

وزارة الجامعات

Ministère aux Universités

المدسة الوطنية المتعددة التقنيات

BIBLIOTHEQUE — المكتبة

Ecole Nationale Polytechnique

2EX

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT

Genie Minier

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ETUDE COMPARATIVE ENTRE UNE
UNITE DE GRANULATS ET UNE
UNITE DE PIERRE A BATIR

Proposé par :
E.N.G

Etudié par :
MANSEUR Karim Salah

Dirigé par :
M AIT YAHATENE A

PROMOTION

Juin 1991

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT



PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

ETUDE COMPARATIVE ENTRE UNE
UNITE DE GRANULATS ET UNE
UNITE DE PIERRE A BATIR

Proposé par :
E.N.G

Etudié par :
MANSEUR Karim Salah

Dirigé par :
M AIT YAHIA TENE A

PROMOTION

Juin 1991

D E D I C A C E

Je dédie ce mémoire à :

- * Mon père;
- * Ma mère;
- * Mes frères et soeurs;
- * Et tous ceux qui me sont chers.

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier et exprimer ma profonde gratitude à mon promoteur Mr A.AIT YAHIAENE pour ses conseils qu'il m'a prodigué durant le déroulement de mes travaux.

Je remercie également tous mes enseignants pour leur aide et compréhension.

Mes remerciements s'adressent à tous les employés de l'E.N.G, particulièrement à :

-Mr M.BENHADID (PDG de l'E.N.G) pour sa modestie et son sens de collaboration

-Ses conseillers :

Mr SAYAH et

Mr BIZET

-Mr DJAOUT et Mr MEHIAOUI.

S O M M A I R E

CHAPITRE I: INTRODUCTION

CHAPITRE II: ETUDE DU MARCHÉ

II-1 ETUDE DU MARCHÉ DE LA PIERRE

II-2 ETUDE DU MARCHÉ DES GRANULATS

CHAPITRE III: GEOLOGIE DES SITES

III-1 SITUATION GEOLOGIQUE DU GISEMENT DE DHAYA

III-1-1 DESCRIPTION DE LA REGION DE DHAYA

III-1-2 SITUATION GEOGRAPHIQUE

III-1-3 GEOLOGIE DU GISEMENT

III-2 SITUATION GEOLOGIQUE DU GISEMENT D'EL HACHIMIA:

III-2-1 DESCRIPTION DE LA REGION

III-2-2 SITUATION GEOGRAPHIQUE

III-2-3 GEOLOGIE DU GISEMENT

III-3 ESTIMATION DES RESERVES

III-3-1 ESTIMATION DES RESERVES DU GISEMENT DE DHAYA

III-3-2 ESTIMATION DES RESERVES DU GISEMENT D'EL HACHIMIA

III-4 ETUDE QUALITATIVE

III-4-1 ETUDE QUALITATIVE DE LA PIERRE DE DHAYA

III-4-2 ETUDE QUALITATIVE DE LA ROCHE D'EL HACHIMIA

CHAPITRE IV : EXPLOITATION

IV-1 METHODE D'EXTRACTION ET DE TRANSFORMATION DE LA
PIERRE DE DHAYA

IV-2 METHODE D'EXPLOITATION POUR LES GRANULATS

CHAPITRE V : CALCULS ECONOMIQUES

V-1 MODE DES CALCULS ECONOMIQUES

V-2 CALCULS DES COMPTES DE L'UNITE DE DHAYA

V-3 CALCULS DES COMPTES DE L'UNITE D'EL HACHIMIA

CHAPITRE VI : RESULTATS ET INTERPRETATION

CHAPITRE VII : CONCLUSION

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

CHAPITRE I : INTRODUCTION :

Les granulats constituent la matière première essentielle du bâtiment et des travaux publics sans laquelle la réalisation des ouvrages serait aujourd'hui impossible.

Les granulats forment le squelette des bétons hydrauliques, l'ossature des couches de chaussées, etc

Actuellement, le pays connaît une crise assez importante en ce qui concerne les matériaux de construction.

Afin d'atténuer cette crise, l'E.N.G s'est engagée dans l'exploitation d'un matériau de construction qu'est la pierre à bâtir, matériau substitutif aux parpaing et la brique qui connaissent un assez important déficit sur le marché national.

Cependant, serait il plus rentable, pour l'E.N.G de produire la pierre à la place des granulats ou vice-versa?

Pour cela, une étude technico-économique comparative est indispensable. C'est l'objet de notre étude.

CHAPITRE I

CHAPITRE II: ETUDE DU MARCHE :

II-1 ETUDE DU MARCHE DE LA PIERRE:....[1]

Les pierres naturelles ont compté parmi les anciens matériaux utilisés dans la construction et la décoration.

Les emplois ont été constamment améliorés au cours des siècles. Ils ont été fonction des moyens d'extraction et de transformation.

Ainsi, la pierre reste plus que tout autre le matériau de toujours. Elle offre, grâce à ses qualités intrinsèques, cette particularité et des possibilités variées d'emploi qui permettent de l'adapter aux diverses formes d'architecture, de lui faire suivre l'évolution des techniques et les conditions économiques des époques.

La fonction principale a été pendant longtemps de constituer des éléments portants: murs, piliers, arcs, voûtes, etc ...

Avec l'apparition du béton armé, elle a subi une éclipse passagère qui a provoqué la recherche de nouveaux débouchés.

C'est ainsi qu'elle est devenue un matériau d'habillage au même titre que le marbre.

A l'heure actuelle et sans pour cela abandonner les possibilités d'application intéressantes qu'elle offre pour l'habillage des constructions légères et ossaturées, on tend à lui faire retrouver les usages traditionnels, c'est à dire à la réutiliser sous forme d'éléments lourds constituant des blocs portants grâce à :

- Une simplification des opérations d'extraction et de taille.
- Une rénovation de la technique d'emploi qui tend à abaisser les prix de revient de la maçonnerie de pierre.

L'OFFRE :

L'OFFRE ACTUELLE :

On a recourt à l'utilisation de la pierre, en tant que matériau de construction dont la région est généralement et à quelques exceptions déterminées par les revenus des populations surtout rurales.

Dans ce cas là, la pierre est extraite de la manière artisanale. Donc l'offre au classique (c'est à dire dans le cadre d'un marché) est inexistante au niveau de la wilaya.

L'OFFRE EN PROJET :

Il n'existe pas d'autres projets de taille de pierre à implanter sur le territoire de la wilaya hormis celui faisant l'objet de la présente étude.

Néanmoins, il est à signaler la disponibilité de produits de substitution à pierre taillée : briques, parpaings...

La production n'arrive pas à couvrir l'ensemble des besoins, la pierre taillée peut aider à combler le déficit et occuper une part dans la satisfaction de la demande en matériau de construction; d'autant que, non seulement les ressources abondent mais aussi et surtout parcequ'elle tend à être de plus en plus demandée.

LA DEMANDE :

L'importance des programmes de construction et singulièrement de l'habitat entraîne une forte demande en matériau de construction. Une vive tension dans ces produits, crée des déséquilibres entre l'offre et la demande.

La réalisation de ce projet contribuera, pour ce qui concerne les moellons, la pierre de parement à résorber en partie, le déficit existant en mettant, sur le marché, un produit de substitution aux briques et parpaings.

La maîtrise de la demande, étant donné la somme d'informations exigées et la multitude des hypothèses, nécessite à elle seule une étude spécifique. Ce qui ne rentre pas dans le cadre du présent travail.

DEFINITION DU PROJET :

Un projet de taille de pierre est envisagé au titre de la petite et moyenne industrie (P.M.I) par la wilaya de Sidi-Bel-Abbes.

Ce projet faisant l'étude sur une unité de 3000 m de produits, 1500 m de produits finis : 1000 m de pierre de parement de façade, 500 m de moellons.

CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES DES PRODUITS :

Les produits retenus dans le cadre de la présente étude et leurs caractéristiques dimensionnelles se présentent sous la classification suivante :

a)- les moellons :

- hauteur d'assise : 16-25 cm
- longueur : variable

- queue : 18-25 cm

b)- pierres de parement : (pour revêtement mural)

- longueur et hauteur : multiple de 10 cm 5 cm et à
2,5 cm

- épaisseur : 8 cm

II-2/ Etude du marché des granulats :

Le marché des granulats à la fin 1987, dernière étude effectuée montre qu'il est nettement porteur. Il accuse selon les méthodes utilisées un important déficit variant de 15.300.000 m³ à 10.075.000 m³.

Le taux de satisfaction de la demande Nationale ne représente en 1987 que 66 % .

La part du secteur public est dominante avec 87,3 % des capacités Nationales installées.

Le potentiel de l'E.N.G avec 4.250.000 m³ représente en 1987, 10,20 % des capacités du secteur public contre 8,90 % du potentiel global .

- Evolution prévisionnelle du marché (1990-1994) :

L'évolution prévisionnelle est reprise du préliminaire élaboré par la CNAT dans le cadre de l'étude de marché horizon 1995/2000.

Cette étude commandée par l'E.N.G sera finalisée en Octobre 1991.

