O₃ matériau in-situ
- Titre CaCO₃ matériau in-situ
- Plan d'exploitation orientée sur CaCO₃ Blancheur en "L" matériau in-situ traité

Carbonates de calcium > 94% :

- | | | |
|---|----------|---------------|
| - Les réserves | : 21.1 | MT |
| - Quantité extraite pour les 5,5 années | : 2,76 | MT |
| - Débit nominal | : 18 000 | T/ 2x1semaine |
| - Nombre de gradins ouverts | : 2 | |

Agrégats :

- | | | |
|---|----------|---------------|
| - Les réserves | : 15,54 | MT |
| - Quantité extraite pour les 5,5 années | : 1,76 | MT |
| - Débit moyen en phase de préparation | : 8 180 | T/ 2x1semaine |
| - Débit nominal après les 5,5 années | : 43 200 | T/2x1semaine |
| - Nombre de gradins ouverts | : 4 | |

Stériles :

- | | | |
|---|---------|---------------|
| - Les réserves | : 9,2 | MT |
| - Quantité extraite pour les 5,5 années | : 0,6 | MT |
| - Débit moyen en phase de préparation | : 8 180 | T/ 2x1semaine |

CONCLUSION GENERALE

L'étude de 1991 en regard des résultats chimiques excellents, avait conclu à l'aptitude des calcaires du gisement d'El-khroub à être exploité comme matière première pour la production de poudre de carbonate de calcium

La partie du gisement désignée par cette étude n'est en réalité pas exploitée mise à part une tentative de production aux deux niveaux les plus hauts 825 et 840 qui ont donné et il est vrai des résultats négatifs de blancheur rejetée radicalement par l'usine de carbonate de calcium

La production de carbonate de calcium dans son essentiel se poursuit dans la zone jusque là exploitée par les agrégats. Le matériau continuité géologique de la zone étudié en 1991 est blanc et donnait en début de mise en production en 1995 de bons résultats titrant en blancheur jusqu'à 92% en "Y" ou 97% en "L".

Malheureusement, au fil du temps cette blancheur se dégradait et allait de mal en pis.

L'étude de 1991 jugée incomplète sur l'expression de la blancheur, par mesure préventive en 2002 il a été décidé d'entreprendre une deuxième campagne d'étude pour le carbonate, en scrutant cette fois ci de fond en comble le gisement du point de vu :

- Structurale, Géophysique, Sondages carottés
- Qualité chimique
- Qualité blancheur

L'étude 2002 en est restée aux résultats et notre travail est celui de les interpréter d'en définir les qualités du gisement et en ressortir une exploitation orientée de la carrière.

Notre étude conclu que :

- Les études géophysiques n'ont pratiquement rien apportée de nouveau.
- L'étude structurale et les sondages carottés ont données par contre cette fois ci un meilleur aperçu du sous-sol - couloirs de failles – failles – micros fissures – karsts – karsts ferrugineux - stylolithes - diaclases.

- Les résultats de laboratoire des teneurs des éléments de premier ordre – Blancheur- CaCO_3 – Fe_2O_3 - complétés par ceux de la campagne 1991 ont mis en évidence les anomalies géochimiques et leur interpolation par le logiciel GDM a donné par plancher d'exploitation une zonographie graduée favorable par caractère, à tendance localisée dans la partie occidentale autour des sondages S27, S28, S29, S30, S31 et S23, S24. et en particulier entre niveaux 735 à 780

Cette zonalité graduée en éléments : blancheur – Fe_2O_3 – CaCO_3 matérialisée pour chaque plancher d'exploitation donne à l'exploitant le libre choix de produire un carbonate de calcium suivant le caractère souhaité.

Pour application, nous avons développé une exploitation orientée sur la production d'un carbonate de calcium exclusivement blanc, Pour le reste des planchers inférieures l'exploitation va être menée après l'exécution des travaux prévues pendant les 5,5 années dans la direction Sud-Est et Nord-Ouest. Les travaux miniers pour chaque plancher ont été menés le long de la courbe limite de 94% de blancheur "L" produit fini à l'usine exprimée à l'avance depuis la carrière.

Bibliographie

- [1] Couteau M (2001) Géophysique appliquée II, GLQ 3202, Méthodes électriques, Université de Montréal
- [2] Chapellier D (2000) Cours de géophysique, prospection électrique de surface, Université de Lausanne. Institut Français du pétrole
- [3] DREG&SNMC (1978) Rapport géologique, projet d'agrégats du gisement d'El-Khroub.
- [4] UREG (1991) Rapport géologique, poudre de carbonate de calcium du gisement d'El-Khroub
- [5] GEOCONSEIL (2002) Rapport de l'étude structurale du gisement d'El-Khroub.
- [6] GEOCONSEIL (2002) Rapport de l'étude géophysique (prospection électrique)
- [7] GEOCONSEIL (2002) Rapport de l'étude géophysique (prospection sismique)
- [8] DREG&SNMC (1978) Rapport géologique, recherche détaillée du gisement d'El-Khroub
- [9] ENG (2003) Rapport final de l'étude qualitative du gisement d'El-Khroub
- [10] CERAD (2003) Rapport de l'étude qualitative du gisement d'El-Khroub
- [11] ENG (2002) Plan d'exploitation actualisé de la carrière d'El-Khroub au 1 / 1000
- [12] ENG (1992) Plan topographique du gisement d'El-Khroub au 1 / 2000
- [13] TRAVEN (1957) Carte géologique d'El-Khroub au 1 / 50 000
- [14] VILA J M (1977) Carte géologique de la région de Constantine au 1 / 200 000.
- [15] GEOCONSEIL (2002) Rapport final de l'étude du gisement de CaCO₃ d'El-Khroub

ANNEXE I

**RESULTATS DES ANALYSES CHIMIQUES
ET LES LOGS DES SONDAGES CAROTTES**

1- Résultats des analyses chimiques

Les Résultats des Analyses chimiques sont données sous format de base de données pour GDM

sondages		Données des passes de sondages								Coord, des passes de sond,				
N°	Long (m)	N°, Echant	Intervalles		Résultats des analyses chimiques					Description Lithologique	X	Y	Z	
			DE	A	CaCO3	SiO2	Fe2O3	Al2O3	BLL					
27	57,60		0,00	0,97							Terre végétale	865 778,38	334 765,41	791,00
		2	0,97	2,97	99,38	0,15	0,03	0,02	95,38	calcaires blancs	865 778,38	334 765,41	789,00	
		3	2,97	5,97	99,64	0,02	0,02	0,01	95,15	- // -	865 778,38	334 765,41	786,00	
		4	5,97	8,97	99,27	0,27	0,03	0,08	96,09	- // -	865 778,38	334 765,41	783,00	
		5	8,97	11,97	99,75	0,04	0,01	0,02	95,74	- // -	865 778,38	334 765,41	780,00	
		6	11,97	14,97	98,16	1,56	0,02	0,29	95,49	- // -	865 778,38	334 765,41	777,00	
		7	14,97	17,97	98,82	0,03	0,01	0,01	95,91	- // -	865 778,38	334 765,41	774,00	
		8	17,97	20,97	99,71	0,02	0,01	0,01	95,77	- // -	865 778,38	334 765,41	771,00	
		9	20,97	23,97	99,63	0,02	0,01	0,01	95,71	- // -	865 778,38	334 765,41	768,00	
		10	23,97	26,97	97,32	1,58	0,02	0,28	96,54	- // -	865 778,38	334 765,41	765,00	
		11	26,97	29,97	99,09	0,32	0,04	0,11	95,19	- // -	865 778,38	334 765,41	762,00	
		12	29,97	32,97	99,11	0,21	0,08	0,15	91,13	Calcaires gris clairs	865 778,38	334 765,41	759,00	
		13	32,97	35,97	98,96	0,27	0,02	0,04	94,66	- // -	865 778,38	334 765,41	756,00	
		14	35,97	38,97	99,32	0,29	0,01	0,06	95,36	- // -	865 778,38	334 765,41	753,00	
		15	38,97	41,97	98,46	0,84	0,03	0,17	95,41	- // -	865 778,38	334 765,41	750,00	
		16	41,97	44,97	98,46	0,8	0,03	0,17	94,69	- // -	865 778,38	334 765,41	747,00	
		17	44,97	47,97	99,34	1,04	0,01	0,01	94,51	- // -	865 778,38	334 765,41	744,00	
		18	47,97	50,97	99,07	0,1	0,03	0,07	94,71	- // -	865 778,38	334 765,41	741,00	
		19	50,97	53,97	96,95	0,09	0,04	0,05	93,88	- // -	865 778,38	334 765,41	738,00	
		20	53,97	56,97	97,82	0,08	0,04	0,05	94,33	Calcaires gris	865 778,38	334 765,41	735,00	
			56,97	57,60					Calcaires gris clairs	865 778,38	334 765,41	734,37		
28	70,50		0,00	1,02						Terre végétale	865 941,63	335 084,19	854,00	
		2	1,02	3,02	96,48	1,94	0,05	0,43	82,16	calcaires gris clairs	865 941,63	335 084,19	852,00	
		3	3,02	6,02	98,96	0,21	0,03	0,09	94,02	- // -	865 941,63	335 084,19	849,00	
		4	6,02	9,02	98,88	0,41	0,03	0,13	93,16	calcaires blancs	865 941,63	335 084,19	846,00	
		5	9,02	12,02	98,23	0,74	0,06	0,18	93,58	- // -	865 941,63	335 084,19	843,00	
		6	12,02	15,02	96,55	1,41	0,07	0,4	91,85	calcaires cristallins	865 941,63	335 084,19	840,00	
		7	15,02	18,02	97,71	0,77	0,08	0,3	90,63	calcaires gris	865 941,63	335 084,19	837,00	
		8	18,02	21,02	99,38	0,25	0,02	0,03	94,95	calcaires gris clairs	865 941,63	335 084,19	834,00	
		9	21,02	24,02	99,32	0,23	0,01	0,04	94,3	- // -	865 941,63	335 084,19	831,00	
		10	24,02	27,02	99,14	0,34	0,01	0,05	95,36	- // -	865 941,63	335 084,19	828,00	
		11	27,02	30,02	96,86	0,52	0,03	0,1	94,54	- // -	865 941,63	335 084,19	825,00	
		12	30,02	33,02	93,23	1,21	0,2	0,45	91,57	- // -	865 941,63	335 084,19	822,00	
		13	33,02	36,02	95,55	2,37	0,42	1,7	87,62	marnes	865 941,63	335 084,19	819,00	
		14	36,02	39,02	95,55	2,12	0,06	0,54	92,16	calcaires gris	865 941,63	335 084,19	816,00	
		15	39,02	42,02	98,29	0,72	0,02	0,14	94,84	calcaires gris clairs	865 941,63	335 084,19	813,00	
		16	42,02	45,02	98,13	0,35	0,02	0,158	91,79	- // -	865 941,63	335 084,19	810,00	
		17	45,02	48,02	98,09	0,37	0,06	0,08	93,62	- // -	865 941,63	335 084,19	807,00	
		18	48,02	51,02	97,05	0,92	0,04	0,13	94,06	- // -	865 941,63	335 084,19	804,00	
		19	51,02	54,02	90,43	3,47	0,71	1,67	87,69	marnes	865 941,63	335 084,19	801,00	
		20	54,02	57,02	99,18	0,25	0,04	0,03	94,52	calcaires gris clair	865 941,63	335 084,19	798,00	
		21	57,02	60,02	97,84	0,37	0,06	0,18	91,89	calcaires gris	865 941,63	335 084,19	795,00	

sondages		Données des passes de sondages								Coord, des passes de sond,			
N°	Long (m)	N°, Echant	Intervalles		Résultats des analyses chimiques					Description Lithologique	X	Y	Z
			DE	A	CaCO3	SiO2	Fe2O3	Al2O3	BLL				
		22	60,02	63,02	99,05	0,12	0,04	0,06	94,17	calcaires gris clair	865 941,63	335 084,19	792,00
		23	63,02	66,02	98,75	0,23	0,06	0,11	92,96	- // -	865 941,63	335 084,19	789,00
		24	66,02	69,02	98,3	0,16	0,04	0,08	94,21	calcaires gris clair	865 941,63	335 084,19	786,00
		25	69,02	70,50	98,64	0,15	0,04	0,08	94,23	- // -	865 941,63	335 084,19	784,52
29	81,50		0,00	0,50						Terres végétales	865 784,19	334 965,59	816,00
		1	0,50	3,50	98,8	0,16	0,05	0,03	93,76	calcaires blancs	865 784,19	334 965,59	813,00
		2	3,50	6,50	98,77	0,16	0,05	0,03	96,12	calcaires gris clair	865 784,19	334 965,59	810,00
		3	6,50	9,50	99,07	0,11	0,02	0,03	94,77	- // -	865 784,19	334 965,59	807,00
		4	9,50	12,50	99,77	0,14	0,03	0,04	95,43	- // -	865 784,19	334 965,59	804,00
		5	12,50	15,50	99,32	0,12	0,02	0,03	94,98	- // -	865 784,19	334 965,59	801,00
		6	15,50	18,50	99,25	0,14	0,02	0,03	94,98	- // -	865 784,19	334 965,59	798,00
		7	18,50	21,50	99,14	0,13	0,02	0,03	94,9	- // -	865 784,19	334 965,59	795,00
		8	21,50	24,50	99,09	0,12	0,03	0,02	94,69	- // -	865 784,19	334 965,59	792,00
		9	24,50	27,50	99,14	0,12	0,03	0,02	94,56	- // -	865 784,19	334 965,59	789,00
		10	27,50	30,50	99,25	0,12	0,02	0,02	94,54	- // -	865 784,19	334 965,59	786,00
		11	30,50	33,50	99	0,12	0,02	0,03	94,91	- // -	865 784,19	334 965,59	783,00
		12	33,50	36,50	99,34	0,14	0,04	0,02	95,06	- // -	865 784,19	334 965,59	780,00
		13	36,50	39,50	99,61	0,11	0,02	0,02	95,07	- // -	865 784,19	334 965,59	777,00
		14	39,50	42,50	99,64	0,14	0,03	0,03	94,59	- // -	865 784,19	334 965,59	774,00
		15	42,50	45,50	98,84	0,1	0,03	0,03	94,26	- // -	865 784,19	334 965,59	771,00
		16	45,50	48,50	99,25	0,12	0,03	0,04	94,14	- // -	865 784,19	334 965,59	768,00
		17	48,50	51,50	99,07	0,12	0,03	0,04	92,71	- // -	865 784,19	334 965,59	765,00
		18	51,50	54,50	98,88	0,12	0,03	0,04	93,68	- // -	865 784,19	334 965,59	762,00
		19	54,50	57,50	98,84	0,38	0,22	0,13	92,54	- // -	865 784,19	334 965,59	759,00
		20	57,50	60,50	98,98	0,43	0,08	0,2	90,18	- // -	865 784,19	334 965,59	756,00
		21	60,50	63,50	99,54	0,17	0,04	0,07	93,78	- // -	865 784,19	334 965,59	753,00
		22	63,50	66,50	98,96	0,12	0,02	0,02	95,05	- // -	865 784,19	334 965,59	750,00
		23	66,50	69,50	98,93	0,03	0,02	0,03	94,55	- // -	865 784,19	334 965,59	747,00
		24	69,50	72,50	99,07	0,08	0,02	0,02	94,38	- // -	865 784,19	334 965,59	744,00
		25	72,50	75,50	98,36	0,55	0,12	0,27	90,94	- // -	865 784,19	334 965,59	741,00
		26	75,50	78,50	93,91	2,69	0,57	1,34	86,8	marnes	865 784,19	334 965,59	738,00
		27	78,50	81,50	98,38	0,7	0,11	0,21	92,32	calcaires gris foncé	865 784,19	334 965,59	735,00
30	61,00		0,00	0,50						terre végétale	865 689,50	334 926,31	795,77
		1	0,50	2,27	99,71	0,04	0,02	0,01	95,55	calcaires blancs	865 689,50	334 926,31	794,00
		2	2,27	4,27	99,21	0,03	0,02	0,02	95,9	- // -	865 689,50	334 926,31	792,00
		3	4,27	7,27	98,88	0,03	0,01	0,01	95,96	- // -	865 689,50	334 926,31	789,00
		4	7,27	10,27	99,21	0,04	0,02	0,01	95,68	- // -	865 689,50	334 926,31	786,00
		5	10,27	13,27	98,88	0,04	0,02	0,01	95,68	- // -	865 689,50	334 926,31	783,00
		6	13,27	16,27	99,7	0,03	0,01	0,01	95,5	- // -	865 689,50	334 926,31	780,00
		7	16,27	19,27	99,7	0,04	0,02	0,01	95,13	- // -	865 689,50	334 926,31	777,00
		8	19,27	22,27	99,71	0,04	0,01	0,02	95,43	- // -	865 689,50	334 926,31	774,00
		9	22,27	25,27	99,7	0,03	0,02	0,01	95,45	- // -	865 689,50	334 926,31	771,00
		10	25,27	28,27	98,72	0,02	0,02	0,01	95,83	- // -	865 689,50	334 926,31	768,00
		11	28,27	31,27	99,55	0,01	0,01	0,01	95,86	- // -	865 689,50	334 926,31	765,00
		12	31,27	34,27	99,75	0,01	0,02	0,01	94,92	- // -	865 689,50	334 926,31	762,00
		13	34,27	37,27	99,16	0,05	0,02	0,03	95,23	calcaires gris	865 689,50	334 926,31	759,00
		14	37,27	40,27	99,66	0,04	0,02	0,02	95,67	- // -	865 689,50	334 926,31	756,00
		15	40,27	43,27	99,39	0,01	0,01	0,01	96,38	- // -	865 689,50	334 926,31	753,00
		16	43,27	46,27	99,71	0,01	0,01	0,01	95,85	calcaires blancs	865 689,50	334 926,31	750,00
		17	46,27	49,27	99,25	0,01	0,02	0,01	94,82	- // -	865 689,50	334 926,31	747,00
		18	49,27	52,27	99,79	0,01	0,02	0,01	94,96	- // -	865 689,50	334 926,31	744,00
		19	52,27	55,27	99,64	0,01	0,02	0,02	94,76	calcaires gris	865 689,50	334 926,31	741,00
		20	55,27	58,27	99,73	0,01	0,02	0,01	94,51	calcaires blancs	865 689,50	334 926,31	738,00
		21	58,27	61,00	99,77	0,02	0,02	0,01	94,57	calcaires gris	865 689,50	334 926,31	735,27

sondages		Données des passes de sondages									Coord, des passes de sond,			
N°	Long (m)	N°, Echant	Intervalles		Résultats des analyses chimiques					Description Lithologique	X	Y	Z	
			DE	A	CaCO3	SiO2	Fe2O3	Al2O3	BLL					
31	38,40		0,00	3,09							terre végétale	865 439,63	334 987,31	771,00
		2	3,09	6,09	99,84	0,07	0,02	0,01	95,72	calcaires gris clair	865 439,63	334 987,31	768,00	
		3	6,09	9,09	98,68	0,21	0,03	0,01	94,52	- // -	865 439,63	334 987,31	765,00	
		4	9,09	12,09	99,7	0,01	0,01	0,01	95,64	- // -	865 439,63	334 987,31	762,00	
		5	12,09	15,09	98,66	0,07	0,02	0,03	95,33	- // -	865 439,63	334 987,31	759,00	
		6	15,09	18,09	98,82	0,03	0,02	0,01	95,45	- // -	865 439,63	334 987,31	756,00	
		7	18,09	21,09	99,8	0,02	0,01	0,01	96,51	- // -	865 439,63	334 987,31	753,00	
		8	21,09	24,09	99,8	0,01	0,04	0,01	94,92	- // -	865 439,63	334 987,31	750,00	
		9	24,09	27,09	99,39	0,02	0,01	0,04	96,21	- // -	865 439,63	334 987,31	747,00	
		10	27,09	30,09	99,32	0,01	0,01	0,01	96,03	- // -	865 439,63	334 987,31	744,00	
		11	30,09	33,09	98,98	0,01	0,04	0,01	94,89	- // -	865 439,63	334 987,31	741,00	
		12	33,09	36,09	98,93	0,01	0,04	0,01	94,89	- // -	865 439,63	334 987,31	738,00	
		13	36,09	38,40	99,29	0,09	0,03	0,03	94,92	- // -	865 439,63	334 987,31	735,69	
21	60,20	1	0,00	3,70	97,82	0,53	0,1	0,19	90,73	calcaires blancs	866 119,81	334 761,22	824,62	
		2	3,70	7,25	99,45	0,15	0,04	0,06	93,96	- // -	866 119,81	334 761,22	821,07	
		3	7,25	10,30	99,45	0,1	0,05	0,05	93,42	- // -	866 119,81	334 761,22	818,02	
		4	10,30	13,35	99,13	0,21	0,07	0,1	92,35	- // -	866 119,81	334 761,22	814,97	
		5	13,35	17,40	99,45	0,15	0,05	0,05	93,42	- // -	866 119,81	334 761,22	810,92	
		6	17,40	20,40	99,2	0,34	0,07	0,1	92,35	- // -	866 119,81	334 761,22	807,92	
		7	20,40	26,25	97,66	0,72	0,13	0,28	89,12	- // -	866 119,81	334 761,22	802,07	
		8	26,25	29,10	98,29	0,42	0,12	0,16	89,65	calcaires gris	866 119,81	334 761,22	799,22	
		9	29,10	33,00	98,77	0,35	0,11	0,16	90,19	- // -	866 119,81	334 761,22	795,32	
		10	33,00	36,40	96,45	1,41	0,32	0,62	78,89	- // -	866 119,81	334 761,22	791,92	
		11	36,40	40,80	99,27	0,18	0,06	0,09	92,88	- // -	866 119,81	334 761,22	787,52	
		12	40,80	43,85	98,38	0,51	0,09	0,19	91,27	- // -	866 119,81	334 761,22	784,47	
		13	43,85	46,90	98,68	0,37	0,08	0,14	91,81	- // -	866 119,81	334 761,22	781,42	
		14	46,90	49,80	99,13	0,22	0,07	0,09	92,35	- // -	866 119,81	334 761,22	778,52	
		15	49,80	53,00	98,91	0,37	0,08	0,15	91,81	- // -	866 119,81	334 761,22	775,32	
		16	53,00	56,05	98,71	0,44	0,11	0,18	90,19	- // -	866 119,81	334 761,22	772,27	
		17	56,05	58,40	98,93	0,23	0,07	0,09	92,35	- // -	866 119,81	334 761,22	769,92	
		18	58,40	60,20	98,89	0,29	0,09	0,11	91,27	- // -	866 119,81	334 761,22	768,12	
22	80,45	19	0,00	3,00	99,11	0,15	0,05	0,07	93,42	calcaires blancs	866 030,19	334 923,66	835,97	
		20	3,00	6,00	99,5	0,07	0,04	0,03	93,96	- // -	866 030,19	334 923,66	832,97	
		21	6,00	9,25	99,55	0,2	0,04	0,05	93,96	- // -	866 030,19	334 923,66	829,72	
		22	9,25	12,00	99,11	0,38	0,08	0,12	91,81	calcaires forcés	866 030,19	334 923,66	826,97	
		23	12,00	15,00	98,93	0,48	0,09	0,17	91,27	calcaires blancs	866 030,19	334 923,66	823,97	
		24	15,00	18,00	99,55	0,14	0,04	0,02	93,96	- // -	866 030,19	334 923,66	820,97	
		25	18,00	21,00	99,66	0,17	0,04	0,03	93,96	- // -	866 030,19	334 923,66	817,97	
		26	21,00	24,00	98,61	0,65	0,12	0,24	89,65	- // -	866 030,19	334 923,66	814,97	
		27	24,00	27,30	99,55	0,16	0,04	0,03	93,96	- // -	866 030,19	334 923,66	811,67	
		28	27,30	30,00	99,73	0,12	0,04	0,02	93,96	- // -	866 030,19	334 923,66	808,97	
		29	30,00	33,00	97,52	1,2	0,22	0,45	84,27	calcaires gris	866 030,19	334 923,66	805,97	
		30	33,00	37,10	98,59	0,61	0,15	0,2	88,04	- // -	866 030,19	334 923,66	801,87	
		31	37,10	40,00	97,71	0,9	0,22	0,3	84,27	- // -	866 030,19	334 923,66	798,97	
		32	40,00	43,00	95,77	1,76	0,29	0,64	80,5	- // -	866 030,19	334 923,66	795,97	
		33	43,00	46,00	96,27	1,56	0,39	0,55	75,12	- // -	866 030,19	334 923,66	792,97	
		34	46,00	49,95	97,75	0,86	0,18	0,31	86,42	- // -	866 030,19	334 923,66	789,02	
		35	49,95	53,00	99,23	0,25	0,08	0,1	91,21	- // -	866 030,19	334 923,66	785,97	
		36	53,00	56,05	99,59	0,07	0,04	0,04	93,96	- // -	866 030,19	334 923,66	782,92	
		37	56,05	59,10	98,82	0,3	0,09	0,12	91,27	- // -	866 030,19	334 923,66	779,87	
		38	59,10	62,15	99,55	0,17	0,05	0,07	93,42	calcaires blancs	866 030,19	334 923,66	776,82	
		39	62,15	65,20	99,36	0,07	0,05	0,03	93,42	- // -	866 030,19	334 923,66	773,77	
		40	65,20	68,25	99,09	0,14	0,06	0,06	92,88	- // -	866 030,19	334 923,66	770,72	
		41	68,25	71,30	99,25	0,2	0,05	0,04	93,42	- // -	866 030,19	334 923,66	767,67	
42	71,30	74,30	99,34	0,57	0,09	0,19	91,27	- // -	866 030,19	334 923,66	764,67			

sondages		Données des passes de sondages									Coord, des passes de sond,		
N°	Long (m)	N° Echant	Intervalles		Résultats des analyses chimiques					Description Lithologique	X	Y	Z
			DE	A	CaCO3	SiO2	Fe2O3	Al2O3	BLL				
		43	74,30	77,40	99,13	0,2	0,05	0,03	93,42	- // -	866 030,19	334 923,66	761,57
		44	77,40	80,45	99,64	0,41	0,08	0,11	91,21	- // -	866 030,19	334 923,66	758,52
23	44,00	45	0,00	5,50	99,55	0,12	0,04	0,01	93,96	calcaires clairs	865 962,81	334 663,47	791,95
		46	5,50	11,00	99,73	0,1	0,04	0,01	93,96	- // -	865 962,81	334 663,47	786,45
		47	11,00	16,00	99,73	0,13	0,04	0,01	93,96	- // -	865 962,81	334 663,47	781,45
		48	16,00	21,00	99,64	0,12	0,04	0,01	93,96	- // -	865 962,81	334 663,47	776,45
		49	21,00	26,00	99,52	0,16	0,04	0,03	93,96	calcaires gris clair	865 962,81	334 663,47	771,45
		50	26,00	31,00	99,54	0,15	0,04	0,03	93,96	- // -	865 962,81	334 663,47	766,45
		51	31,00	36,00	99,64	0,15	0,04	0,03	93,96	- // -	865 962,81	334 663,47	761,45
		52	36,00	41,00	99,43	0,26	0,06	0,06	92,88	- // -	865 962,81	334 663,47	756,45
		53	41,00	44,00	99,59	0,15	0,04	0,01	93,96	- // -	865 962,81	334 663,47	753,45
24	80,00	54	0,00	3,00	99,86	0,15	0,04	0,01	93,96	calcaires clairs	865 877,00	334 825,00	812,41
		55	3,00	6,25	99,79	0,13	0,03	0,02	94,5	- // -	865 877,00	334 825,00	809,16
		56	6,25	9,25	99,89	0,15	0,04	0,02	93,96	- // -	865 877,00	334 825,00	806,16
		57	9,25	12,30	99,82	0,2	0,04	0,03	93,96	- // -	865 877,00	334 825,00	803,11
		58	12,30	15,25	99,96	0,12	0,03	0,03	94,5	- // -	865 877,00	334 825,00	800,16
		59	15,25	18,40	99,5	0,1	0,03	0,01	94,5	- // -	865 877,00	334 825,00	797,01
		60	18,40	21,30	99,5	0,12	0,03	0,01	94,5	- // -	865 877,00	334 825,00	794,11
		61	21,30	24,30	99,75	0,18	0,03	0,02	94,5	- // -	865 877,00	334 825,00	791,11
		62	24,30	27,30	99,45	0,13	0,04	0,02	93,96	- // -	865 877,00	334 825,00	788,11
		63	27,30	30,30	99,66	0,08	0,03	0,01	94,5	- // -	865 877,00	334 825,00	785,11
		64	30,30	33,25	99,7	0,12	0,04	0,02	93,96	- // -	865 877,00	334 825,00	782,16
		65	33,25	36,30	99,73	0,11	0,03	0,01	94,5	- // -	865 877,00	334 825,00	779,11
		66	36,30	39,30	99,7	0,12	0,04	0,01	93,96	- // -	865 877,00	334 825,00	776,11
		67	39,30	43,30	99,77	0,1	0,03	0,01	94,5	- // -	865 877,00	334 825,00	772,11
		68	43,30	47,30	99,52	0,13	0,03	0,01	94,5	- // -	865 877,00	334 825,00	768,11
		69	47,30	52,30	99,29	0,39	0,06	0,1	92,88	calcaires gris foncé	865 877,00	334 825,00	763,11
		70	52,30	57,30	99,64	0,24	0,04	0,05	93,96	calcaires blancs	865 877,00	334 825,00	758,11
		71	57,30	62,30	99,64	0,12	0,04	0,01	93,96	- // -	865 877,00	334 825,00	753,11
		72	62,30	67,30	99,54	0,16	0,04	0,02	93,96	- // -	865 877,00	334 825,00	748,11
		73	67,30	73,40	99,55	0,18	0,04	0,03	93,96	- // -	865 877,00	334 825,00	742,01
		74	73,40	80,00	99,64	0,24	0,05	0,06	93,42	- // -	865 877,00	334 825,00	735,41



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

SONDAGE N°: 27 PROFONDEUR PROJETEE : 57 m
PROFONDEUR FINALE : 57.60 m

Coordonnées LAMBERT X=865778.4 m y= 334765.4 m Z= 791.97m
COMMENCE LE :12/06/2002 TERMINE LE: 14/06/2002

Foré Ct (m)	De	A	Régénération %	Diamètre (cm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
0		0.97	85	86		Terre végétale avec un niveau de calcaire blanc poreux compact de 0.20 à 0.50m	1			
0.97		1.8	91.5	86		Calcaires blancs fissurés, présentant un niveau karstique rempli d'argile lessivé entre 1.2 à 1.8 m	2	CaCO ₃ : 99.02 CaO: 55.65 SiO ₂ : 0.15 Fe ₂ O ₃ : 0.03 Al ₂ O ₃ : 0.02 Blancheur : 88.54 (95.38)		789/791
1.8		2.97		62.5	Calcaires blancs laitieux massifs et compacts rarement fissurés et caverneux avec une légère oxydations superficielles.					
2.97		5.97	99	62.5		Calcaires blancs crayeux présentant des cavités karstiques légèrement oxydées.	3	CaCO ₃ : 98.66 CaO: 55.8 SiO ₂ : 0.02 Al ₂ O ₃ : 0.01 Fe ₂ O ₃ : 0.02 Blancheur : 88.00 (95.15)		791/789
5.97		8.15		100	62.5		Calcaires blancs compacts et caverneux avec présence d'oxyde dans les cavernes et d'un passage lessivé rempli par des calcaires altérés et d'argile entre 8 et 8.15m	4		CaCO ₃ : 99.18 CaO : 55.59 SiO ₂ : 0.27 Al ₂ O ₃ : 0.08 Fe ₂ O ₃ : 0.03 Blancheur : 90.25 (96.09)
8.15		8.97	62.5		Calcaires blancs moins caverneux et plus compacts.					
8.97		11.97	100	62.5		Calcaires blancs caverneux et plus compacts.	5	CaCO ₃ : 98.66 CaO : 55.86 SiO ₂ : 0.04 Al ₂ O ₃ : 0.02 Fe ₂ O ₃ : 0.01 Blancheur : 89.38 (95.74)		780/783
11.97		14.97		62.5		Calcaires blancs à bioclastes, durs et compacts à passage caverneux et argileux.	6	CaCO ₃ : 98.66 CaO : 54.41 SiO ₂ : 1.56 Al ₂ O ₃ : 0.29 Fe ₂ O ₃ : 0.02 Blancheur : 88.80 (95.49)		777/780
14.97		17.97	100	62.5		Calcaires blancs, compacts, durs présentant des cavernes vides entre 16.60 et 17 m et des fissures obliques inclinées de 75° .	7	CaCO ₃ : 99.36 CaO : 55.90 SiO ₂ : 0.03 Al ₂ O ₃ : 0.01 Fe ₂ O ₃ : 0.01 Blancheur : 89.81 (95.91)	774/777	