- Demande globale :

La demande d'agrégats est évaluée sur la base de coefficients technique de consommation.

Ceux-ci ont été obtenus pour exploitation des données des enquêtes réalisés par le CNAT auprès des entreprises de réalisation et bureaux d'études techniques.

La demande globale induite par les secteurs de la construction (organisés et diffus) et de la transformation est selon des trois (03) hypothèses d'évaluation des besoins de logement :

en 10 ⁶ m ³ de granulats	1990	1995
Hypothèse faible (H1)	27,6	32,5
// intermédiaires (H2)	29	35
// forte (H3)	31,2	36,8

- Offre Nationale :

L'offre globale de la période évoluera de 2,1 par an, en passant de :

1990	: 25,9 millions de m ³ .
1995	: 29,45 millions de m ³ .

La part de l'E.N.G dans l'offre Nationale s'élève à :

1990	: 12,31 % .
1995	: 16,4 % .

-Adéquation offre-demande :

La mise en adéquation entre l'offre et la demande (selon les trois (03) hypothèses d'évaluation du marché du logement) fait ressortir les écarts présentés dans le tableau ci-après :

$$U = 10^6 \text{ m}^3$$

Rubriques	Année	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Offre		25,9	26,56	27,24	27,96	28,69	29,45
Demande	H1	27,6	28,5	29,4	30,5	31,7	32,5
	H2	29	30	31,1	32,4	33,9	35
	H3	31,2	32,2	33,1	34,3	35,8	36,8
Ecart	H1	-1,7	-1,94	-2,16	-2,54	-3,01	-3,05
	H2	-3,1	-3,44	-3,86	-4,44	-5,21	-5,55
	H3	-5,3	-5,64	-5,86	-6,34	-7,11	-7,35

Ces données montrent que la demande en agrégats ne sera pas satisfaite totalement durant toute la période 1990/1995. Le niveau de couverture des besoins se situe entre un minimum de 80 % et un maximum de 93 % .

Le déficit qui apparaît, présente une tendance croissante. Il varie entre 1,7 millions de m³ et 3,3 millions de m³ en 1990 et entre 3,05 millions de m³ et 7,35 millions de m³ en 1995.

Aussi, la production d'agrégats gagnerait à se développer pour rétablir l'équilibre du marché.

CHAPITRE II

CHAPITRE III : GEOLOGIE DES GISEMENTS :

III-1 SITUATION GEOLOGIQUE DU GISEMENT DE DHAYA :

III-1-1 DESCRIPTION DE LA REGION DE DHAYA :

? LOCALISATION GENERALE:

La zone d'étude se situe à l'ouest de l'algerie, sur le territoire de la wilaya de SIDI-Bel-Abbes.

GOMORPHOLOGIE, OROHYDROGRAPHIE :

Situé à l'ouest de l'algerie, la region d'étude fait la liaison d'une part, entre les monts de Tlemcen à l'ouest et de Saida à l'est, et d'autre part entre la "zone tellienne" au nord et les hauts plateaux au sud.

C'est une region où des plaines d'effondrement sont séparées par des chainons montagneux peu élevés. Dans les plaines, l'altitude varie de 800 m au nord à 900-950 m au sud.

Les montagnes trouvent leur point culminant dans la partie méridionale de la region, où les altitudes atteignent 1300 m.

Le terrain est sillonné par de nombreux ravins et oueds trouvant leurs sources dans le flanc nord du synclinal de Bossuet, et dont le plus important est l'oued MEKERRA.

Le climat est intermédiaire entre les types méditerranéen et continental.

La mer, relativement proche, tempère les écarts de temperature qui restent cependant important (40° en été, mais chutes de neige sur les hauteurs en hivers).

Les précipitations ont lieu, en général, à la fin de

l'automne ou au début du printemps.

INFRASTRUCTURES :

Les voies de communication sont assez denses dans les plaines mais beaucoup plus rares en montagne. Les plus importants relient Sidi-Bel-Abbes à Ras-El-Ma, Oran à El-Aricha, Telagh à Saida. La région est suffisamment pourvue en sources énergétiques et hydrauliques.

III-1-2 SITUATION GEOGRAPHIQUE DU GISEMENT :

Le gisement de dolomie-calcaire est situé à 200 m à l'est de Dhaya; commune se trouvant respectivement à 16 et 66 Km de Telagh et Sidi-Bel-Abbes, chef lieu de Daira et de Wilaya desquelles elle dépend administrativement.

Les données de LAMBERT du centre du gisement sont :

$$X = 159.0 \quad ; \quad Y = 196.8$$

Une ligne électrique de moyenne tension, ainsi que la route Nationale N°13 reliant Telagh à Ras-El-Ma, passant à proximité du gisement.

III-1-3 GEOLOGIE DU GISEMENT :

du point de vue morphologique, le relief du gisement est caractérisé par un terrain presque plat: la différence de cotes entre les parties Sud et Nord du gisement, distantes d'environ 700 m, est de 35 m.

De petits Talwegs, engendrés par les cours d'eau, traversent le gisement du Nord et Sud.

Les dimensions du gisement sont de 750*(500+680 mètres)

La couverture est représentée par de la terre végétale

brune. Le terrain est découvert (non boisé).

LITHOSTRATIGRAPHIE :

Le gisement est constitué par des formations du Crétacé inférieur. Ces dernières sont représentées par des roches carbonnatées dans lesquelles sont intercalées les argiles et argilites.

Parmi ces roches carbonnatées, ce sont les dolomies qui prédominent et caractérisent surtout la partie du sud du gisement. Elles sont dures, massives et microgrenues. Leurs couleurs varient du blanc, parfois à nuance jaunâtre, au gris à nuance bleuâtre. Ces dolomies gris-bleuâtre se trouvent en profondeur et n'affleurent pas en surface.

Les calcaires caractérisent la partie Nord du gisement; Ils sont durs massifs. En surface, dans la partie Nord-Ouest; ils sont de couleur blanche et dans la partie Nord-Est, ils ont une nuance jaunâtre.

En profondeur, les calcaires ont les même couleurs qu'en surface mais peuvent avoir aussi la couleur bleuâtre.

Notons aussi qu'en cette partie Nord du gisement caractérisée par les calcaires exclusivement, un sondage a recoupé dans l'intervalle 10.25 - 11.35 m une couche de dolomie grise.

Dans la partie intermédiaire, c'est à dire au centre du gisement, on observe le passage graduel des calcaires aux dolomies. Les argiles et argilites intercalées au sein des calcaires et dolomies se présentent sous forme de couches ou de lentilles dont les épaisseurs sont parfois importantes = 4.15 mètre.

Les argiles sont carbonnatées et rarement gréseuses, moyennement plastiques de couleur grise à nuance verdâtre.

Les argiles sont grise à gris-verdâtre, faiblement carbonnatées et compactes. Le contact entre ces roches argileuses et les roches carbonnatées est brusque.

La couverture varie de 5.7 cm à 2.5 m et fait en moyenne 0.60 m.

III-2 SITUATION GEOLOGIQUE DU GISEMENT D'EL HACHIMIA :

III-2-1 DESCRIPTION DE L'UNITE D'EL HADJEB

(EL- HACHIMIA) :

Afin d'assurer l'approvisionnement en agrégats de la wilaya de Bouira, la D.R.E.G - S.N.M.C a reconnu en 1977-78 le gisement de calcaires de Hadjeb en vue d'en faire une base de matières premières.

La "localité" du gisement est desservie du nord au sud par la route départementale N°127 reliant Bouira à Sour-El-Ghozlane. A partir de cette route, on peut joindre la route nationale N°5 (Alger - Constantine) et le chemin de fer (Alger - Constantine).

Une ligne de haute tension de 60 Kv passe à 8 Km au nord du gisement, une deuxième à environ 1 Km au nord, tandis que une troisième de 30 Km longe la route N°127 à 3 Km du gisement.

III-2-2 SITUATION GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE DU GISEMENT :.....[3]

Le gisement de Hadjeb est situé à :

- 19 Km au sud de Bouira par la route départementale N°127 et une piste.
- 3 Km au sud-est de la route départementale N°127
- 7 Km au nord-est du village El-Hachimia.

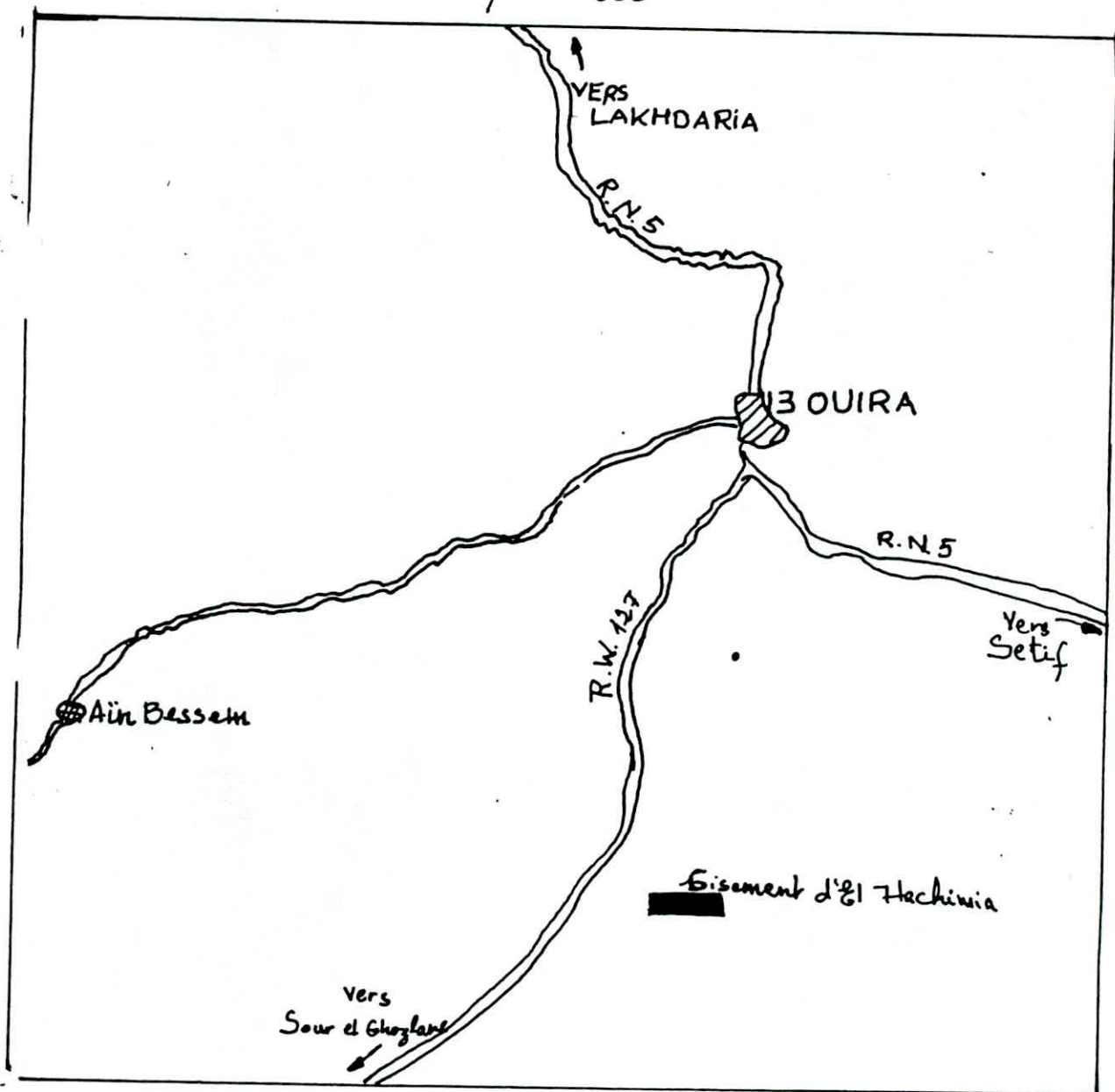
Les coordonnées Lambert du centre du gisement sont :

$$X = 605.850 \quad ; \quad Y = 327.450$$

Le gisement est délimité :

PLAN DE SITUATION
DU GISEMENT
D'EL - HACHIMIA

Ech 1/200.000



- à l'Ouest par une faille qui décroche le bloc de calcaire vers le nord.
- à l'Est par une coline où la structure géologique devient moins convenable pour l'exploitation.

L'altitude du gisement varie entre 740 m et 815 m .

Le gisement constitue le flanc nord d'un chaînon dont le versant nord est doux, tandis que le versant sud est abrupt.

III-2-3 GEOLOGIE DU GISEMENT :

L'étude comparée des sondages des tranchées et de la prospection sur le terrain conduit à reconstituer une succession de roches qui est la suivante : (du toit au mur)

- Marnes argileuses (puissances environ 50 m d'âge Cénomaniens Crétacé moyen), gris-foncé avec intercalation de calcaires marneux (3-4 m); gris à gris foncé massif en banc de 10-30 cm. Ce calcaire est caractéristique dans la partie basse de la succession des marnes sus-jacentes, de 5 m au dessus du toit de calcaire principal. Cette couche de marnes a été découpé que pour le sondage N° S-2A.
- Calcaire principal (puissance 40-45 m d'âge Vraconien) dur massif, gris foncé, micritique en banc de 5 à 8 cm avec fines (millimétriques) passées de marnes plus tendres. Les calcaires sont découpés par de nombreuses diaclases occupées par de la calcite dont l'épaisseur moyenne est de 3-10 mm, rarement dans les zones tectoniques atteignant 50-100 cm. Cette puissante couche de calcaire est extrêmement résistante à

l'altération et constitue une espèce de chapeau sur les sommets les flancs nord des alignés.

Les limites des calcaires (tant du toit que du mur de la couche) sont très nets, surtout dans les affleurements. Cette couche utile a été recoupé par tous les sondages (du N°1A au N°10A et N°S-A2).

- Marnes inférieures (puissance de 20-30 m -Albien sup)
C'est une alternance dure, microgranulaire. Par suite de l'altération, ces sédiments à l'origine gris-foncé sont décolorés vers le gris clair ou beige et deviennent relativement tendre.

On note qu'il existe une importante zone tectonique qui est due à la présence de 02 failles longitudinales qui divisent le gisement en deux compartiments :

- 1- Nord, qui est relativement plus élevé et par conséquent en moitié déjà dénudé.
- 2- Sud, structurellement abaissé, mais qui, quand même, dresse dans le relief un chaînon de calcaire.

LIMITES DE LA CARRIERE :

- La limite sup: le toit des calcaires du niveau 785 m, c'est à dire la courbe de niveau 805 m.

- La limite inf: le plancher de la carrière du niveau 740 m.

- Dans la partie ouest du gisement, la limite de la carrière coïncide avec la limite du calcul des réserves.

- Dans la partie est du gisement, la limite de la carrière suit la courbe de niveau 770 m .

- Dans la partie sud du gisement, la limite de la carrière coïncide avec la limite du calcul des réserves.

- Dans la partie nord du gisement, la limite de la carrière coïncide partiellement avec la limite de calcul des réserves et suit la courbe du niveau 770 m à l'est.

Les angles des talus des gradins en exploitation sont admis égaux à 70°.

STRUCTURE ET TECTONIQUE :

Le gisement est représenté par une structure monoclinale, allongée dans le sens Est-Ouest. Les couches sont subhorizontales avec un pendage moyen de 5° vers le Sud.

Du point de vue tectonique, aucun accident disjonctif n'a été décelé.

III-3 ESTIMATION DES RESERVES :

III-3-1 EVALUATION DES RESERVES DU GISEMENT DE DHAYA:

Les réserves ont été calculées par la méthode des coupes géologiques.

Les réserves du gisement ont été calculé en catégorie C1 et C2

$$\text{Total en C1} = 2436878,58 \text{ m}^3$$

$$\text{Total en C2} = 952187,76 \text{ m}^3$$

$$\text{Total C1+C2} = 3389066,34 \text{ m}^3$$

$$\text{avec un poids volumique} = 2,41 \text{ t/m}^3$$

Etant donné que le gisement présente des intercalations en argile et argilite total de la couverture plus stérile interne

$$\begin{aligned} &= 114735,75 \text{ m}^3 + 744660,08 \text{ m}^3 \\ &= 859395,83 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

III-3-2 ESTIMATION DES RESERVES DU GISEMENT D'EL-HACHIMIA:

Etant donnée la structure géologique complexe du gisement, présence de nombreuses failles découpant le gisement en plusieurs blocs géologiques.

Les réserves géologiques du gisement sont évaluées à 28511760 T.

Les réserves exploitables calculées en catégorie B+C sont évaluées à 13511520 T = 5196740 m³

Le total de découverte = 1038150 T = 399290 m

Les réserves par niveau d'exploitation sont dressées dans le tableau N°

GRADIN	NIVEAU D'EXPL OITATI	CALCAIRE		DECOUVERTURE		TOTAL A EXPLOITER	
		volume (m)	tonnage (T)	volume (m)	tonnage (T)	volume (m)	tonnage (T)
I	785	966150	2511990	6200	16120	972350	2528910
II	770	1645730	4278900	113740	295720	1759470	4574620
III	755	1293880	3364080	177830	462360	1471710	3826440
IV	740	1290980	3356550	101950	263950	1392500	3620500
Total carrière		5196740	13511520	399290	1038150	5596030	14549670

REPARTITION DES RESERVES PAR NIVEAU D'EXPLOITATION

III-4 ETUDE QUALITATIVE DES GISEMENTS :

III-4-1 ETUDE QUALITATIVE DE LA PIERRE DE DHAYA :

EXIGENCE INDUSTRIELLE (GISEMENT DE DHAYA) :

Les exigences industrielles envers les matières premières pour la pierre de construction sont d'ordre quantitatifs et qualitatifs.

Pour ce qui est des premières exigences, la taille minimale d'un gisement exploitable est de l'ordre de 500.000 T (200.000 m³).

Aussi, les gisements doivent être exploitables à ciel ouvert et avec un rapport de découverte nettement > 1.