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

SONDAGE N°: 27 PROFONDEUR PROJETEE : 57 m
PROFONDEUR FINALE : 57.60 m

Coordonnées LAMBERT X=865778.4 m y= 334765.4 m Z= 791.97m
COMMENCE LE :12/06/2002 TERMINE LE: 14/06/2002

Foré Ct (m)	Récupération (%)		Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)	
	De	À								
17.97		100	62.5		Calcaires blancs très morcelés présentant de nombreuses cavernes légèrement teintées d'oxydes.	8	CaCO ₃ : 99.54 CaO : 55.84 SiO ₂ : 0.02 Al ₂ O ₃ : 0.01 Fe ₂ O ₃ : 0.01 Blancheur :89.47 (95.77)		771/774	
20.97		93.3	62.5							Calcaires blancs laitieux, compacts très morcelés avec présence d'oxyde dans les fissures et les cavernes.
23.97		93.3	62.5		Calcaires blancs compacts et massifs légèrement poreux.	10	CaCO ₃ : 98.80 CaO : 54.50 SiO ₂ : 1.58 Al ₂ O ₃ : 0.28 Fe ₂ O ₃ : 0.02 Blancheur :91.34 (96.54)		765/768	
25.1										Calcaires blancs très caverneux à remplissage d'oxyde.
25.7										Calcaires blancs laitieux, compacts et renfermant des stylolithes oxydés.
26.97		100	62.5		Calcaires blancs compacts, massifs, légèrement fragmentés de 29.80 à 29.97 m et présentant des cavités karstiques avec recristallisation de la calcite et oxydations partielles.	11	CaCO ₃ : 99.20 CaO : 55.49 SiO ₂ : 0.32 Al ₂ O ₃ : 0.11 Fe ₂ O ₃ : 0.04 Blancheur :88.09 (95.19)		762/765	
29.97		96.6	62.5							
30.4				Calcaires gris clairs compacts et massifs.						
30.8				Calcaire gris clairs, oxydés avec présence des cavités à remplissage d'oxydes de fer et d'argiles.						
32				Calcaires gris clairs compacts très morcelés.						
32.97		100	62.5		Calcaires gris clairs compacts, durs, morcelés par endroits entre 33.5 à 33.60 m, avec présence des cavités karstiques recristallisées.	13	CaCO ₃ : 98.98 CaO : 55.42 SiO ₂ : 0.27 Al ₂ O ₃ : 0.04 Fe ₂ O ₃ : 0.02 Blancheur :86.84 (94.66)	756/759		
35.6		Calcaires gris clairs peu caverneux et oxydés								
35.97										



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

SONDAGE N°: 27 PROFONDEUR PROJETEE : 57 m
PROFONDEUR FINALE : 57.60 m

Coordonnées LAMBERT x=865778.4 m y= 334765.4 m Z= 791.97m
COMMENCE LE :12/06/2002 TERMINE LE: 14/06/2002

Foré Ct (m)	Récupération %	Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
35.97	96.6	62.5		Calcaires gris clairs compacts et légèrement morcelés et deviennent très fragmentés et Karstifiés à la base de la caisse.	14	CaCO ₃ : 99.32 CaO : 55.62 SiO ₂ : 0.29 Al ₂ O ₃ : 0.06 Fe ₂ O ₃ : 0.01 Blancheur :88.49 (95.36)		753/756
38.97	39.5	62.5		Calcaires gris clairs affectés par une karstifications recristallisées et oxydées.	15	CaCO ₃ : 98.46 CaO : 55.14 SiO ₂ : 0.84 Al ₂ O ₃ : 0.17 Fe ₂ O ₃ : 0.03 Blancheur :88.61 (95.41)		750/753
39.5	100			Calcaires gris clairs compacts légèrement caverneux et présentant une cavité de lessivage horizontale à recristallisation de calcite légèrement teintés en oxydes entre 41.3 à 41.8 m.				
41.3	41.97			Calcaires gris clairs compacts présentant une zone karstifiée avec lessivage et oxydes.				
41.97	42.8	62.5		Calcaires gris clairs karstifiés.	16	CaCO ₃ : 98.46 CaO : 55.14 SiO ₂ : 0.80 Al ₂ O ₃ : 0.17 Fe ₂ O ₃ : 0.03 Blancheur :86.90 (94.69)		747/750
42.8	93.3			Calcaires gris clairs compacts.				
44.97	96.6	62.5		Calcaires gris compacts durs moyennement fracturés suivant le plan horizontale et de 30°.	17	CaCO ₃ : 99.34 CaO : 55.63 SiO ₂ : 1.04 Al ₂ O ₃ : 0.01 Fe ₂ O ₃ : 0.01 Blancheur :86.48 (94.51)		744/747
47.97	96.6	62.5		Calcaires gris clairs caverneux, morcelés et deviennent plus massifs à la base.	18	CaCO ₃ : 99.34 CaO : 55.48 SiO ₂ : 0.10 Al ₂ O ₃ : 0.07 Fe ₂ O ₃ : 0.03 Blancheur :86.96(94.71)		741/744
50.97	100	62.5		Calcaires gris clairs compacts et durs, présentant une zone de lessivage à 65° légèrement karstifiées .	19	CaCO ₃ : 99.34 CaO : 54.29 SiO ₂ : 0.09 Al ₂ O ₃ : 0.05 Fe ₂ O ₃ : 0.04 Blancheur :85.00 (93.88)		738/741
53.5	53.97			Les calcaires deviennent plus fragmentés à la base				
53.5	53.97			Calcaires compacts, fissurés et oxydés.				



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

SONDAGE N°: 27 PROFONDEUR PROJETEE : 57 m
PROFONDEUR FINALE : 57.60 m

Coordonnées LAMBERT X=865778.4 m y= 334765.4 m Z= 791.97m

COMMENCE LE :12/06/2002

TERMINE LE: 14/06/2002

Foré Ct (m)		Récupération %	Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
De	A								
53.97		100	62.5		Calcaires gris compacts affectés par des fissures verticales remplies d'oxydes. Les calcaires deviennent plus compacts à la base et plus clairs.	20	CaCO ₃ : 99.34 CaO : 54.78 SiO ₂ : 0.08 Al ₂ O ₃ : 0.05 Fe ₂ O ₃ : 0.04 Blancheur :86.04(94.33)		735/738
56.97									
56.97	57.6		62.5		Calcaires gris clairs compacts.	21			

FIN DU SONDAGE.



□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□

GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

SONDAGE N°: 29 PROFONDEUR PROJETEE : 81.5 m
 PROFONDEUR FINALE : 81.5 m

Coordonnées LAMBERT X=865784.2 m y= 334965.6 m Z= 816.5 m

COMMENCE LE : 26/05/2002 TERMINE LE: 04/06/2002

EXECUTE

SONDEUR:

GEOLOGUE SUPERVISEUR:

Foré Ct (m)		Récupération %	Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	PHYSIQUE			
De	A							LAMES	RESIST	LA	MDE
72.5		100	56		Calcaires gris clairs très fragmentés avec des fissures oxydées. Un changement de faciès apparaît à partir de 74.40 m, passant à des calcaires légèrement marneux et poreux.	25	CaO: 55.08 SiO ₂ : 0.55 Al ₂ O ₃ : 0.27 Fe ₂ O ₃ : 0.12 CaCO ₃				
75											
75	75.5				Calcaires marneux gris clairs massifs et poreux.						
75.5		100	56		Calcaires marneux passant à un marno-calcaires.	26	CaO: 52.59 SiO ₂ : 2.69 Al ₂ O ₃ : 1.34 Fe ₂ O ₃ : 0.57 CaCO ₃				
76.4					Marnes à tendres verdâtres						
77.15					Calcaires marneux passant à des calcaires gris verdâtres-claires.						
78.5											
78.5		100	56		Calcaires gris foncés massifs et compacts.	27	CaO: 55.09 SiO ₂ : 0.70 Al ₂ O ₃ : 0.21 Fe ₂ O ₃ : 0.11 CaCO ₃				
80					Calcaires plus clairs et largement poreux.						
81					Calcaires gris blancs fissurés et caverneux.						
81	81.5										

FIN DU SONDAGE



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

EXECUTE PAR :

SONDEUR:

SONDAGE N°: 30 PROFONDEUR PROJETEE : 61 m
PROFONDEUR FINALE : 61 m

Coordonnées LAMBERT X=865689.5 m y= 334926.3 m Z= 796.27 m

SUPERVISEUR:

GEOLOGUE

Foré Ct (m)		Récupération %	Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
De	A								
0	0.5		86		Terre végétale: sable, argile et gravier	1	CaCO ₃ : 99.71 CaO:55.84 SiO ₂ :0.04 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur : 88.93 (95.55)		796.27/794
0.5	2.27		86		Calcaires blancs légèrement oxydés et peu fissurés .	2	CaCO ₃ : 99.21 CaO:55.56 SiO ₂ :0.03 Al ₂ O ₃ :0.02 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur : 89.78 (95.90)		794/792
2.27	4.27	86.6	86		Calcaires blancs , compacts peu fissurés, oxydés et légèrement caverneux.	3	CaCO ₃ : 99.21 CaO:55.56 SiO ₂ :0.03 Al ₂ O ₃ :0.02 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur : 89.78 (95.90)		792/789
4.27	7.27	100	62.5		Calcaires blancs compacts et moins fissurés avec de rares cavités karstiques.	4	CaCO ₃ : 98.88 CaO:55.36 SiO ₂ :0.03 Fe ₂ O ₃ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Blancheur :89.92 (95.96)		789/786
7.27	10.27	100	62.5		Calcaires blancs légèrement durs et peu fissurés .	5	CaCO ₃ : 99.21 CaO:55.56 SiO ₂ :0.04 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :89.24 (95.68)		786/783
10.27	13.27	100	62.5		Calcaires blancs , rayables et légèrement fissurés par endroits avec des cavités remplies de calcite	6	CaCO ₃ : 98.88 CaO:55.37 SiO ₂ :0.04 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.01 Blancheur :90.05 (96.01)		783/780
13.27	16.27	100	62.5		Calcaires blancs fissurés et légèrement oxydés présentant des cavités karstiques colmatées par la calcite entre 13.27 m et 15 m.		CaCO ₃ : 99.70 CaO:55.83 SiO ₂ :0.03 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.01 Blancheur :88.82 (95.50)		



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

EXECUTE PAR :
SONDEUR:

SONDAGE N°: 30 PROFONDEUR PROJETEE : 61 m
PROFONDEUR FINALE : 61 m

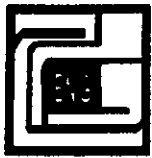
Coordonnées LAMBERT X=865689.5 m y= 334926.3 m Z= 796.27 m

GEOLOGUE SUPERVISEUR:

COMMENCE LE : 05/06/2002

TERMINE LE: 10/06/2002

Foré Ct (m)	% Récupération		Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
	De	À							
16.27		100	62.5		Calcaires blancs légèrement fissurés par des fractures inclinées de 30° et très peu oxydés.	7	CaCO ₃ : 99.70 CaO :55.83 SiO ₂ :0.04 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :87.95 (95.13)		780/777
19.27		100	62.5		Calcaires blancs, moins durs légèrement poreux et fissurés par des fractures ouvertes d'environ 70°	8	CaCO ₃ : 99.71 CaO :55.84 SiO ₂ :0.04 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :88.65 (95.43)		77/774
22.27		100	62.5		Calcaires blanchâtres moins durs et peu fissurés (friables).	9	CaCO ₃ : 99.70 CaO :55.83 SiO ₂ :0.03 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :88.69 (95.45)		774/771
25.27		100	62.5		Calcaires blancs tendres, légèrement fissurés par des fractures ouvertes inclinées de 70°et légèrement karstifiés.	10	CaCO ₃ : 98.70 CaO :55.27 SiO ₂ :0.02 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :89.62 (95.83)		771/768
28.27		100	62.5		Calcaires blancs moins durs, légèrement fissurés et peu caverneux.	11	CaCO ₃ : 99.55 CaO :55.75 SiO ₂ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.01 Blancheur :89.68 (95.86)		768/765
31.27		100	62.5		Calcaires blancs légèrement durs et très peu fissurés.	12	CaCO ₃ : 99.75 CaO :55.86 SiO ₂ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :87.43 (94.92)		765/762
34.27									



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

EXECUTE PAR :
SONDEUR:

SONDAGE N°: 30 PROFONDEUR PROJETEE : 61 m
PROFONDEUR FINALE : 61 m

Coordonnées LAMBERT X=865689.5 m y= 334926.3 m Z= 796.27 m

GEOLOGUE SUPERVISEUR:

COMMENCE LE : 05/06/2002

TERMINE LE: 10/06/2002

Foré Ct (m)	Récupération %		Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
	De	À							
34.27			62.5		Calcaires gris compacts et légèrement fissurés.	13	CaCO ₃ : 99.16 CaO :55.53 SiO ₂ :0.05 Al ₂ O ₃ :0.03 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :88.13 (95.23)		762/759
37.27		100							
37.27			62.5		Calcaires gris compacts et légèrement fissurés.	14	CaCO ₃ : 99.66 CaO :55.81 SiO ₂ :0.04 Al ₂ O ₃ :0.02 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :89.23 (95.67)		759/756
39	39	100							
40.27			62.5		Calcaires gris compacts légèrement fissurés.	15	CaCO ₃ : 99.39 CaO :55.66 SiO ₂ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.01 Blancheur :90.94 (96.38)		756/753
40.27	40.7	100							
40.7			62.5		Calcaires blancs durs et légèrement fissurés	16	CaCO ₃ : 99.71 CaO :55.84 SiO ₂ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.01 Blancheur :89.66 (95.85)		753/750
40.7	42	100							
42			62.5		Calcaires de couleur blanche grisâtre, friables présentant des endroits calcitiques et fissurés.	17	CaCO ₃ : 99.25 CaO :55.58 SiO ₂ :0.02 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.01 Blancheur :87.21 (94.82)		750/747
43.27	42	100							
43.27			62.5		Calcaires de couleur blanchâtre fissurés.	18	CaCO ₃ : 99.79 CaO :55.88 SiO ₂ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :87.55 (94.96)		747/744
46.27	43.27	100							
46.27			62.5		Calcaires blancs compacts, légèrement fissurés et durs par endroits.	19	CaCO ₃ : 99.79 CaO :55.88 SiO ₂ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :87.55 (94.96)		747/744
49.27	46.27	100							
49.27			62.5		Calcaires blancs grisâtres très peu fissurés.	20	CaCO ₃ : 99.79 CaO :55.88 SiO ₂ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :87.55 (94.96)		747/744
51	49.27	100							
51			62.5		Calcaires gris compacts avec des passages calcitiques .	21	CaCO ₃ : 99.79 CaO :55.88 SiO ₂ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :87.55 (94.96)		747/744
51.5	51	100							
52.27	51.5	100	62.5						



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

EXECUTE PAR :
SONDEUR:

SONDAGE N°: 30 PROFONDEUR PROJETEE : 61 m
PROFONDEUR FINALE : 61 m

Coordonnées LAMBERT X=865689.5 m y= 334926.3 m Z= 796.27 m

GEOLOGUE SUPERVISEUR:

COMMENCE LE : 05/06/2002

TERMINE LE: 10/06/2002

Foré Ct (m)		% Récupération	Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
De	À								
52.27	54	100	62.5		Calcaires gris compacts avec des intercalations de calcite.	19	CaCO ₃ : 99.64 CaO: 55.80 SiO ₂ : 0.01 Al ₂ O ₃ : 0.02 Fe ₂ O ₃ : 0.02 Blancheur :87.13 (94.76)		744/741
54	55.27				Calcaires blancs fissurés avec intercalation de calcite.				
55.27	57	100	62.5		Calcaires blancs fissurés avec intercalation de calcite.	20	CaCO ₃ : 99.73 CaO: 55.85 SiO ₂ : 0.01 Al ₂ O ₃ : 0.01 Fe ₂ O ₃ : 0.02 Blancheur :86.48 (94.51)		741/738
57	58.27				Calcaires friables (tendres) de couleur blanche à blanche grisâtre				
58.27	61	100	62.5		Calcaires gris compacts durs, légèrement fissurés et peu oxydés.	21	CaCO ₃ : 99.77 CaO: 55.87 SiO ₂ : 0.02 Al ₂ O ₃ : 0.01 Fe ₂ O ₃ : 0.02 Blancheur :86.61 (94.57)		738/735

FIN DE SONDAGE



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL- KHROUB

EXECUTE PAR
SONDEUR:

SONDAGE N°: 31 PROFONDEUR PROJETEE : 38.0m
PROFONDEUR FINALE : 38.4m

Coordonnées LAMBERT X=865439.6 m y= 334987.3 m Z= 774.09m

GEOLOGUE SUPERVISEUR:

COMMENCE LE :11/05/2002

TERMINE LE: 14/05/2002

Foré Ct (m)	Récupération %		Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
	De	À							
0			86		Terre végétale.	1			774.09/773
1.09	1.09		85	86	Calcaires gris clairs très fracturés refermant des cavités karstiques remplis de limons argileux.	2	CaCO ₃ : CaO : SiO ₂ : Al ₂ O ₃ : Fe ₂ O ₃ : Blancheur :		773/771
3.09	3.09		50	56	Calcaires gris clairs très fracturés avec intercalations de limons argileux et renfermant des niveaux de cavités karstiques colmatés par la calcite.	3	CaCO ₃ : 99.84 CaO :55.91 SiO ₂ :0.07 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :89.34 (95.72)		771/768
6.09	6.09		73.3	56	Calcaires gris blancs, présentant deux familles de fissures perpendiculaires et des cavités karstiques colmatées par la calcite.	4	CaCO ₃ : 98.68 CaO :55.26 SiO ₂ :0.21 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.03 Blancheur :86.49(94.52)		768/765
9.09	9.09		100		Calcaires gris blancs, légèrement fissurés par des microfissures subverticales, et renfermant un niveau karstique à 11.50 m colmaté par la calcite.	5	CaCO ₃ : 99.70 CaO :55.85 SiO ₂ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.01 Blancheur :89.15 (95.64)		765/762
12.09	12.09		56	100	Calcaires gris clairs massifs présentant des fissures inclinées de 30° à 14.90 m et refermant des cavités karstiques .	6	CaCO ₃ : 98.66 CaO :55.25 SiO ₂ :0.07 Al ₂ O ₃ :0.03 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :88.43 (95.33)		762/759
15.09	15.09		56	100	Calcaires gris clairs massifs présentant des fissures inclinées de 30° à 16.90 m, et des cavités karstiques à 15.70 m remplies par des cristaux de calcites légèrement teintés.	7	CaCO ₃ : 98.82 CaO :55.34 SiO ₂ :0.03 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :88.69 (95.45)		759/756



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

EXECUTE PAR
SONDEUR:

SONDAGE N°: 31 PROFONDEUR PROJETEE : 38.0m
PROFONDEUR FINALE : 38.4m

Coordonnées LAMBERT X=865439.6 m y= 334987.3 m Z= 774.09m

GEOLOGUE SUPERVISEUR:

COMMENCE LE :11/05/2002

TERMINE LE: 14/05/2002

Foré Ct (m)	Récupération (%)		Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
	De	A							
18.09		100	56		Calcaires gris clairs massifs légèrement fragmentés à 19.50 m et à 19.80 m	8	CaCO ₃ : 99.80 CaO :55.89 SiO ₂ :0.02 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.01 Blancheur :91.26 (96.51)		756/753
21.09		100	56		Calcaires gris clairs massifs légèrement poreux et fissuré par des fractures ouvertes inclinées de 70° à 23.3 m.	9	CaCO ₃ : 99.80 CaO :55.89 SiO ₂ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.04 Blancheur :87.43 (94.92)		753/750
24.09		100	56		Calcaires gris clairs compacts renfermant des fissures ouvertes inclinées de 70° entre 24.20 m et 24.30 m, de 30° à 26.9m, et une zone caverneuse à 24.60 m remplie par des cristaux de calcite.	10	CaCO ₃ : 99.39 CaO :55.66 SiO ₂ :0.02 Al ₂ O ₃ :0.04 Fe ₂ O ₃ :0.01 Blancheur :90.53 (96.21)		750/747
27.09		100	56		Calcaires gris clairs massifs caverneux légèrement fissurés par des fractures verticales et de 30° à 27.50 m .	11	CaCO ₃ : 99.32 CaO :55.62 SiO ₂ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.01 Blancheur :90.08 (96.03)		747/744
30.09		100	56		Calcaire gris clairs très fragmentés et morcelés marqués par des teintes de limonite.				
30.09		100	56		Calcaire gris clairs compacts présentant de cavités karstiques à 32.20 m .	12	CaCO ₃ : 98.98 CaO :55.43 SiO ₂ :0.01 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.04 Blancheur :87.37 (94.89)		744/741
33.09		100	56		Calcaires gris clairs massifs présentant des fissures verticales et inclinées de 60° à partir de 35.60 m.	13	CaCO ₃ : 98.93 CaO :55.40 SiO ₂ :0.07 Al ₂ O ₃ :0.01 Fe ₂ O ₃ :0.02 Blancheur :88.30 (95.28)		741/738
36.09									



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

EXECUTE PAR :
SONDEUR:

SONDAGE N°: 28 PROFONDEUR PROJETEE : 70 m
PROFONDEUR FINALE : 70.5 m

Coordonnées LAMBERT x=865941.6 m y= 335084.2 m Z= 855.02 m

GEOLOGUE SUPERVISEUR:

COMMENCE LE : 15/06/2002 TERMINE LE: 24/06/2002

Foré Ct (m)	Récupération %		Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
	De	À							
0	0.3				Terre végétale	1			
0.3	1.02	86.6	86		Calcaires gris clairs.				
1.02	3.02	86.6	86		Calcaires gris clairs, très durs, altérés fissurés présentant des stylolithes entre 1.10 m et 2.50 m.	2	CaCO ₃ : 96.48 CaO : 54.03 Al ₂ O ₃ : 0.43 SiO ₂ : 1.94 Fe ₂ O ₃ : 0.05 Blancheur : 81.08 (92.16)		855/852
3.02	6.02	96.6	62.5		Calcaires blancs crayeux poreux avec présence des stylolithes à remplissage ferrugineux à 4.70 m.	3	CaCO ₃ : 98.96 CaO : 55.42 SiO ₂ : 0.21 Al ₂ O ₃ : 0.09 Fe ₂ O ₃ : 0.03 Blancheur : 85.32 (94.02)		852/849
6.02	9.02	100	62.5		Calcaires gris clairs à stylolithes et fissures.	4	CaCO ₃ : 98.88 CaO : 55.37 SiO ₂ : 0.41 Al ₂ O ₃ : 0.13 Fe ₂ O ₃ : 0.03 Blancheur : 83.36 (3.16)		849/846
9.02	12.02	100	62.5		Calcaires blancs microcristallins affectés par des stylolithes, des fissures longitudinales et karstifications.	5	CaCO ₃ : 98.23 CaO : 55.01 SiO ₂ : 0.74 Al ₂ O ₃ : 0.18 Fe ₂ O ₃ : 0.06 Blancheur : 84.31 (93.58)		846/843
12.02	13.5	96.6	62.5		Calcaires gris clairs à stylolithes ferrugineuses et karstifications.	6	CaCO ₃ : 96.55 CaO : 55.07 SiO ₂ : 1.41 Al ₂ O ₃ : 0.40 Fe ₂ O ₃ : 0.07 Blancheur : 80.387(91.85)		843/840
13.5	15.02				Calcaires cristallins gris clairs à stylolithes ferrugineuses .				
15.02	17	100	62.5		Calcaires gris .	7	CaCO ₃ : 97.71 CaO : 54.72 SiO ₂ : 0.77 Al ₂ O ₃ : 0.30 Fe ₂ O ₃ : 0.08 Blancheur : 77.68 (90.63)		840/837
17	18.02				Calcaires gris clairs affectés par des joints stylolitiques à remplissage argileux et fractures oxydées.				



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

EXECUTE PAR :
SONDEUR:

SONDAGE N°: 28 PROFONDEUR PROJETEE : 70 m
PROFONDEUR FINALE : 70.5m

Coordonnées LAMBERT X=865941.6 m y= 335084.2 m Z= 855.02 m

GEOLOGUE SUPERVISEUR:

COMMENCE LE : 15/06/2002 TERMINE LE: 24/06/2002

Foré Ct (m)	De	À	Récupération %	Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
18.02		19	100	62.5		Calcaires gris clairs affectés par des stylolithes et une karstification.	8	CaCO ₃ : 99.38 CaO : 55.65 SiO ₂ : 0.25 Al ₂ O ₃ : 0.03 Fe ₂ O ₃ : 0.02 Blancheur :87.52 (94.95)		837/834
19		21.02				Calcaires blancs légèrement poreux affectés par des stylolithes .				
21.02		22	100	62.5		Calcaires blancs cristallins affectés par des pointements de stylolithes ferrugineuses .	9	CaCO ₃ : 99.32 CaO : 55.62 SiO ₂ : 0.23 Al ₂ O ₃ : 0.04 Fe ₂ O ₃ : 0.01 Blancheur :85.54 (94.30)		834/831
22		24.02				Calcaires gris clairs affectés par des stylolithes et une karstification.				
24.02		27.02	100	62.5		Calcaires gris clairs poreux, affectés par des stylolithes légèrement oxydés.	10	CaCO ₃ : 99.14 CaO : 55.52 SiO ₂ : 0.34 Al ₂ O ₃ : 0.05 Fe ₂ O ₃ : 0.01 Blancheur :88.49 (95.36)		831/828
27.02		30.02				Calcaires gris clairs poreux, affectés par des stylolithes légèrement oxydés.				
30.02		31.2	100	62.5		Calcaires gris clairs poreux, affectés par des stylolithes légèrement oxydés.	11	CaCO ₃ : 96.86 CaO : 55.13 SiO ₂ : 0.52 Al ₂ O ₃ : 0.10 Fe ₂ O ₃ : 0.03 Blancheur :86.54 (94.54)		828/825
31.2		32.2				Calcaires blancs crayeux.				
32.2		33.02				Calcaires blancs crayeux.				
33.02		33.5	100	62.5		Calcaires gris clairs cristallins fortement oxydés	12	CaCO ₃ : 93.23 CaO :54.24 SiO ₂ : 1.21 Al ₂ O ₃ : 0.45 Fe ₂ O ₃ : 0.20 Blancheur :79.75 (91.57)		825/822
33.5		34				Calcaires marneux verdâtres.				
34		35				Calcaires marneux verdâtres.				
35		36.02				Marnes vertes				
36.02						Marno-calcaires.	13	CaCO ₃ : 95.55 CaO : 52.21 SiO ₂ : 2.37 Al ₂ O ₃ : 1.07 Fe ₂ O ₃ : 0.42 Blancheur :71.28 (87.62)		822/819
					Calcaires gris compacts.					



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

EXECUTE PAR :
SONDEUR:

SONDAGE N°: 28 PROFONDEUR PROJETEE : 70 m
PROFONDEUR FINALE : 70.5m

Coordonnées LAMBERT X=865941.6 m y= 335084.2 m Z= 855.02 m

GEOLOGUE SUPERVISEUR:

COMMENCE LE : 15/06/2002

TERMINE LE: 24/06/2002

Foré Ct (m)	De	A	% Récupération	Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
36.02						Calcaires gris affectés par des stylolithes .	14	CaCO ₃ : 95.55 CaO : 53.51 SiO ₂ : 2.12 Al ₂ O ₃ : 0.54 Fe ₂ O ₃ : 0.06 Blancheur :80.25 (92.16)		819/816
	38		100	62.5		Calcaires blancs crayeux.				
39.02						Calcaires blancs crayeux.	15	CaCO ₃ : 98.29 CaO : 55.04 SiO ₂ : 0.72 Al ₂ O ₃ : 0.14 Fe ₂ O ₃ : 0.02 Blancheur :87.26 (94.84)		816/813
39.02			100	62.5		Calcaires gris clairs affectés par des fissures et stylolithes légèrement oxydées.				
42.02						Calcaires gris clairs affectés par des stylolithes à remplissage argileux.	16	CaCO ₃ : 98.13 CaO : 54.95 SiO ₂ :0.35 Al ₂ O ₃ : 0.158 Fe ₂ O ₃ : 0.02 Blancheur :80.25 (91.79)		813/810
45.02			100	62.5						
45.02						Calcaires gris clairs microcristallins	17	CaCO ₃ : 98.09 CaO : 54.93 SiO ₂ : 0.37 Al ₂ O ₃ : 0.08 Fe ₂ O ₃ : 0.06 Blancheur :84.40 (93.62)		810/807
46.8			100	62.5		Calcaires blancs et crayeux .				
48.02						Calcaires cristallins, gris clairs et compacts .	18	CaCO ₃ : 97.05 CaO : 54.35 SiO ₂ :0.92 Al ₂ O ₃ : 0.13 Fe ₂ O ₃ : 0.04 Blancheur :85.43(94.06)		807/804
51.02			100	62.5						
51.02						Calcaires cristallins, gris clairs .	19	CaCO ₃ : 90.43 CaO : 50.64 SiO ₂ : 3.47 Al ₂ O ₃ : 1.67 Fe ₂ O ₃ : 0.71 Blancheur :71.44 (87.69)		804/801
51.9				Calcaires gris foncés fissurés.						
52.1				Marnes verdâtres .						
52.85			93.3	62.5		Calcaires cristallins, gris foncés à stylolithes ferrugineuses .				
54.02										



ENTREPRISE NATIONALE DES GRANULATS
GISEMENT DE CALCAIRE D'EL-KHROUB

EXECUTE PAR :
SONDEUR:

SONDAGE N°: 28 PROFONDEUR PROJETEE : 70 m
PROFONDEUR FINALE : 70.5m

Coordonnées LAMBERT X=865941.6 m y= 335084.2 m Z= 855.02 m

GEOLOGUE SUPERVISEUR:

COMMENCE LE : 15/06/2002

TERMINE LE: 24/06/2002

Foré Ct (m)	Recupération (%)		Diamètre (mm)	LITHOLOGIE	DESCRIPTION	N° CAISSE	CHIMIE (%)	APERÇU	NIVEAU D'EXPLOITATION (m)
	De	A							
54.02	55	100	62.5		Calcaire gris clairs cristallins fortement fissurés.	20	CaCO ₃ : 99.18 CaO : 55.54 SiO ₂ : 0.25 Al ₂ O ₃ : 0.03 Fe ₂ O ₃ : 0.04 Blancheur :86.49 (94.52)		801/798
55									
57.02	57.75	100	62.5		Calcaires blancs. Calcaires cristallins gris affectés par des stylolithes à remplissage argileux.	21	CaCO ₃ : 97.84 CaO : 54.79 SiO ₂ : 0.37 Al ₂ O ₃ : 0.18 Fe ₂ O ₃ : 0.06 Blancheur :80.46(91.89)		798/795
57.75									
60.02	63.02	100	62.5		Calcaires gris clairs.	22	CaCO ₃ : 99.05 CaO : 55.47 SiO ₂ : 0.12 Al ₂ O ₃ : 0.06 Fe ₂ O ₃ : :0.04 Blancheur :85.68(94.17)		795/792
63.02									
63.02	65	100	62.5		Calcaires gris clairs.	23	CaCO ₃ : 98.75 CaO : 55.30 SiO ₂ : 0.23 Al ₂ O ₃ : 0.11 Fe ₂ O ₃ : 0.06 Blancheur :82.90(92.96)		792/789
65									
66.02	69.02	100	62.5		Calcaires gris clairs et compacts avec présence des niveaux stylolitiques légèrement oxydés .	24	CaCO ₃ : 98.30 CaO : 55.05 SiO ₂ : :0.16 Al ₂ O ₃ : :0.08 Fe ₂ O ₃ : : 0.04 Blancheur :85.77(94.21)		789/786
69.02									

FIN DU SONDAGE.