De même, les facteurs structuraux ont une grande importance dans la mesure où ils conditionnent le débit de blocs, plaques et permettent d'obtenir en carrière des masses importantes susceptibles d'être travaillées ensuite avec le minimum possible de matière.

En ce qui concerne la qualité, il est établi que les propriétés ou spécifications d'une roche destinée à être utilisée dans le domaine de la construction doivent être soumises à des exigences.

Ces exigences sont données par les normes " Françaises du C.E.B.T.P" résumées dans le tableau suivant :

TYPES D'ESSAIS TYPES DE ROCHES	ABSOR- PTION D'EAU %	PORO- SITE %	POIDS VOLU- MIQUE g/cm	VITESSE DE PROPAGATION DU SON KM/S	RESISTANCE A LA COMPRESSION KGF/cm ²	DURETE SUPER- FICIELLE mm	USURE AU DISQUE METALLIQUE mm	CONDUCTIVITE THERMIQUE Kcal/m.h °C
Pierres calcaires froides		de 0.3 à 10.5	de 2.4 à 2.8	de 3.0 à 6.0	de 950 à 2300	de 0.5 à 0.7	de 36 à 41	2.9
Pierres calcaires dures	≤ 3	de 6 à 19	de 2.0 à 2.7	de 4.0 à 6.0	de 500 à 1650	de 0.65 à 1.10	/	de 1.9 à 2.2
Pierres calcaires fermes	≤ 7.5	/	de 2.2 à 2.4	de 3.5 à 4.5	de 200 à 600	/	de 30 à 45	de 1.5 à 1.7
Pierres calcaires ½ fermes	≤ 12.5	/	de 1.8 à 2.1	de 2.6 à 2.8	/	de 1 à 1.6	/	de 1.2 à 1.5
Pierres calcaires Sables N°1		/	de 1.5 à 1.8	/	< 300	de 1.4 à 2.2	> 15	de 0.6 à 0.9
Pierres calcaires Sables N°2		/	de 1.4 à 1.6	de 2.3 à 2.5	/	de 2.2 à 2.5	/	0.75

Aussi pour avoir plus d'éléments permettant l'appréciation de la qualité de la roche, il v a lieu de présenter ici dans le tableau ci-dessous.

Normes A.S.T en (USA) définissant les principales caractéristiques physiques des pierres de construction.

MATERIAU	DENSITE	COEFFICIENT D'ABSORPTION	RC Kg/cm	MODE REPTURE
Pierre calcaire: (C 568-67)				
- tendre (demi ferme)	1,76 à 2,16	<= 12	>126,5	> 28
- ferme	2.16 à 2,56	<= 7,5	> 281	> 35
- dure (froide)	> 2,56	<= 3	> 562	> 70

CARACTERISTIQUES QUALITATIVES DU CALCAIRE DE

DHAYA :.....[2]

Plusieurs échantillons ont été recueillis afin d'être testés au laboratoire pour avoir les propriétés du calcaire de Dhaya. Le tableau ci-dessous nous présente les extrêmes et moyennes des résultats des essais réalisés.

TYPES D'ESSAIS	UNITE	RESULTATS		
		DE	A	MOYENNE
Poids volumique	g/cm ³	2,00	2,92	2,41
Poids spécifique	g/cm ³	2,62	2,93	2,72
Absorption d'eau	%	2,10	9,62	4,86
Porosité totale	%	3,37	25,12	11,66
Résistance à la compression	kgf/cm	102	877	410,12
Usure au disque métallique	mm	19,5	26,2	22,37
Vitesse de propagation du son	Km/s	4,22	5,97	4,96

On peut conclure, en comparant les résultats reçus avec les normes, que ces résultats s'insèrent dans les limites des exigences industrielles.

ETUDE DE LA FRACTURATION :.....[2]

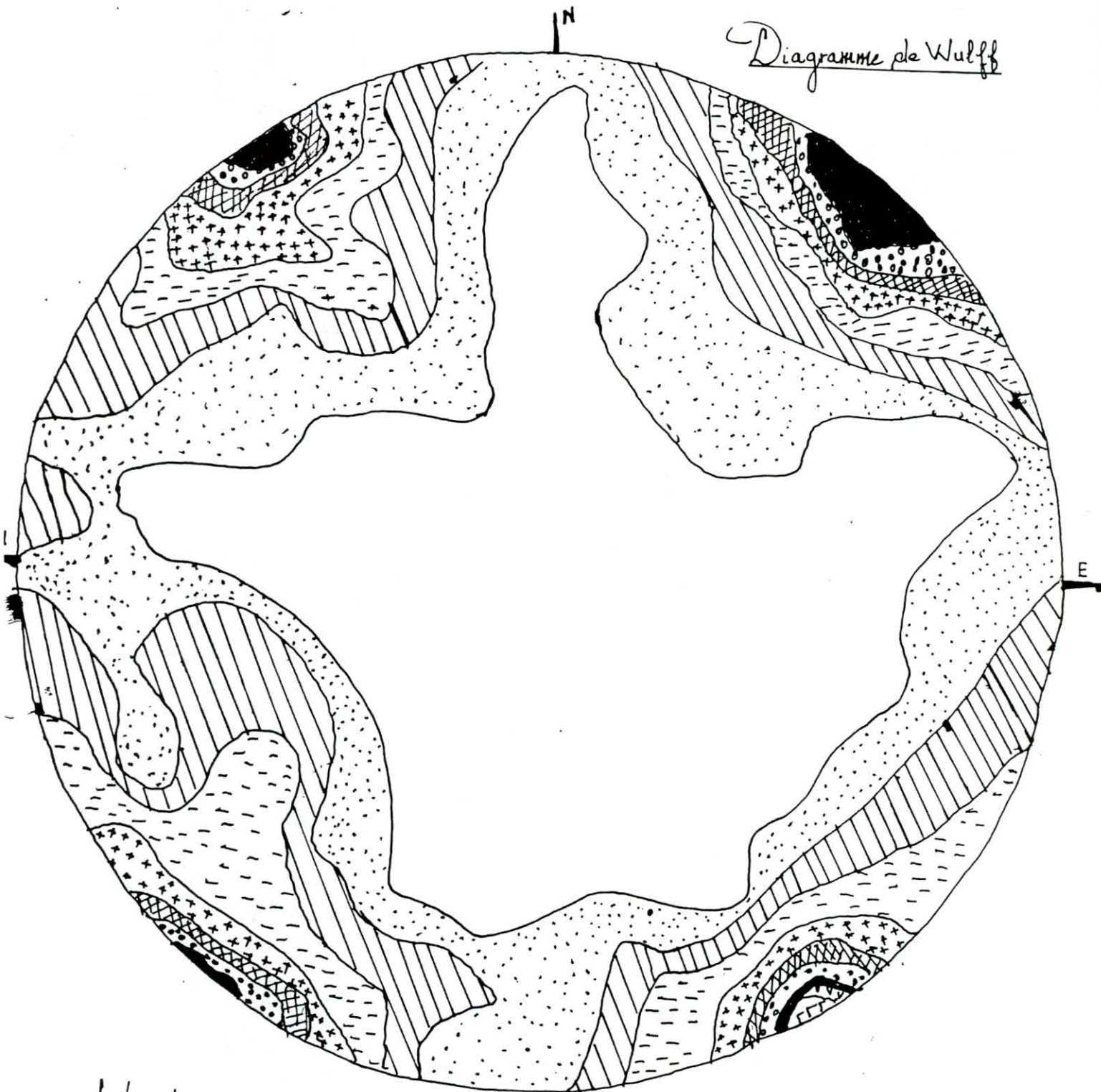
Jouant un rôle essentiel, la fracturation a fait l'objet d'une étude à part. Au cours de la réalisation des travaux de terrain, il a été procédé aux mesures des éléments de pendages des fissures se trouvant sur des affleurements représentatifs.

Pour chaque fissure, ont été mesurés l'azimut de pendage ainsi que l'angle de pendage. Cette opération s'est répétée pour 300 fissures. Dans le but d'interpréter ces mesures, il a été établi un diagramme de Wulff. Une fois établi, ce diagramme fait ressortir que les fissures ont, en général, deux orientations ou directions prédominantes :

- La première du sud-est au nord-ouest avec un azimut de direction de 325° prédominant.
- La deuxième du sud-ouest au nord-est avec un azimut de direction prédominant de 35° .

Il peut être déduit aussi de ce diagramme (Fig N°), que les fissures sont, en général, subverticales et rarement obliques. Ainsi, il y a lieu de noter que les orientations préférentielles et le fort pendage des fissures constituent des éléments favorables. Ceci parce que telles qu'elles sont orientées, elles font débiter naturellement les blocs les mieux formés en leur donnant des formes rectangulaires avantageuses; ce qui fait donc diminuer les pertes de matière

Diagramme de Wulff



Legende

1%	1-2%	2-5%	5-10%	10-15%	15-20%	20-25%	25-30%	30-35%	35-37%

lors de l'exploitation.

On note aussi que meme le pendage subvertical donne une contribution dans ce sens.

III-4-2 ETUDE QUALITATIVE DE LA ROCHE D'EL-HACHIMIA)

NORMES INDUSTRIELLES :

Les calcaires envisagés d'être utilisés pour les agrégats doivent répondre aux normes suivantes:

1)- Le coefficient de broyabilité dans le cylindre doit être inférieur à:

- pour le type de béton 500 - 10%
- pour le type de béton 600 - 25%
- pour le type de béton 200 - 35%

2)- Le coefficient d'usure de Los Angeles doit être suivant:

- pour la première classe de revêtement - 30%
- pour la II classe de revêtement routier 30-40%
- pour la III classe de revêtement routier 40-50%
- pour la IV classe de revêtement routier 50-60%

3)- La résistance à la compression:

- pour le type de béton 600 - 1200 Kg/cm^2
- pour le type de béton 400 - 800 Kg/cm^2
- pour le type de béton 200 - 600 Kg/cm^2

4)- L'absorption d'eau ne doit pas dépasser:

- pour le type de béton 600 - 2%
- pour le type de béton 400 - 5%
- pour le type de béton 200 - 8%

5)- La quantité de sulfates calculée en $\text{So}_3 < 2-3\%$

CARACTERISTIQUES PHYSICO-MECANIQUES :

TYPE DE ROCHE	VALEURS	ESSAIS PHYSICO-MECANIQUES			
		POIDS VOLUMIQUE g/cm	POIDS SPECIFIQUE g/cm	ABSORPTION D'EAU %	POROSITE %
Marnes superieures	Mini	2,534	2,634	0,3	0,3
	Max	2,641	2,67	1,45	2,6
	Moyenne	2,615	2,657	0,75	1,45
Calcaire principal	Mini	2,316	2,643	0,1	0,19
	Max	2,715	2,849	3,1	14,3
	Moyenne	2,658	2,707	0,56	1,56
Marnes inferieures	Mini	2,255	2,487		
	Max	2,748	2,728		
	Moyenne	2,517	2,558		

Ces résultats montrent que le calcaire principal est plus compact que les marnes sous et susjacentes.

ESSAIS DE LOS ANGELES:

Les valeurs extrêmes et les moyennes pondérées de 45 échantillons du gisement et par ouvrages sont présentées dans le tableau ci-dessous:

TYPE D'OUVRAGE	RESULTATS DES ESSAIS DE LOS ANGELES		
	MINI	MAXI	MOYENNE
Sondages	16,3	28,3	20,7
Tranchees	14,4	19,7	17,7
Moyenne	--	--	19,1

On peut dire que la matière d'une bonne qualité et

peut être utilisée pour produire des agrégats de première classe (coefficient jusqu'à 30%) pour les routes.

ESSAIS DE BROUYABILITE :

TYPE D'OUVRAGE	RESULTATS DES ESSAIS DE BROUYABILITE		
	MINI	MAXI	MOYENNE
Sondages	11,2	23,7	16,0
Tranchees	14,5	18,3	15,8
Moyenne	--	--	16,3

D'après ces résultats, on peut conclure que la première analyse est de bonne qualité pour la fabrication de béton. Tous les résultats sont groupés dans l'intervalle (15-24%) qui correspond au type de béton "400".

RESISTANCE A LA COMPRESSION :

Tous les échantillons de calcaire (12) ont résisté jusqu'à la pression au moins de 800 Kg/cm² et suivant les normes, il peut être utilisé pour la fabrication des agrégats du type béton "400".

COUCHE	RESULTATS DES ESSAIS		
	MINI	MAXI	MOYENNE
Calcaire principal	840,4	1658,8	956,2
Marnes inferieur	225,7	930,0	538,5

CHAPITRE III

CHAPITRE IV : EXPLOITATION :

IV-1 METHODE D'EXTRACTION ET DE TRANSFORMATION DE LA

PIERRE DE DHAYA :.....[1]

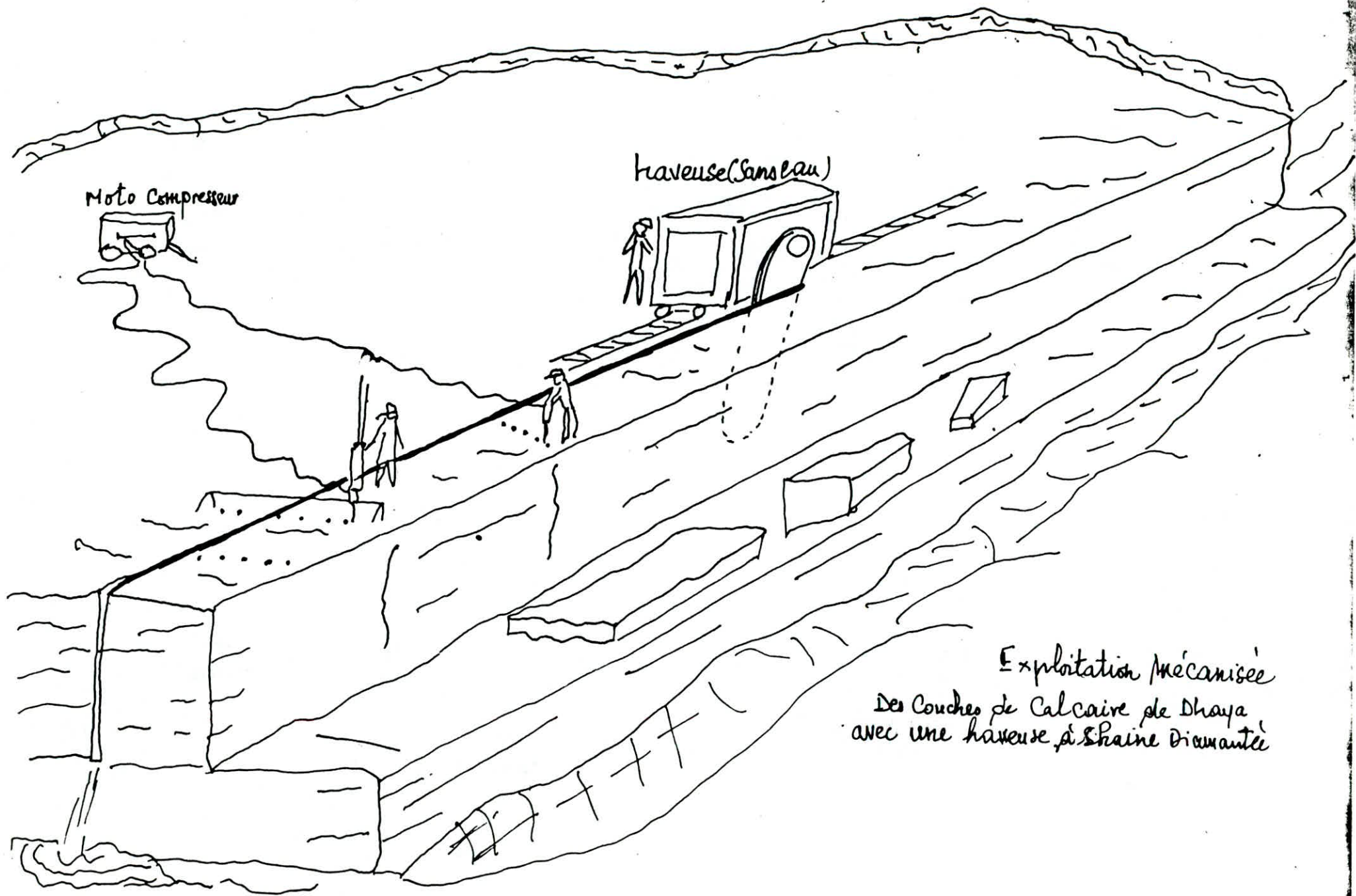
Les caractéristiques du gisement de la pierre Dhaya sont :

- Le gisement très important, très vaste, sur une plaine accessible
- Les couches presque horizontales, séparées par les plans libres
- La couverture de terre mince et facile à enlever.
- La possibilité d'obtenir de blocs réguliers et sains à partir de 2-3 m.
- Une bonne qualité de pierre :

Ses caractéristiques multiples permettent de proposer pour ce gisement une méthode d'exploitation très moderne et efficace, basée sur les coupes verticales, parallèles (à distance 1,3 m) profonds de 3-4 m effectuées par une machine havyeuse à chaîne diamantée (sans eau). Cette méthode d'exploitation qui est expérimentée dans les carrières de marbre présentant une géométrie semblable, donnerait les résultats encore plus satisfaisants dans la pierre calcaire, d'une dureté et d'une abrasion inférieures à celle du marbre.

Dans les coupes de largeurs environ 4 m, on introduit ensuite les coussins pneumatiques en gomme spéciale épaisse et résistante, qui sont gonflés ensuite par un compresseur.