TABLE PREPARATION DES ECHANTILLONS

N°	Sondage	Caisse	Plancher	Tranche de/à	Poids	Classe	Quartage n	Poids X3	Poids X	Poids 0/3
1	27	02	780	789/791	22.2	0/16	2.77	2.67	2.19	0.533
2	27	03	780	786/789	16.9	0/16	2.11	1.9	1.75	0.764
3	27	04	780	783/786	19.6	0/16	2.45	2.86	1.85	0.675
4	27	05	780	780/783	11.45	0/16	1.43	2.78	2.3	0.95
5	27	06	765	777/780	19.2	0/16	2.4	2.13	1.88	0.687
6	27	07	765	774/777	22.1	0/16	2.76	2.77	2.32	0.646
7	27	08	765	771/774	18.55	0/16	2.31	2.400	2.260	0.693
8	27	09	765	768/771	18.7	0/16	2.33	2.27	1.82	0.816
9	27	10	765	765/768	15.3	0/16	1.91	2.509	2.353	0.887
10	27	11	750	762/765	22.8	0/16	2.85	2.833	2.016	0.825
11	27	12	750	759/762	22	0/16	2.75	2.724	1.974	0.973
12	27	13	750	756/759	23.6	0/16	2.95	2.98	2.454	0.931
13	27	14	750	753/756	23	0/16	2.875	2.752	1.810	0.861
14	27	15	750	750/753	19	0/16	2.325	2.12	2.189	0.793
15	27	16	735	745/750	23	0/16	2.875	2,875		
16	27	17	735	744/747	22	0/10	2.25	3,35		
17	27	18	735	741/744	24	0/16	3	0.335	0.357	0.276
18	27	19	785	738/741	23.4	0/16	2.925	1.024	0.936	
19	27	20	725	735/738	18	0/16	2.25	3.05	2.499	0.836
20	28	02	840	852/854	30.4	0/10	2.85	2,856	2,042	0.548
21	28	03	840	849/852	22.6	0/10	2.28	2,375	1,770	0.703
22	28	04	840	846/849	22	0/10	2.75	2,200	2,319	0.437
23	28	05	840	843/846	21.7	0/10	2.71	2,485	2,339	0.500
24	28	06	840	840/843	17.5	0/10	2.18	2,925	2,316	0.572
25	28	07	825	837/840	23.6	0/10	2.95	2,440	2,475	0.428
26	28	08	825	834/837	22.5	0/10	2.81	2,490	2,230	0.594
27	28	09	825	831/834	22.1	0/10	2.76	2,583	1,717	0.761
28	28	10	825	828/831	20.2	0/10	2.52	2,089	1,692	0.707
29	28	11	825	825/828	16.2	0/10	2.02	2,300	2,307	0.650
30	28	12	810	822/825	22.3	0/10	2.75	2,672	2,305	0.585
31	28	13	810	819/822	24.3	0/10	3.03	2,384	1,967	0.590
32	28	14	810	816/819	22.7	0/10	2.83	2,285	2,188	0.571
33	28	15	810	813/816	21.4	0/10	2.67	2,397	2,194	0.658
34	28	16	810	810/813	18.2	0/10	2.27	2,189	1,889	0.727
35	28	17	795	807/810	22.8	0/10	2.85	2,693	2,237	0.720
36	28	18	795	804/807	22.6	0/10	2.82	2,517	2,186	0.568
37	28	19	795	801/804	22	0/10	2.75	2,675	1,971	0.546
38	28	20	795	798/801	12	0/10	3,00	2,576	2,079	0.689
39	28	21	795	795/798	18	0/10	2.26	2,002	1,948	0.549
40	28	22	780	792/795	22.3	0/10	2.78	2,545	2,150	0.580
41	28	23	780	789/792	23	0/10	2.87	2,289	1.82	0.509
42	28	24	780	786/789	22.8	0/10	2.85	2,981	2.64	0.550
43	28	25	780	784.5/786	11.7	0/10	1.96	2.875	2.43	0.865
44	29	01	810	813/816	33.2	0/10	2,075	1,999	1,932	0.441
45	29	02	810	813/810	8.2	0/10	2,05	2,796	2,411	0.594
46	29	03	795	807/810	18.6	0/10	2.32	2,184	2,125	0.309
47	29	04	795	804/807	20.5	0/10	2.56	2,415	1,972	0.531
48	29	05	795	801/804	21.1	0/10	2.63	2,424	2,250	0.443
49	29	06	795	798/801	21.8	0/10	2.27	2,888	2,175	0.498
50	29	07	795	798/795	17.2	0/10	2.15	2,277	2,392	0.441

ANNEXE II

Courbes iso teneurs par plancher d'exploitation

1- Tableaux des données regroupant chaque plancher

N° des Sond	Profond Toit (m)	Profond Mur (m)	Coordonnées du toit			Coordonnées du mur			Epaisseur (m)	Teneurs moyennes (%)		
			X 1	Y 1	Z 1	X 2	Y 2	Z 2		CaCO	Fe2O3	BLL
S27	42,0	57,0	865778,4	334765,4	750	865778,4	334765,4	735	15	98,3	0,03	94,4
S28												
S29	66,5	81,5	865784,2	334965,6	750	865784,2	334965,6	735	15	97,7	0,17	91,8
S30	46,3	61,0	865689,5	334926,3	750	865689,5	334926,3	735	14,7	99,6	0,02	94,7
S31	24,1	38,4	865439,6	334987,3	750	865439,6	334987,3	736	14,3	99,2	0,03	95,4
S21												
S22												
S23												
S24	65,4	80,0	865877,0	334825,0	750	865877,0	334825,0	735	14,6	99,6	0,04	93,7

Tableau Données des sondages recoupant le plancher 735 / 750

N° des Sondages	Profondeur Toit (m)	Profondeur Mur (m)	Coordonnées du toit			Coordonnées du mur			Epaisseur (m)	Teneurs moyens (%)		
			X 1	Y 1	Z 1	X 2	Y 2	Z 2		CaCO	Fe2O3	BLL
S27	27,0	42,0	865778,4	334765,4	765	865778,4	334765,4	750	15,0	99,0	0,04	94,4
S28												
S29	51,5	66,5	865784,2	334965,6	765	865784,2	334965,6	750	15,0	99,0	0,08	93,0
S30	31,3	46,3	865689,5	334926,3	765	865689,5	334926,3	750	15,0	99,5	0,02	95,6
S31	9,1	24,1	865439,6	334987,3	765	865439,6	334987,3	750	15,0	99,4	0,02	95,6
S21												
S22	74,0	80,4	866030,2	334923,7	765	866030,2	334923,7	759	6,5	99,4	0,07	92,3
S23	32,5	44,0	865962,8	334663,5	765	865962,8	334663,5	753	11,5	99,5	0,05	93,5
S24	50,4	65,4	865877,0	334825,0	765	865877,0	334825,0	750	15,0	99,6	0,04	93,8

Tableau Données des sondages recoupant le plancher 750 / 765

N° des sondages	Profondeur Toit (m)	Profondeur Mur (m)	Coordonnées du toit			Coordonnées du mur			Epaisseur (m)	Teneurs moyennes (%)		
			X 1	Y 1	Z 1	X 2	Y 2	Z 2		CaCO3	Fe2O3	BLL
S27	12,0	27,0	865778,4	334765,4	780	865778,4	334765,4	765	15	98,7	0,01	95,9
S28												
S29	36,5	51,5	865784,2	334965,6	780	865784,2	334965,6	765	15	99,3	0,03	94,2
S30	16,3	31,3	865689,5	334926,3	780	865689,5	334926,3	765	15	99,5	0,02	95,5
S31	0,0	9,1	865439,6	334987,3	774	865439,6	334987,3	765	9,1	99,3	0,03	95,1
S21	48,3	60,2	866119,8	334761,2	780	866119,8	334761,2	768	11,9	98,9	0,09	91,5
S22	59,0	74,0	866030,2	334923,7	780	866030,2	334923,7	765	15	99,3	0,06	92,9
S23	17,5	32,5	865962,8	334663,5	780	865962,8	334663,5	765	15	99,6	0,04	94,0
S24	35,4	50,4	865877,0	334825,0	780	865877,0	334825,0	765	15	99,6	0,04	94,1

Tableau Données des sondages recoupant le plancher 765 / 780

N° des sondages	Profondeur Toit (m)	Profondeur Mur (m)	Coordonnées du toit			Coordonnées du mur			Epaisseur (m)	Teneurs moyennes (%)		
			X 1	Y 1	Z 1	X 2	Y 2	Z 2		CaCO3	Fe2O3	BLL
S27	-	12,0	865778,4	334765,4	792	865778,4	334765,4	780	11,97	99,5	0,02	95,6
S28	60,0	70,5	865941,6	335084,2	795	865941,6	335084,2	785	10,48	98,7	0,05	93,8
S29	21,5	36,5	865784,2	334965,6	795	865784,2	334965,6	780	15,00	99,2	0,03	94,8
S30	1,3	16,3	865689,5	334926,3	795	865689,5	334926,3	780	15,00	99,2	0,02	95,7
S31												
S21	33,3	48,3	866119,8	334761,2	795	866119,8	334761,2	780	15,00	98,4	0,12	89,4
S22	44,0	59,0	866030,2	334923,7	795	866030,2	334923,7	780	15,00	98,4	0,14	88,3
S23	2,5	17,5	865962,8	334663,5	795	865962,8	334663,5	780	15,00	99,7	0,04	94,0
S24	20,4	35,4	865877,0	334825,0	795	865877,0	334825,0	780	15,00	99,6	0,03	94,3

Tableau Données des sondages recoupant le plancher 780 / 795

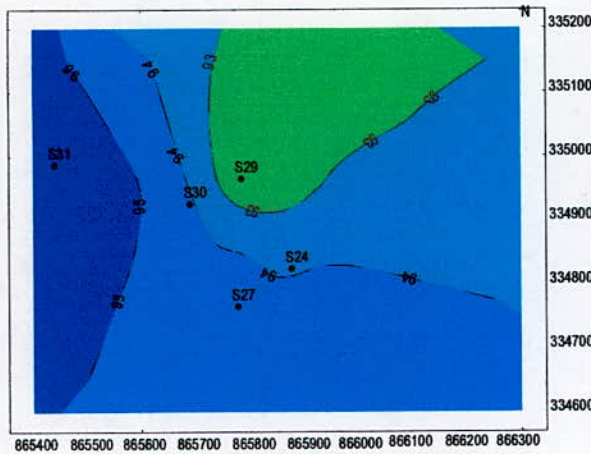
N° des sondages	Profondeur Toit (m)	Profondeur Mur (m)	Coordonnées du toit			Coordonnées du mur			Epaisseur (m)	Teneurs moyennes (%)		
			X 1	Y 1	Z 1	X 2	Y 2	Z 2		CaCO3	Fe2O3	BLL
S27												
S28	45,02	60,02	865941,6	335084,2	810	865941,6	335084,2	795	15	96,5	0,18	92,4
S29	6,5	21,5	865784,2	334965,6	810	865784,2	334965,6	795	15	99,3	0,02	95,0
S30	0	1,27	865689,5	334926,3	796,27	865689,5	334926,3	795	1,27	99,71	0,02	95,6
S31												
S21	18,3	33,3	866119,8	334761,2	810	866119,8	334761,2	795	15	98,3	0,12	89,7
S22	29,0	44,0	866030,2	334923,7	810	866030,2	334923,7	795	15	97,6	0,21	84,6
S23	0	2,5	865962,8	334663,5	797,45	865962,8	334663,5	795	2,45	99,55	0,04	94,0
S24	5,4	20,4	865877	334825	810	865877	334825	795	15	99,8	0,03	94,3

Tableau Données des sondages recoupant le plancher 795 / 810

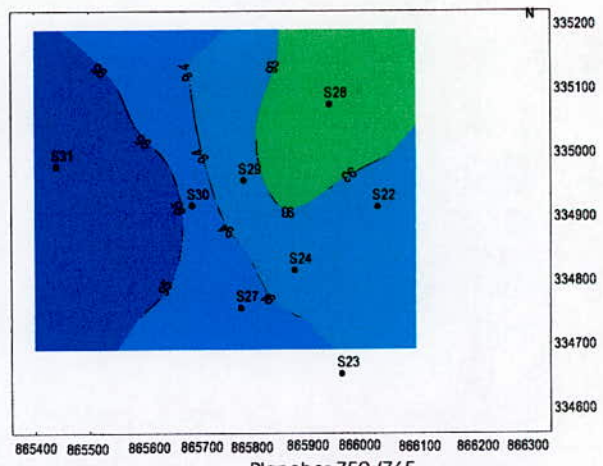
N° des sondages	Profondeur Toit (m)	Profondeur Mur (m)	Coordonnées du toit			Coordonnées du mur			Epaisseur (m)	Teneurs moyennes (%)		
			X 1	Y 1	Z 1	X 2	Y 2	Z 2		CaCO3	Fe2O3	BLL
S27												
S28	30,02	45,02	865941,6	335084,2	825	865941,6	335084,2	810	15	96,2	0,14	91,6
S29	0	6,5	865784,2	334965,6	816,5	865784,2	334965,6	810	6,5	98,8	0,05	94,9
S30												
S31												
S21	3,3	18,3	866119,8	334761,2	825	866119,8	334761,2	810	15	99,3	0,05	93,2
S22	14,0	29,0	866030,2	334923,7	825	866030,2	334923,7	810	15	99,4	0,05	92,9
S23												
S24	0	5,4	865877	334825	815,4	865877	334825	810	5,41	99,8	0,03	94,2

Tableau Données des sondages recoupant le plancher 810 / 825

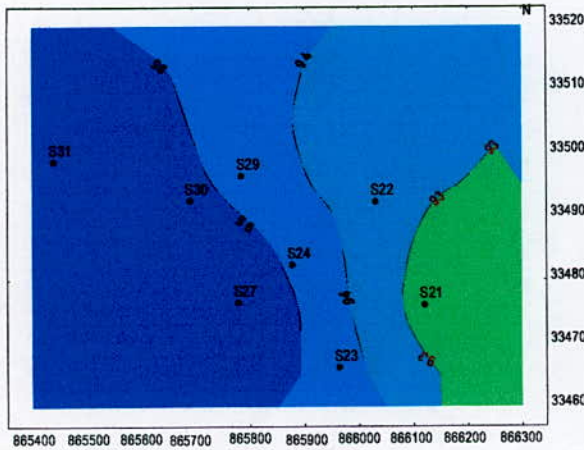
2- COURBES DES ISO - TENEURS PAR PLANCHER D'EXPLOITATION



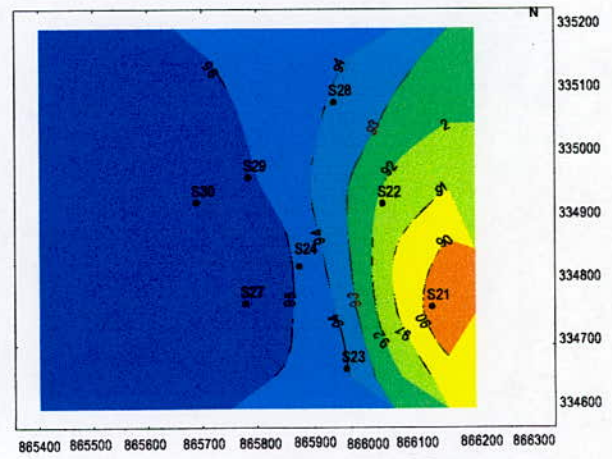
Plancher 735 / 750



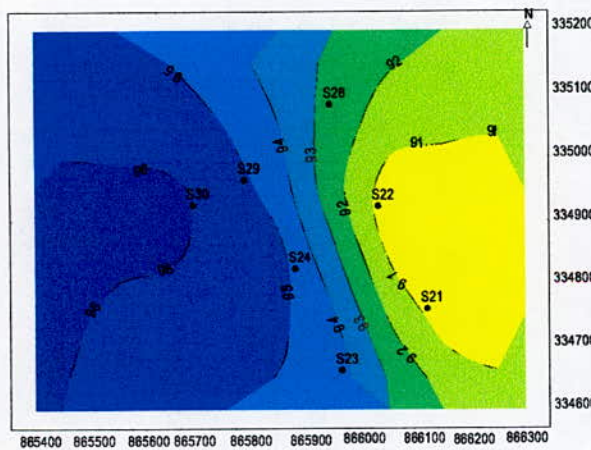
Plancher 750 / 765



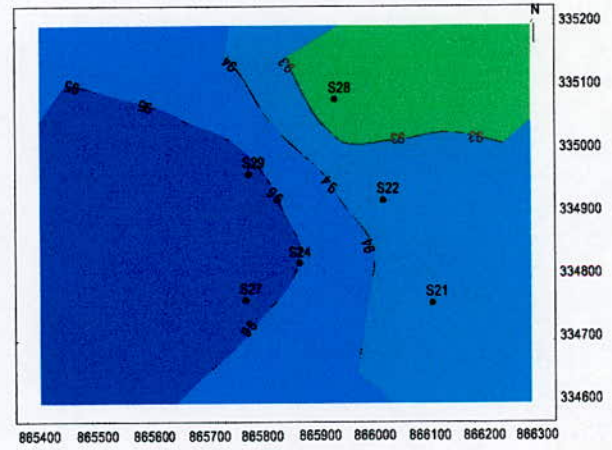
Plancher 765 / 780



Plancher 780 / 795



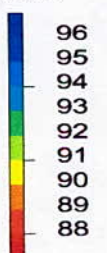
Plancher 795 / 810



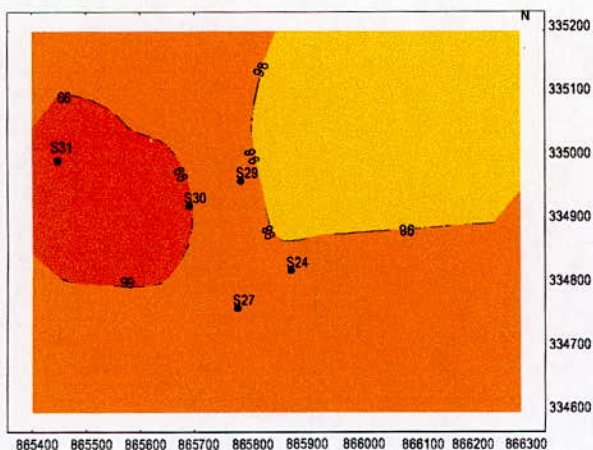
Plancher 810 / 825

plancher	minimum	maximum	moyenne	écart type
735	91,650	95,649	93,470	1,196
750	92,618	95,778	94,006	0,944
765	94,366	96,095	95,260	0,534
780	94,097	95,879	95,184	0,567
795	94,097	95,879	95,184	0,567
810	91,976	95,634	94,483	1,134