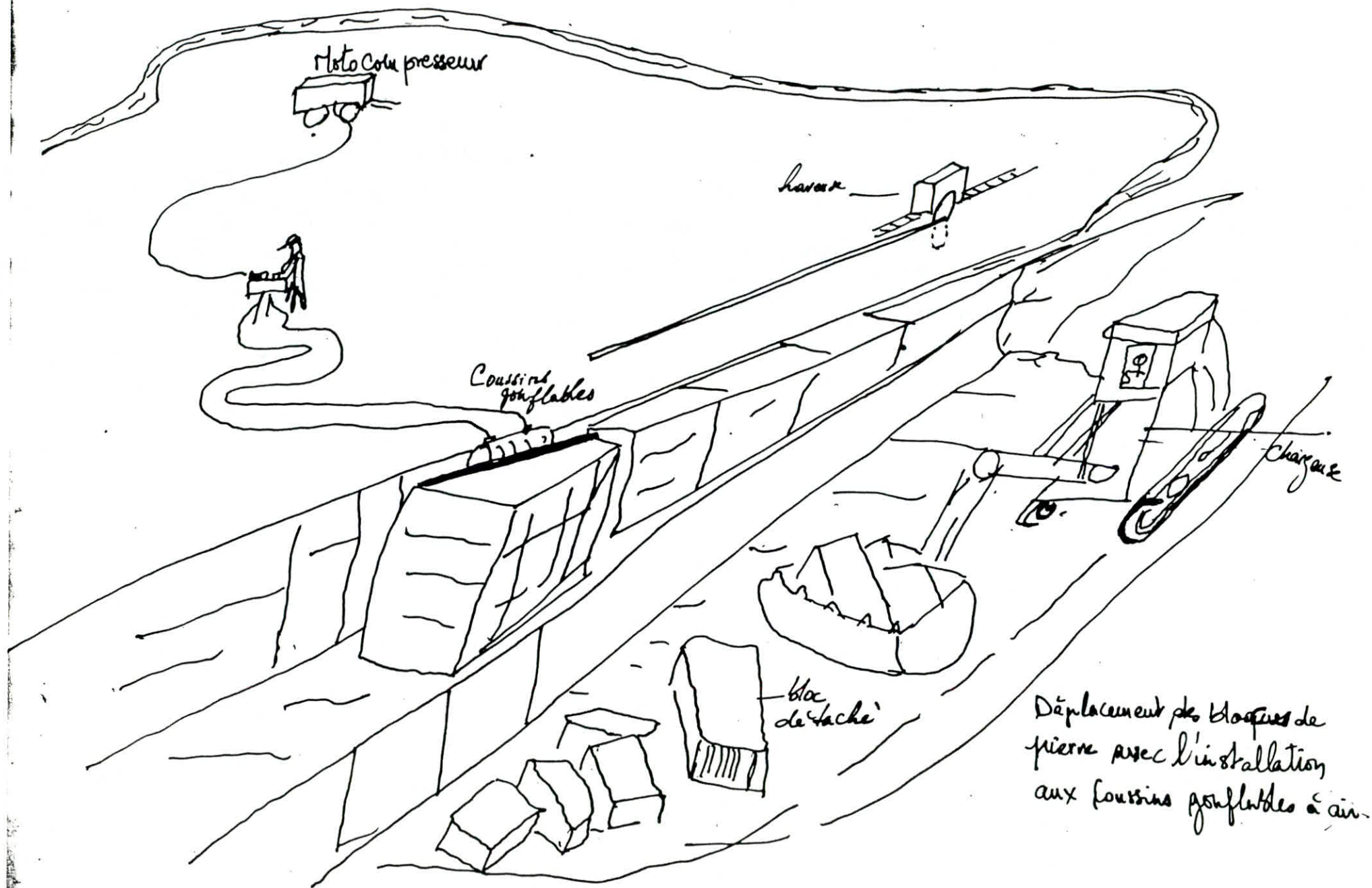
Avec une grande force (pression * surface), les blocs sont poussés, déplacés sur leurs plans libres



Moto Compresseur

hacheuse (sans eau)

Exploitation Mécanisée
Des Couches de Calcaire de Dhaya
avec une hacheuse à chaîne diamantée



Moto Compresseur

chariot

Coussin gonflable

Chargeuse

Bloc de tache

Déplacement des blocs de pierre avec l'installation aux coussins gonflables à air.

horizontaux et sont prêts à l'enlèvement par un chargeur. On obtient ainsi, les petits et gros moellons dans les couches fissurées et les blocs sains jusqu'au 2-3 m dans les couches inférieures.

Cette méthode peut être encore complétée par la perforation pneumatique et éclatement à l'aide des coins éclateurs manuels ou hydrauliques. Surtout pour creper dans les plans verticaux perpendiculaires à la coupe de la baveuse.

Pour le transport des blocs et des moellons, on utilise des tracteurs agricoles.

La distance de roulage est de 600 mètres.

TRANSFORMATION DES BLOCS :

La transformation de pierre calcaire est basée sur les moellons et les blocs comme matière première.

Afin d'obtenir des produits plus nobles (et rémunérateurs) type pierre de parement de façade et moellons dimensionnés, on procède en tailleterie comme suit :

- Le bloc est coupé en dalles à périmètres irréguliers à l'aide de débiteuse monodisque (Fig. 1) .

Chaque dalle est ensuite transportée vers une aboteuse. La dalle est coupée horizontalement et verticalement afin d'avoir les périmètres réguliers et sectionner les pierres selon un dimensionnement choisi au préalable. On procède ensuite par éclatement pour arracher les pierres de parement de façade.



Fig.7 Le gisement de pierre calcaire à Dhaya - vue générale



Fig. 8 L'extraction manuelle de la pierre au gisement Dhaya



Fig.9 L'extraction annuelle de la pierre au gisement Dhaya



Fig.10 L'extarction manuelle de la pierre au gisement Dhaya

IV-2 EXPLOITATION DANS LA CARRIERE D'EL-HACHIMIA

PRESENTATION DE LA CARRIERE :

La carrière d'El-Hachimia a commencé au mois d'avril 1989; elle travaille à raison de 02 postes /jour, 8 H /poste.

La durée de vie est estimée à 25 ans.

La carrière est constituée par 04 gradins (éléments de la carrière).

Le premier gradin de hauteur 15 m se trouve sur une altitude de 785 m par rapport au niveau de la mer.

Le deuxième gradin de hauteur 15 m se trouve au niveau 770 m.

Le troisième gradin de hauteur 15 m se trouve au niveau 755 m.

Le quatrième et dernier gradin de hauteur 15 m se trouve au niveau 740 m.

LA MECANISATION :

La mécanisation de la carrière d'El-Hachimia se compose de deux parties :

- 1- une partie concernant les engins de forage
- 2- une deuxième partie concernant les engins de chargement et de transport.

1- ENGINES DE FORAGE :

Deux groupes de forage marteaux fond de 105 mm de Ø de marque Bohler constituent les engins de forage; leur vitesse d'avancement étant de 10 cm/mn

ENGINS DE CHARGEMENT ET DE TRANSPORT :

Les engins de chargement et de transport sont :

- Une (01) chargeuse Michigan de capacité de 5,35 m³ et de puissance 295 Kw.
- une (01) pelle hydraulique Beneti de capacité de 2,5 m³ de puissance 368 Kw.
- un (01) Bull-dozer Caterpillar, le volume du godet étant de 20,9 m³.
- quatre (04) Dumper de marque Caterpillar 769 D, la capacité de la benne étant de 40 T de 330 Kw.

OUVERTURE DE LA CARRIERE :

Tenant compte du relief du terrain et de l'accès au gisement, l'ouverture de la carrière s'est faite dans la partie sud-ouest à partir du niveau 785 m avec une piste d'une longueur de 750 m, de pente = $0,025 = 2,5\%$, large de 5 m.

EXPLOITATION PROPREMENT DITE :

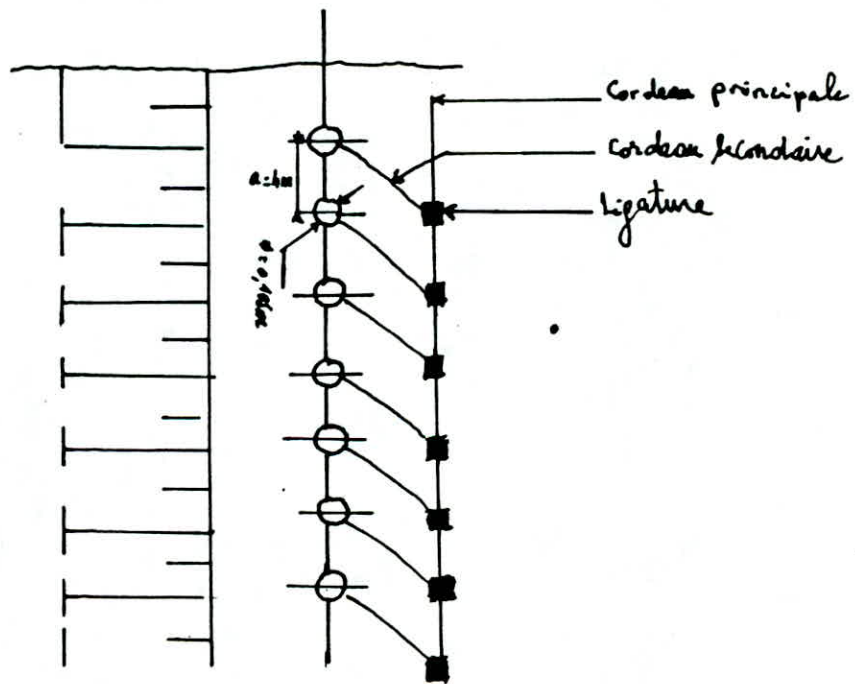
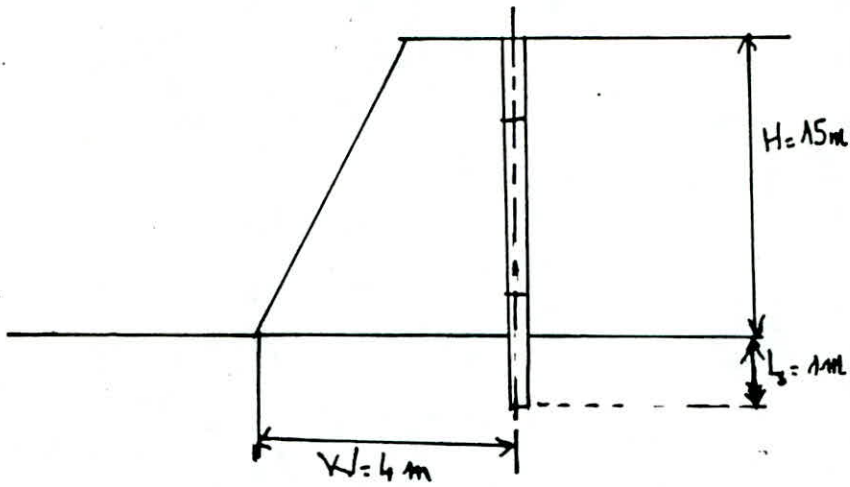
L'exploitation à ciel ouvert comporte les opérations suivantes :

- abattage
- chargement
- Transport

- Abattage :

L'abattage se fait à l'explosifs par forage et travaux de tir. Le forage des trous se fait à l'aide d'un groupe de forage de marque Brother, Marteau fond de trou de 105 mm de \varnothing de, 10 cm/h de vitesse d'avancement.

Schéma de tir et disposition de trous:



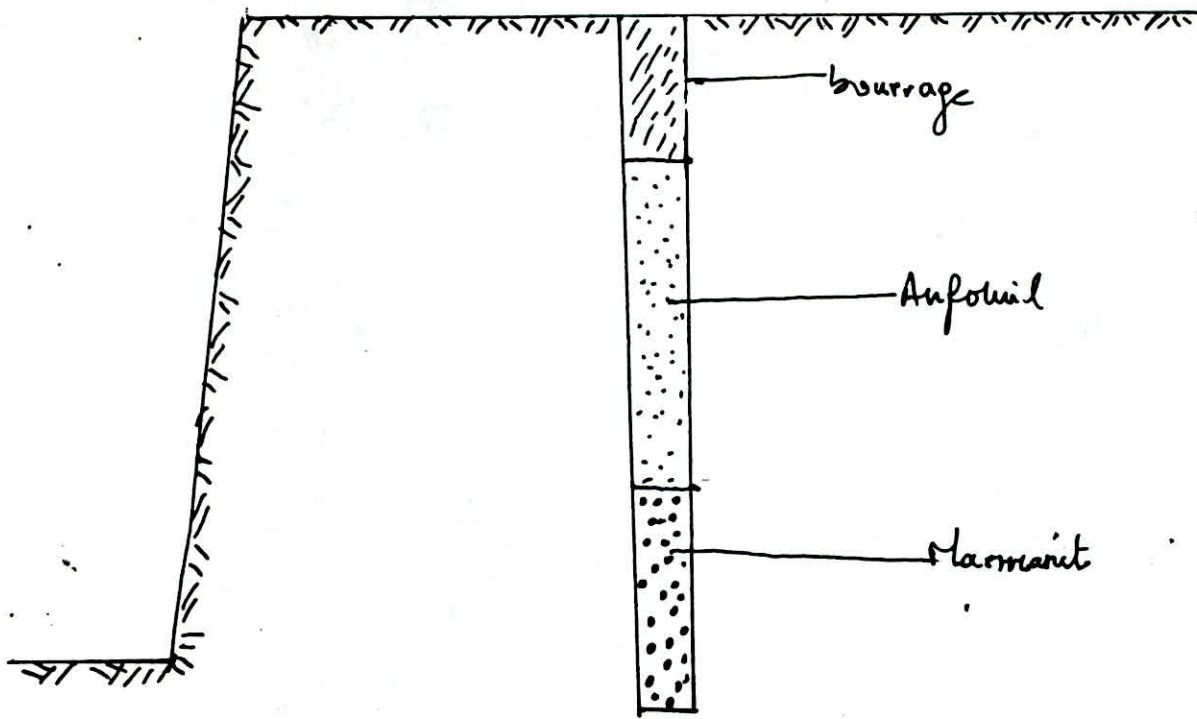


Schéma de pose d'explosifs

PARAMETRES DE PLAN DE TIR APPLIQUES : (voir Fig N°)

- 1- Ligne de moindre résistance $W = 4$ m
- 2- Distance entre les trous = 4 m
- 3- Longueur de charge $Lch = 12$ m
- 4- Nombre de trou 20
- 5- Longueur du bourrage = 2,5 - 3 m
- 6- Quantité de charge par trou = 7 Kg/m
- 7- Longueur de trou = 16 m
- 8- Consommation spécifique d'explosifs $g = 350$ gr/m
(Marmanit + Anfomil)

Les densités d'explosifs sont : $D1 = 0,86$ gr/cm
 $D2 = 0,9$ gr/cm

Dans un trou, on trouve 40% de Marmanit et 60% d'Anfomil.

Tenant compte des propriétés physico-mécaniques des roches et afin d'avoir un concassage efficace, les angles des talus des gradins en exploitation doivent être égaux à 70° et l'angle d'éboulement $< 60^\circ$.

Actuellement et selon nos observations, l'angle des talus = 90° . On a remarqué aussi que la longueur du sous forage a été négligé, d'où résulte une mauvaise fragmentation et un mauvais arrachement au pied du gradin.

CHARGEMENT :

Le chargement se fait à l'aide d'une chargeuse Michigan de capacité 5,35 m ou bien avec une pelle hydraulique de capacité de 2,5 m de marque Bennatti.

Le chargement se fait après le tir, on charge les camions de capacité de 40 T, on note que le décapage se fait à l'aide d'un Bull-dozer Caterpillar D10 de puissance 390 Kw.

LE TRANSPORT :

Le transport dans la carrière d'El-Hachimia se fait par camion, il consiste à acheminer la matière première au concasseur primaire, distance de roulage = 750 m.

03 camions fonctionnent tandis qu'un camion reste en réserve.

Les vitesses moyennes de camions sont :

V1 = 15 Km/h en charge

V2 = 17 Km/h à vide

CYCLOGRAMME DE L'UNITE D'EL-HACHIMIA :

L'organisation de fonctionnement de l'unité est donnée par le cyclogramme suivant : (voir tableau)

Tableau de répartition des effectifs

SECTEUR	EFFECTIF	NOMBRE D'HEURE/J
Production	41	8h/j (2 postes/j)
Maintenance	17	1 poste/j
Tech appro	05	1 poste/j
Commercial	09	1 poste/j
Sécurité gardien	13	3 postes/j
Administration	20	1 poste/j
Total	105	

CHAPITRE IV

CHAPITRE V : CALCULS ECONOMIQUES :

V-1 MODE DES CALCULS ECONOMIQUES :

Un compte de résultats d'une unité est structuré des éléments suivants :

a- La production :

Il s'agit de fixer une production annuelle de l'unité et ceci en la projetant sur une dizaine d'années.

En ce qui concerne l'unité d'El-Hachimia, la production de la première année d'exploitation (1989) est de 148.038 m .

Pour l'année 90, la production a été tirée du bilan (90); elle est de 4.000.000 m .

Pour les autres années, de 1991 à 1998, on a estimé que la production de granulats sera de 450.000 m .

En ce qui concerne l'unité de DHAYA, on a opté pour une production constante de 5250 m qui sera produite.

b- VENTES ET CHIFFRE D'AFFAIRES :

La production vendue est généralement inférieure à celle qui est produite en premier temps et ceci à cause des pertes engendrées dans la distribution etc

pour l'unité d'El-Hachimia, on a estimé 10% de perte c-à-d que pour une production de 456.000 m ,soit 405.000 m seulement qui sera vendue.

Le prix de vente moyen est de 104 DA/m ceci avant l'année 92; à partir de l'année 92 on a estimé qu'il y aura une augmentation soit 114 DA/m .

Le chiffre d'affaire = Production vendue * Prix de vente

c- CONSOMMATION :

Dans ce compte sont compris les montant des matières consommables telles que: Explosifs - Combustibles et lubrifiants - Carburant - petit outillage - etc

Pour l'unité des granulats, les consommations sont estimées à 12 DA/m .

pour l'unité de la pierre, les consommations sont calculées en détails.

On note que les consommations des années 89 - 90 sont tirées des bilans 89 - 90.

d- FRAIS DE SERVICES :

Ces frais sont estimées à 5% du chiffre d'affaire pour l'unité des granulats.