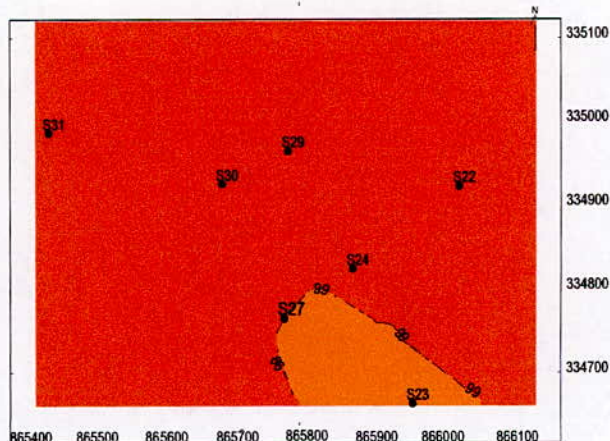
BLL XO



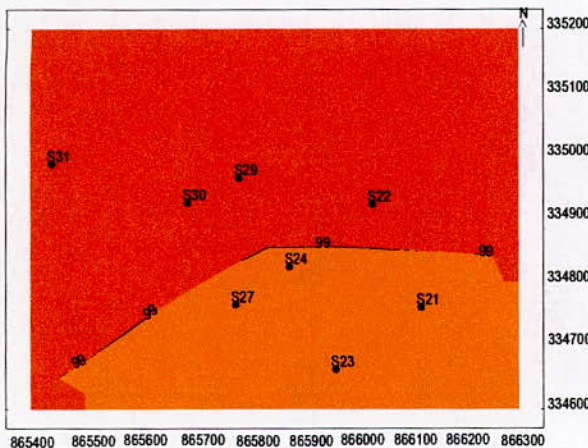
Courbes des iso-Teneurs BLL "XO" et leurs statistiques



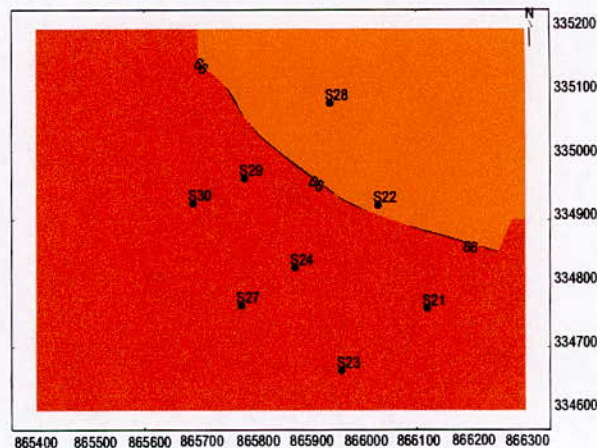
Plancher 735 / 750



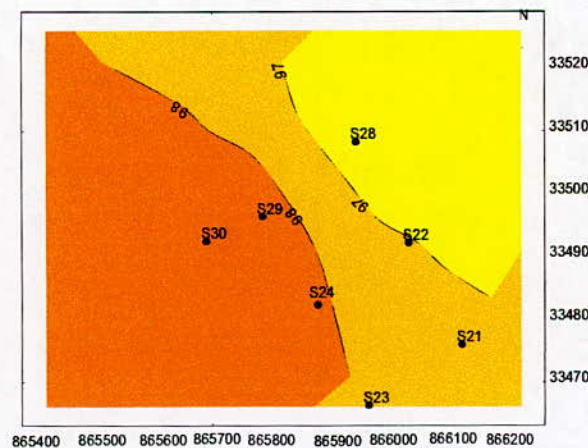
Plancher 750 / 765



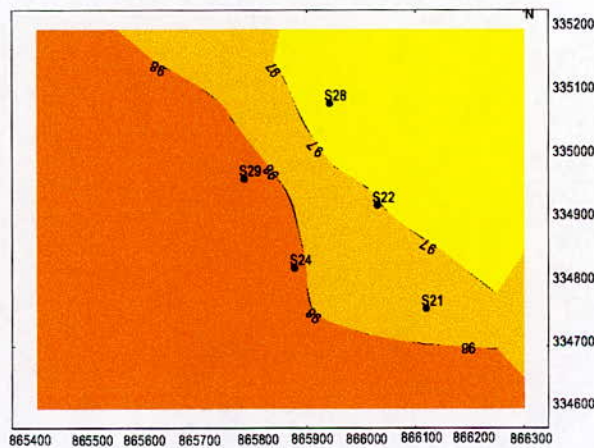
Plancher 765 / 780



Plancher 780 / 795



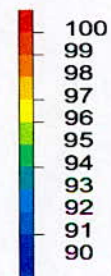
Plancher 795 / 810



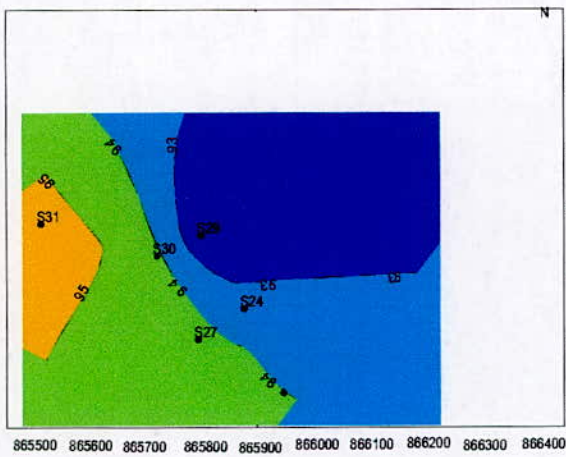
Plancher 810 / 825

plancher	minimum	maximum	moyenne	ecart type
735	97,769	99,404	98,409	0,533
750	98,989	99,511	99,145	0,148
765	98,750	99,420	99,091	0,177
780	98,711	99,508	99,144	0,236
795	96,162	98,782	97,709	0,891
810	96,165	98,785	97,856	0,931

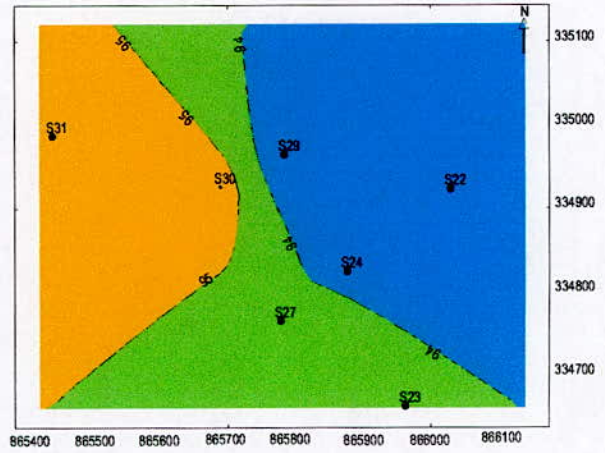
CaCO₃



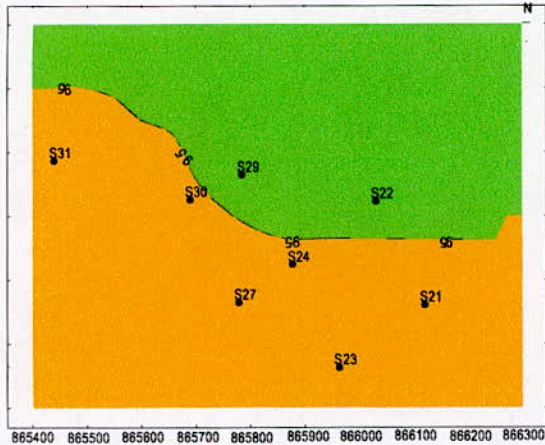
Courbes des iso-Teneurs en CaCO₃ "X3" et leur statistiques



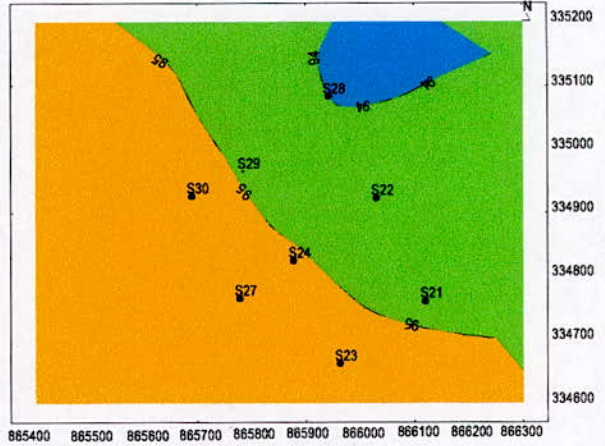
Plancher 735 / 750



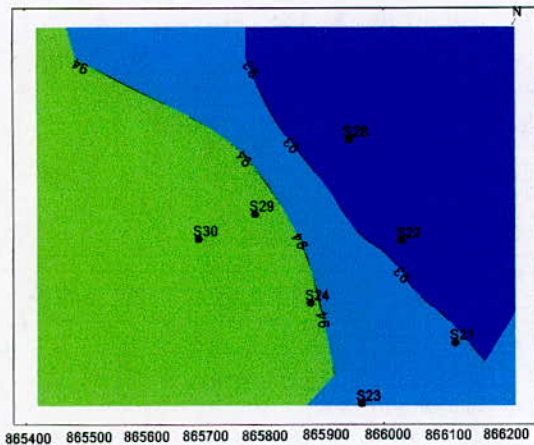
Plancher 750 / 765



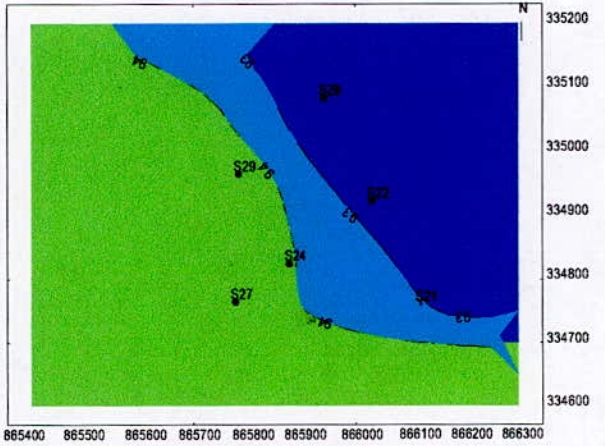
Plancher 765 / 780



Plancher 780 / 795

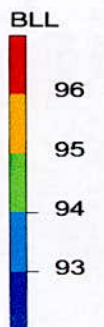


Plancher 795 / 810

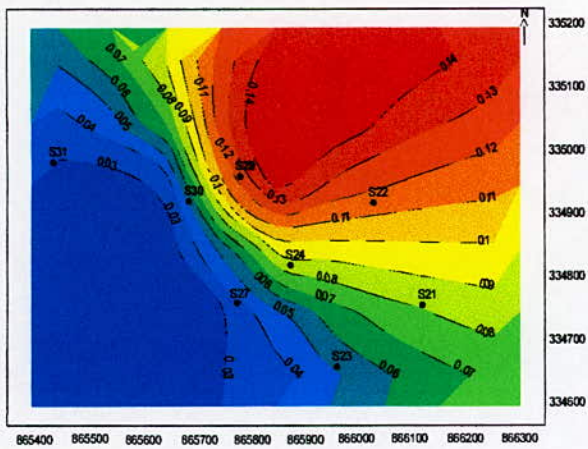


Plancher 810 / 825

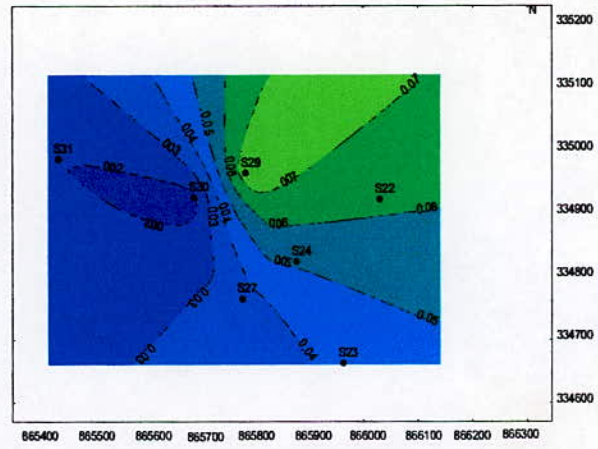
plancher	minimum	maximum	moyenne	écart type
735	91,712	95,566	93,486	1,242
750	93,077	95,576	94,310	0,777
765	94,243	95,825	95,072	0,460
780	93,884	95,691	94,984	0,611
795	91,611	94,937	93,574	1,131
810	91,616	94,940	93,761	1,181



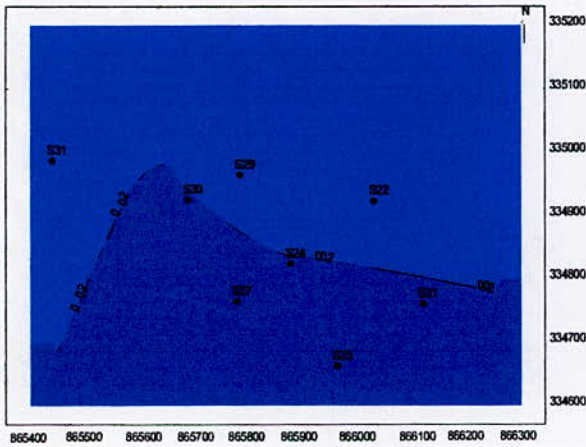
Courbes des iso-Teneurs en BLL "X3" et leurs statistiques



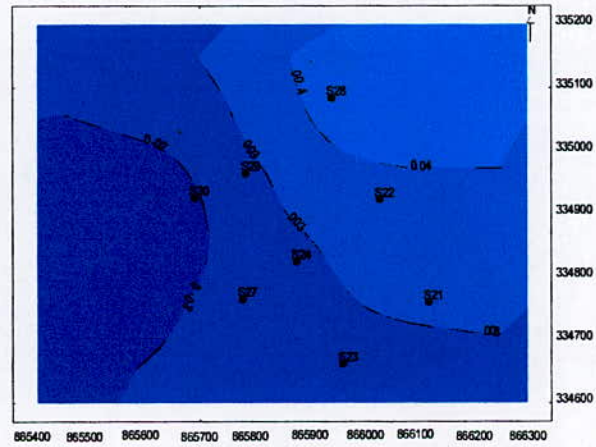
Plancher 735 / 750



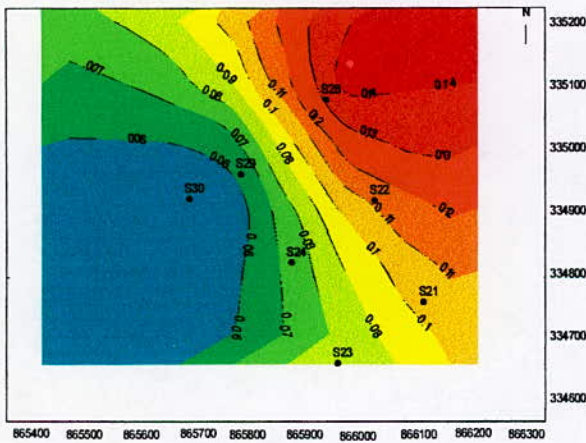
Plancher 750 / 765



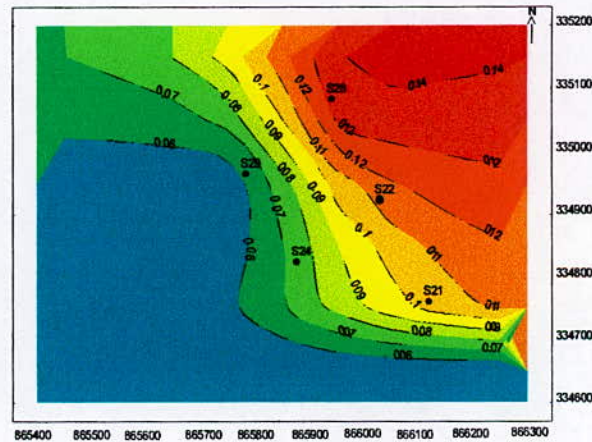
Plancher 765 / 780



Plancher 780 / 795

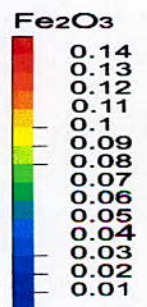


Plancher 795 / 810



Plancher 810 / 825

plancher	minimum	maximum	moyenne	ecart type
735	0,016	0,159	0,087	0,049
750	0,017	0,077	0,044	0,018
765	0,015	0,028	0,021	0,004
780	0,017	0,045	0,029	0,009
795	0,050	0,144	0,089	0,032
810	0,050	0,144	0,083	0,033



Courbes des iso-teneurs en Fe_2O_3 "X3" et leurs statistiques

ANNEXE III

TABLEAUX DES RESERVES EXPLOITABLES

- Tableau des réserves globales

Produit	Réserves (T)
Stériles	9 213 789
Agrégats	15 544 230
Carbonates	20 190 378

- Tableau des réserves des travaux préparatoires par plancher

BLOC	Destination	Surface(M ²)	Tonnage (T)
810.TP.CA I	Stérile	3 120	60 840
810.TP.CA II	Stérile	2 800	54 600
810.TP.A3	Agrégats	19 440	379 080
810.TP.A2	Agrégats	19 600	382 200
810.TP.A1	Agrégats	12 450	161 850
795.TP.CA III	Stérile	2 160	42 120
795.TP.CA I	Stérile	3 120	60 840
795.TP.CA II	Stérile	6 680	130 260
795.TP.A3	Agrégats	22 100	430 950
795.TP.A2	Agrégats	11 600	226 200
795.TP.A1	Agrégats	14 720	294 840
780.TP.CA IV	Stérile	2 960	57 720
780.TP.CA I	Stérile	3 000	58 500
780.TP.CA II	Stérile	1 760	34 320
780.TP.A3	Agrégats	19 000	370 500
780.TP.A2	Agrégats	13 560	264 420
780.TP.A1	Agrégats	9 520	185 640
765.TP.CA V	Stérile	3 640	70 980
765.TP.CA IV	Stérile	2 480	48 360
765.TP.A2	Agrégats	1 880	36 660
765.TP.A1	Agrégats	23 640	460 980
765.TP.A1	Agrégats	35 600	694 200
Total travaux préparatoires Agrégats			3 887 520
Total travaux préparatoires stériles			618 540

• Tableau des réserves utiles par plancher

Bloc	Remarques	Surface(M²)	Tonnage (T)	BL L "X0"	Catégorie
735.A1	Agrégats	16 320,00	636 480,00	/	B
735.A2	Agregats	17 120,00	667 680,00	/	B
735.A3	Agregats	5 600,00	218 400,00	/	B
735.C1	Carbonates	99 314,00	3 873 246,00	94 - 96	B et C
735.C2	Carbonates	58 600,00	2 285 400,00	94 - 96	B
735.C3	Carbonates	34 750,00	1 355 250,00	94 - 96	C
735.CA1	Stérile	18 240,00	711 360,00	/	B
735.CA2	Stérile	3 840,00	149 760,00	/	B
735.CA3	Stérile	14 933,00	582 387,00	/	B
735.CA4	Stérile	5 506,00	214 734,00	/	B
735.CA5	Stérile	3 180,00	124 020,00	/	B
750.A1	Agregats	50 540,00	1 971 060,00	/	B
750.A2	Agregats	42 240,00	1 647 360,00	/	B
750.C1	Carbonates	24 754,00	965 406,00	94 - 96	C
750.C2	Carbonates	32 000,00	1 248 000,00	94 - 96	B
750.C3	Carbonates	35 700,00	1 392 300,00	94 - 96	B
750.C4	Carbonates	18 440,00	719 160,00	94 - 96	C
750.CA1	Stérile	17 640,00	687 960,00	/	B
750.CA2	Stérile	14 160,00	552 240,00	/	B
750.CA3	Stérile	3 840,00	149 760,00	/	B
750.CA4	Stérile	5 000,00	195 000,00	/	B
750.CA5	Stérile	2 893,00	112 827,00	/	B
765.A1	Agregats	6 700,00	261 300,00	/	B
765.A2	Agregats	3 940,00	153 660,00	/	B
765.C1	Carbonates	8 444,00	329 316,00	94 - 96	C
765.C2	Carbonates	37 300,00	1 454 700,00	94 - 96	B
765.C3	Carbonates	64 100,00	2 499 900,00	94 - 96	B
765.C4	Carbonates	12 920,00	503 880,00	94 - 96	C
765.CA1	Stérile	17 320,00	675 480,00	/	B
765.CA2	Stérile	11 613,00	452 907,00	/	B
765.CA3	Stérile	3 800,00	148 200,00	/	B
765.CA4	Stérile	3 053,00	119 067,00	/	B
780.A1	Agregats	1 490,00	58 110,00	/	B
780.A2	Agregats	63 100,00	2 460 900,00	/	B
780.C1	Carbonates	24 700,00	963 300,00	94 - 96	B
780.C2	Carbonates	23 900,00	932 100,00	94 - 96	B
780.CA1	Stérile	17 347,00	676 533,00	/	B
780.CA2	Stérile	10 933,00	426 387,00	/	B
780.CA3	Stérile	3 840,00	149 760,00	/	B
780.CA4	Stérile	640,00	24 960,00	/	B
795.A1	Agregats	23 360,00	911 040,00	/	B
795.A2	Agregats	46 100,00	1 797 900,00	/	B
795.C1	Carbonates	10 250,00	399 750,00	95 - 96	B
795.C2	Carbonates	16 900,00	659 100,00	96 - 96	C
795.CA1	Stérile	10 133,00	395 187,00	/	B
795.CA2	Stérile	3 080,00	120 120,00	/	B
795.CA3	Stérile	7 890,00	307 710,00	/	B
810.A1	Agregats	22 380,00	872 820,00	/	B
810.C1	Carbonates	15 630,00	609 570,00	94 - 95	B
810.CA1	Stérile	8 950,00	349 050,00	/	B
810.CA2	Stérile	29 360,00	1 145 040,00	/	B
810.S1	Stérile	3 200,00	124 800,00		B
Total Stériles			8 595 249,00		
Total Agrégats			11 656 710,00		
Total Carbonates			20 190 378,00		

Voire plan 1 ----> 6 pour l'emplacement de chaque bloc avec sa nomenclature

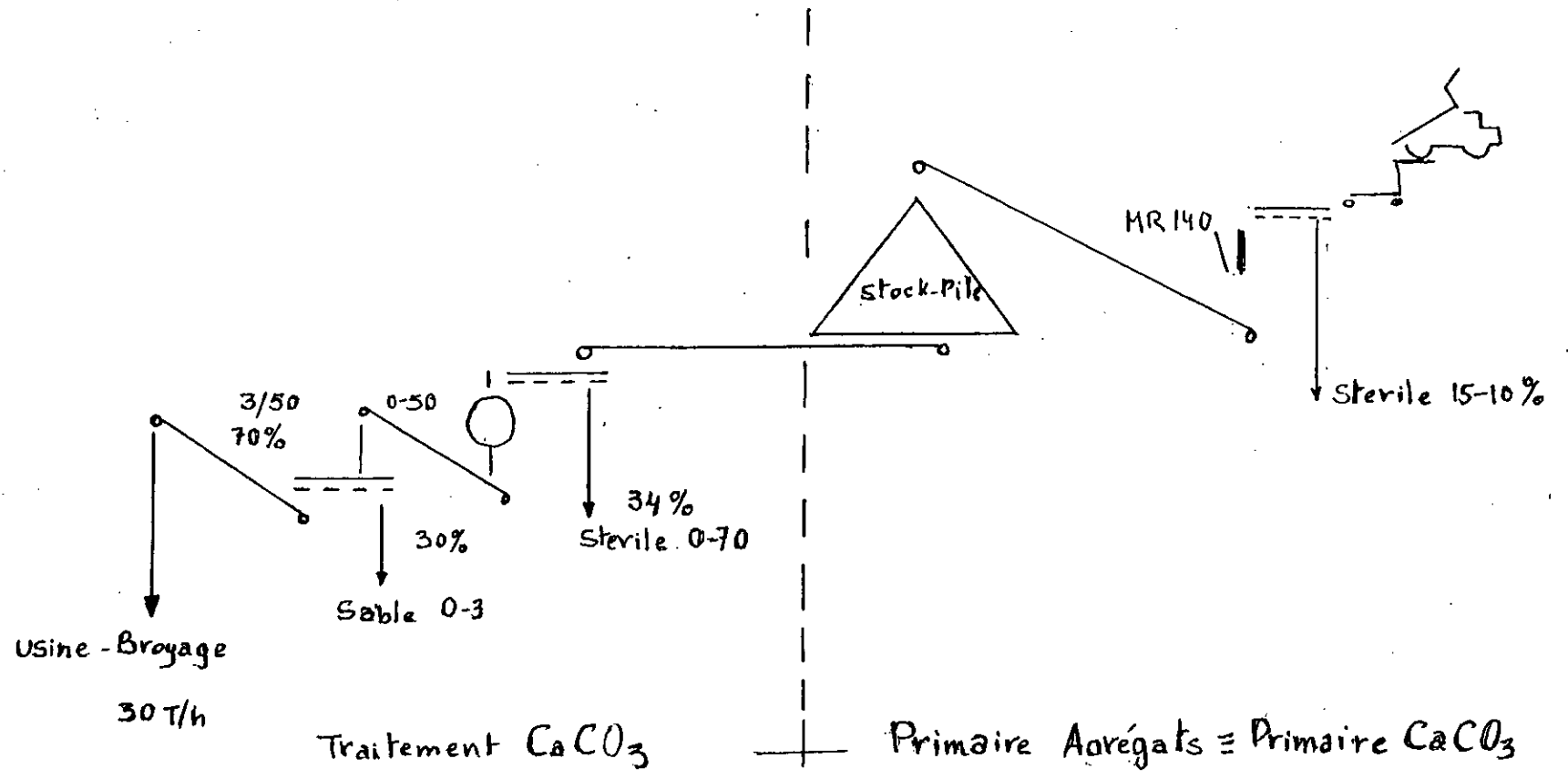


Schéma de traitement

TITHE
 R. Bessière

ANNEXE V

NOTES DE CALCULES D'EXPLOITATION

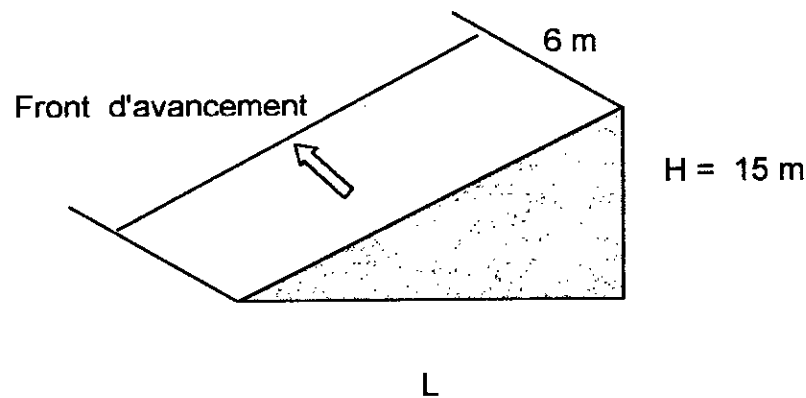
1- Abatage :

Chantier en flanc de coteau

A) Pour une tranche dans le sens d'avancement des travaux

A chaque tir l'avancement se fait en tranche de 6m

- Hauteur : 15 m
- Largeur : moyenne entre courbes de niveaux pour la zone considéré par le chantier
- Pente : directe



- maille de foration 3 x 3 m
- la première tranche sera tiré jusqu'à 1 m de la fin de talus par champ de mine
- longueur de foration pour l'autre tranche

$$L_f = 2 \times \left(\frac{L}{3} + \frac{1}{2} \times \frac{15}{3} \left(\frac{L}{3} - 1 \right) \right) + 3 \quad \text{m}$$

- Volume de foration de deux tranches de 3 * 2 m

$$V = \frac{15 \times L}{2} \times [2 \times 3] \times 2.6 \quad \text{Tonnes}$$

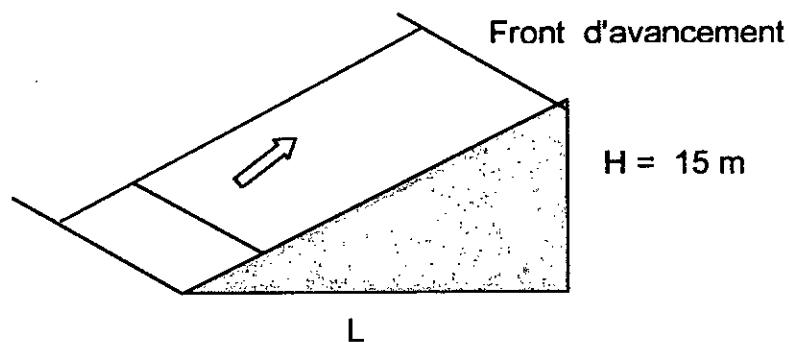
- Durée de foration

$$Df = L/6 * 2\text{semaines (en semaines)}$$

B) Tranche dans le sens de pendage

La tranche est prise en entier sur une longueur maximale de 46m , les deux étapes soit :

- 1^{ère} tranche est tiré en champs de mine 2x(14X23)
- 2 tirs sur volée de mm / 2semaines sur tout la longueur du front
- La longueur de foration varie en fonction de la hauteur à abattre jusqu'à atteindre les 15m



2- Foration :

Durée de foration $Df = Lf / (T \text{ de travail du chariot } \times \text{ rendement})$

Taux d'utilisation : $T = Df / (7 \times 10)$

3- Chargement :

Les pelles ont une capacité de 600 T/h, et ne développent un débit qu'en fonction du roulage jusqu'à hauteur de 470 T/h aux stations de concassage

3- Roulage :

La valeur de roulage est fixée à 20 Km/h, quelque soit le trajet. Le temps calculé est considéré comme un cycle total

$$T_c = 2 \times \text{distance (m)} / 20\,000 \text{ (M/h)}$$

Nombre de cycles $N_c = 1 / T_c$

Débit d'un dumper : $d = 30 T \times 1 / T_c$

Temps de travail d'un dumper 14 h/J

Rendement de dumper 0,8

Nombre de dumpers $N_d = \text{débit journalier} / (14 \times 0,8 \times 30 / T)$

CaCO₃ Besoin nominal en tout venant de carrière

Débit broyeur : 25 T / h en [3- 50]

Temps de broyage : 20 heures / jour

Demande atelier broyage : 7500 T / 15 jours

Rendement crible : 70 % en [3- 50]

Débit sortie concasseur : 10714 T / 15 jours

Rendement prés cribleur : 66 % en [70 – 300]

Rendement scalpage primaire : 10 % en [0 – 40] stérile

Besoin en tout venant de carrière : 18000 T / 2 x 1 semaine

Longueur de front de taille carbonate de calcium : 92 mètres

Stations de concassage primaire (Agrégats et CaCO₃)

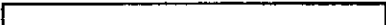
Débit concasseurs (MR 140) : [400 – 600] T / heure

Rendement scalpage : [0,85 – 0,9] %

Débit tout venant de carrière : 470 T / heure

Longueur front de taille Agrégats : 2 x gradin de 168 mètres

Nomenclature du Diagramme chronologique des phases d'exploitation

 Ch0.55 - S 0.2 - B0.55-P0.13 - D 0.26

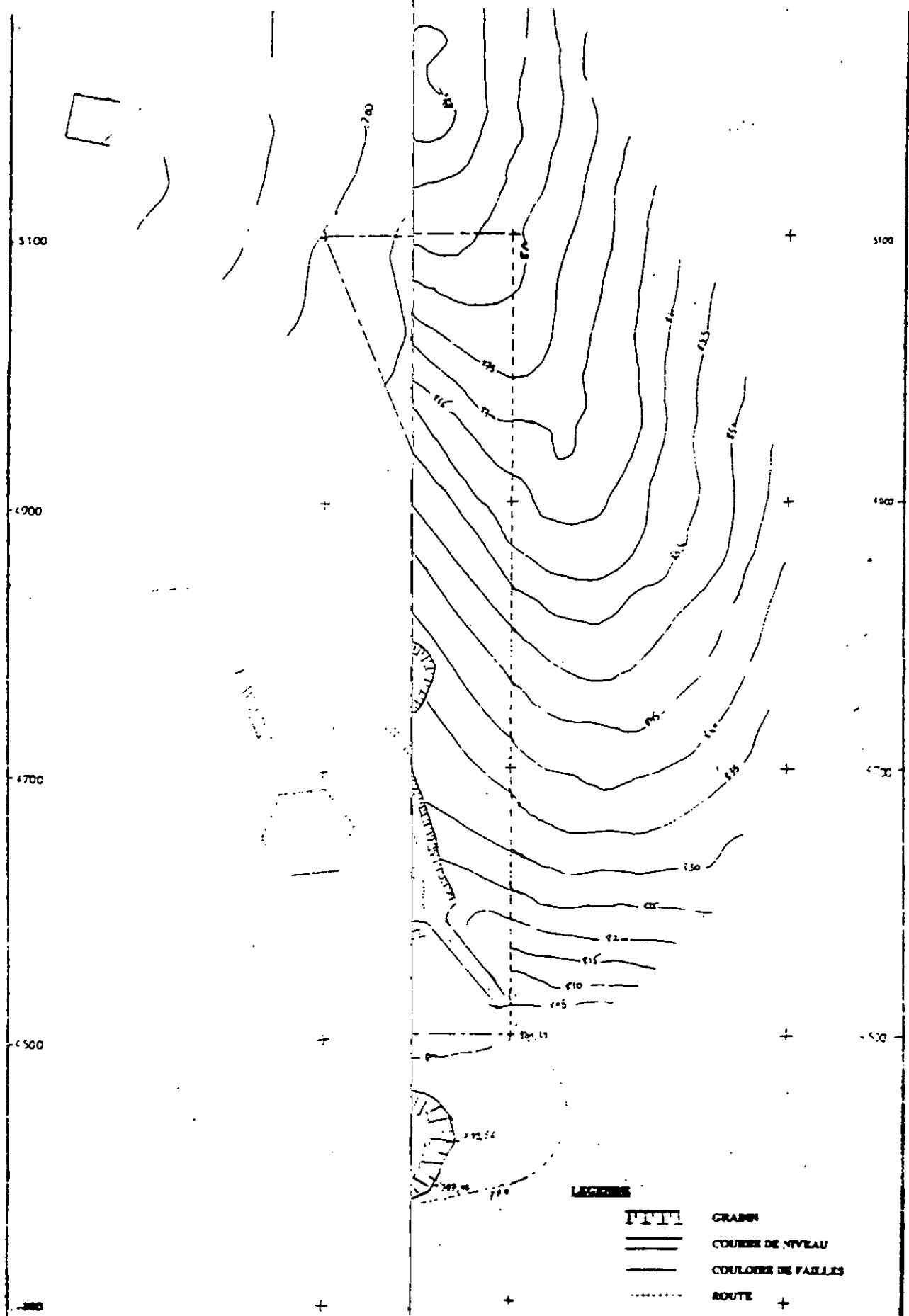
Ch : Chariot de forage à 55% d'Utilisation

S : Sondeuse DM25 à 20%

B : Bull Dozer à 55%

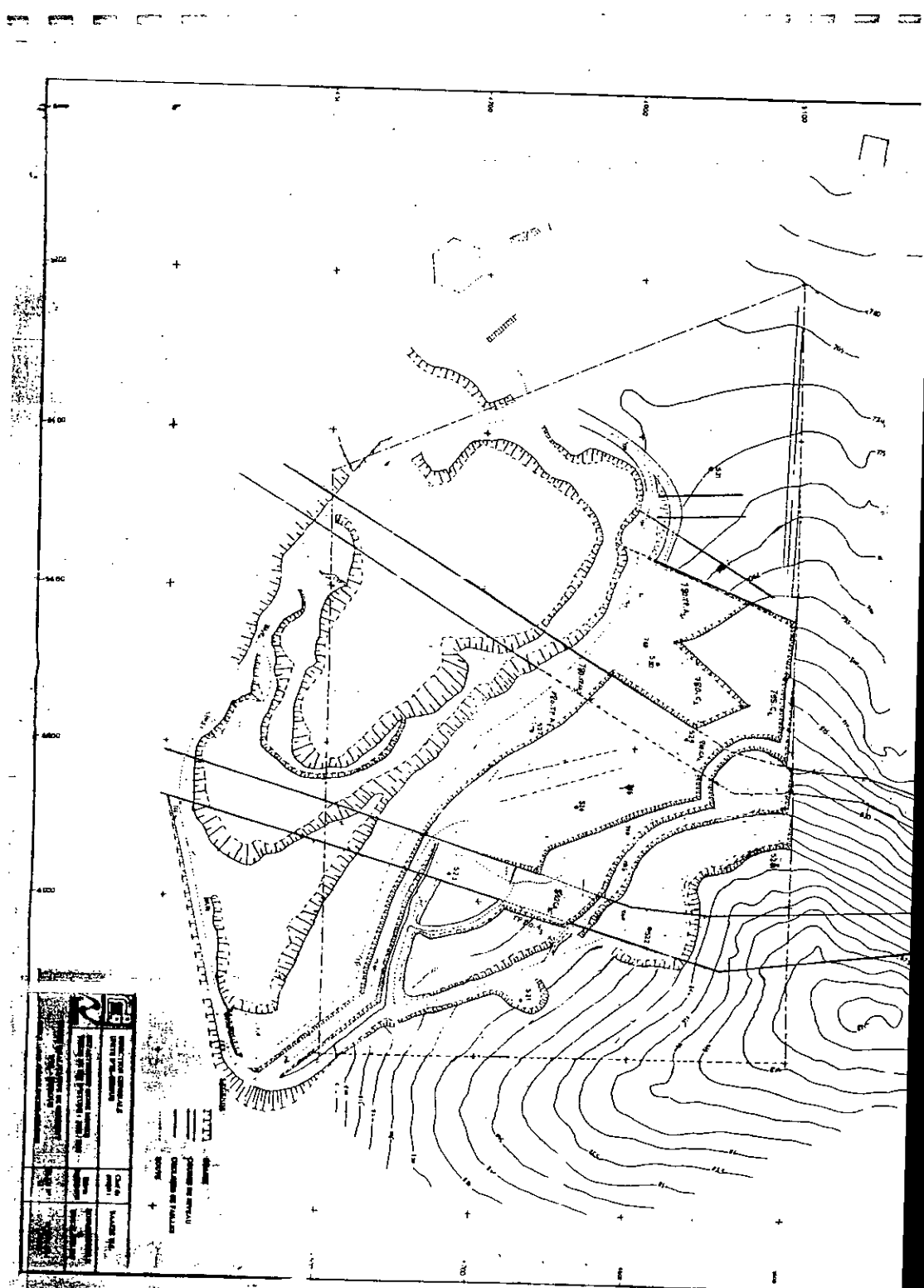
P : Pelle chargeuse à 13%

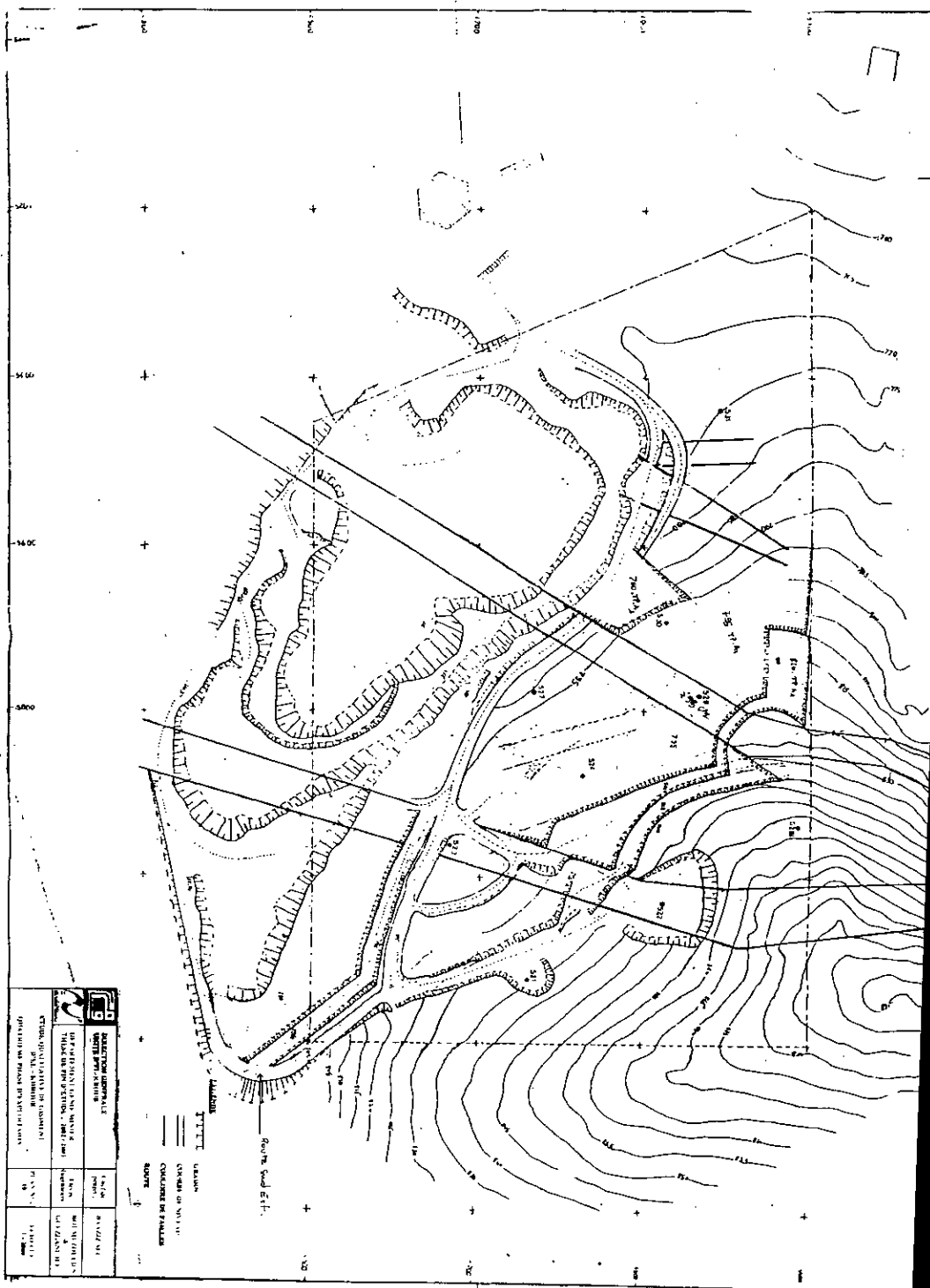
D :Dumper à 26%



- LEGENDA**
- FAULTES
 - COURSES DE NIVEAU
 - COULOIRS DE FAULTES
 - ROUTE

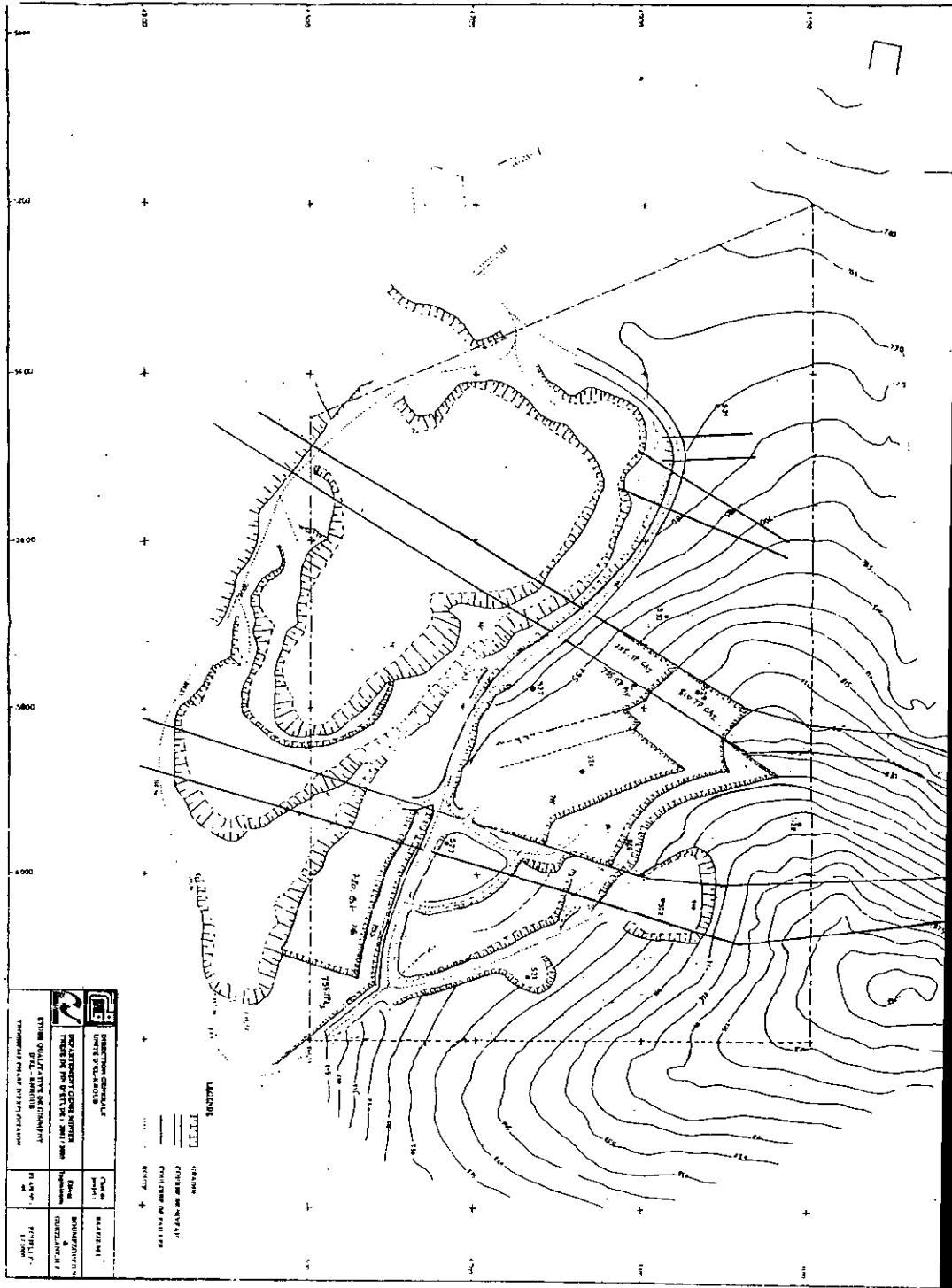
	DIRECTION GENERALE UNITE D'EL-KROUR	Chef de projet :	BAATZ M.L.
	DEPARTEMENT GEOL-MINIER THESE DE FIN D'ETUDE : 202 / 200	El-ve Ingénieur	SOUMELOUEN & GUEZLANE.L.
ETUDE QUALITATIVE DE GISEMENT D'EL - KIROUR PREMIERE PHASE D'EXPLOITATION		PLAN N° : 07	ECHELLE : 1 : 4000





		NATIONAL DEFENSE INTELLIGENCE AGENCY INTELLIGENCE INFORMATION REPORT REFERENCE TO THIS REPORT IS TO BE MADE IN THE REPORTING AGENCY'S REPORTS TO THE REPORTING AGENCY'S SUPERIOR AGENCY ONLY.	DATE 1954	BY [Redacted]
OTHER ORGANIZATION OR AGENCY NAME AND ADDRESS [Redacted]		TITLE [Redacted]	DATE 1954	BY [Redacted]

SOURCE: ROAD 5 FT.
 ROUTE



		INSTITUCION GENERAL DE SERVICIOS UNIDAD DE SERVICIOS	Puntos de control	SERVICIO DE SERVICIOS
		OPERAÇÕES DE CERRAJÓN DE LAZARUS CERRAJÓN DE LAZARUS	CERRAJÓN DE LAZARUS	SERVICIO DE SERVICIOS
ESTRATEGIA DE CERRAJÓN DE LAZARUS CERRAJÓN DE LAZARUS		CERRAJÓN DE LAZARUS	CERRAJÓN DE LAZARUS	SERVICIO DE SERVICIOS
PROYECTO DE CERRAJÓN DE LAZARUS CERRAJÓN DE LAZARUS		CERRAJÓN DE LAZARUS	CERRAJÓN DE LAZARUS	SERVICIO DE SERVICIOS

LIMITE DE LAZARUS
 CERRAJÓN DE LAZARUS
 CERRAJÓN DE LAZARUS