Ces frais comprennent :

- les frais d'entretien des équipements de production
- Loyers
- Equipement social
- Transports et Frêts ...

Les frais de services des années 89 - 90 sont tirées des bilans 89 et 90.

e- La valeur ajoutée :

Cette valeur est obtenue en retranchant la somme des frais des consommations et frais de services du chiffre d'affaire.

Valeur ajoutée = Chiffre d'affaire - (consommations
+ frais de service)

f- FRAIS DE PERSONNEL :

Ces frais comprennent les salaires + charges salariales.

En ce qui concerne l'unité de DHAYA, ces frais sont calculées dans le chapitre IV.

Pour l'unité d'El-Hachimia, ces frais sont tirées des bilans 89 - 90 en ce qui concerne ces deux années; pour les autres années, on a estimé que ces frais augmenteront de 5% à cause de l'ancienneté du personnel.

g- IMPOTS ET TAXES :

Elles comprennent les frais des impôts et taxes telles que la T A I C , la T U G P etc

Ces frais sont estimés à 17% du chiffre d'affaire.

h- LES FRAIS FINANCIERS :

Ce sont les frais engendrés par les prêts bancaires. Elles représentent la somme des interets financiers.

i- AMORTISSEMENT :

Amortir un équipement c'est mettre chaque année de côté une somme d'argent qui permet de récupérer la somme totale de l'engin pour son remplacement par un engin neuf et ceci pendant une durée d'amortissement déterminée, selon le taux d'amortissement appliqué.

Exemple: Pour le matériel de transport, le taux d'amortissement est égal à 20% =====> la durée d'amortissement = 5 ans.

TAUX D'AMORTISSEMENT DES CAPITAUX-FIXES :

Les taux d'amortissement des capitaux fixes appliqués dans les calculs sont :

FRAIS A AMORTIR	TAUX D'AMORTISSEMENT	DUREE D'AMORTISSEMENT
Frais préliminaires	20%	5 ans
Carrière de gisement	5%	20 ans
Bâtiments industriels	5%	20 ans
Bâtiments commerciaux	5%	20 ans
Ouvrage d'infrastructure	5%	20 ans
Materiel et outillage produc	7%	14 ans
Materiel et outil. carrière	20%	5 ans
Mter. et outil. manutention	20%	5 ans
Materiel de Labo	20%	5 ans
Materiel de securite	20%	5 ans
Mat. et out. atel. entretien	20%	5 ans
Materiel de transport	20%	10 ans
Mobilier de bureau	10%	5 ans
Materiel de bureau	20%	5 ans
Autres installations	10%	10 ans
Bâtiments sociaux	5%	20 ans
Materiels médical	20%	5 ans
Mobilier médical	20%	5 ans
Materiel social	10%	10 ans

j- CHARGES COMMUNE :

Les charges sont estimées à 21,5% sur le chiffre d'affaire.

k- FRAIS DIVERS :

On estime que les frais divers sont égaux à 2% du chiffre d'affaire.

RESULTATS BRUT DE L'EXPLOITATION :

Ce résultat est obtenu en retranchant le total des charges qui comprennent (Frais de Personnel + Impôts et Taxes + Frais Financiers + Amortissements + Charges communes + Frais divers), de la valeur ajoutée.

RESULTAT BRUT DE L'EXPLOITATION = V.A - (F.Per + Impôts et Taxes + F.F + A + C.C + F.D)

R.B.E

LE B-I-C :

C'est le bénéfice industriel et commercial. Il est estimé à 50% du résultat brut de l'exploitation, ceci si et seulement si le résultat brut de l'exploitation est positif.

Dans le cas contraire c-à-d si le R-B-E est négatif, le B-I-C est nul (B-I-C = 0).

RESULTAT NET DE L'EXPLOITATION (R.N.E) :

Le résultat net de l'exploitation est égal au résultat brut de l'exploitation moins le B.I.C .

$$R.N.E = R.B.E - B.I.C$$

CASH FLOW :

Le Cash Flow représente le flux de caisse; c'est la somme d'argent récupéré après l'exploitation.

$$\text{Cash flow} = R.N.E + \text{Amortissements}$$

Notons que le R.N.E peut être positif comme il peut être négatif (déficitaire).

V-2 CALCULS DES COMPTES DE L'UNITE DE DHAYA :

BESOINS EN MATIERES PREMIERES AUXILLIAIRES ET UTILITES :

MATIERES PREMIERES :

Consommation spécifique est de 1700 blocs de 3 m environ, de dimension maximales de 2 m x 1,5 m x 1 m ; soit 21m /j ; soit 7 blocs /j correspondant à 5250 m / an.

CONSOMMABLES :

Les principaux produits consommés durant le cycle de production sont les disques diamantés, fleurets, meules.

(voir tableau consommation)

CONSOMMATION D'EAU :

C'- Eau industrielle :

Le débit moyen de lubrification de l'ensemble des disques diamantés est de 150 l/mn ; soit une consommation horaire de 900 l ou 9 m .

Consommation journalière (8H) : 72 m .

Consommation annuelle de (25j) = 1800 m .

C"- Eau potable :

Etant donnée la norme admise en matière de consommation d'eau potable (80 L / j), la consommation totale est estimée à : 880 -----> 900 m / an .
arrondi

COMBUSTIBLES:

d'- Gas-oil pour engins et véhicules :

- Norme de consommation : 40 L

- Consommation annuelle : 30000 L.

d"- Essence pour véhicule légers :

La consommation est estimée à 3000 L.

d''- Lubrifiants :

La consommation des lubrifiants est estimée à :

- Huiles : 800 L / an
- Graisse : 400 Kg / an

ELECTRICITE:

POSTE	PUISSANCE
Carrière :	
- Haveuse	55 KW
- Mono compresseur	10 KW
Taillerie :	
- Débriteuses	20 KW
- Abouteuse	10 KW
- Presse	10 KW

BESOINS EN PERSONNEL :

PERSONNEL NECESSAIRE :

a- Personnel de production :

POSTE DE TRAVAIL	QUALIFICATION	NOMBRE DE TRAVAILLEUR
Chef de carrière	T-S	01
Machiniste sur haveuse	O. qualifié	01
Foreur sur marteau pneumatique	"	02
Conducteur sur chargeuse	O. non qualifié	01
Sous total		05

b-Taillerie :

POSTE DE TRAVAIL	QUALIFICATION	NOMBRE DE TRAVAILLEUR
Responsable	cadre moyen	01
Machinistes	O. qualifiés	03
Manoeuvre	"	01
Conducteur camion	"	01
Sous total		06

c- Personnel administratif et de service divers :

POSTE DE TRAVAIL	QUALIFICATION	NOMBRE DE TRAVAILLEUR
Directeur d'unité	Ingenieur	01
Secrétaire	O. qualifié	01
Comptable	"	01
Chauffeur	--	01
Gardiens	--	02
Sous total	-	06

NOMBRE D'EMPLOI PAR CATEGORIE :

	CADRE	O. QUALIFIES	O. SEMI QUALIFIES	O. NON QUALIFIES	TOTAL
ADMINIS- -TRATION	01	02	--	03	06
PRODUCTION	02	04	--	05	11
TOTAL	02	06	--	08	17

EVALUATION DES COUTS (DHAYA) :

1- ETUDE ET ENGINEERING:

Le fournisseur assurera, dans le cadre du contrat relatif aux équipements, les fonctions suivantes :

- ENGINEERING DES MACHINES :

Le plan d'implantation de tout les équipements :

- Plan de circuit des fluides (eau et système de récupération).
- Plan guide pour les fondations des équipements.
- Plan guide de construction des caniveaux et bassins de décontation des eaux chargées.

- ENGINEERING GENERALE DES BATIMENTS :

- ENGINEERING DES EQUIPEMENTS :

Le cout de la rubrique = 960.000,00 DA.

2 TERRAINS :

Le prix est de 1000 DA / hectare

100 hectare * 1000 DA = 100.000 DA

3- GENIE CIVIL ET BATIMENT :

30 * 12 m² de construction en charpente métallique comprennent également la réalisation des fondations pour les différents équipements, y compris la construction des caniveaux pour évacuation des eaux chargées vers les bassins de décantation .

360 m² * 5000 = 1800.000 DA

4- MACHINES ET EQUIPEMENTS :

Devises : c'est la partie convertible en devise.

DESIGNATION	DINARDS	DEVISES	TOTAL
Equipement de carrière	1.000.000	3836000	4836000
Equipement de taillerie	--	6500000	6500000
Equipement électrique	550.000	--	550000
Equipement de traitement des bassins des eaux de décantation	165.000	--	165000
Equipement autre			
Pieces de rechange	--	81.000	81000
Prévus et divers	8750	520850	606600
Total + total FOB	1800750	1093850	32738400
Transport + 5%		547000	547000
TOTAL	1800750	11485000	13285750

STRUCTURE GENERALE DE L'INVESTISSEMENT :

RUBRIQUES	DINARDS	DEVISES	TOTAL
Etudes et Engineering	960.000	--	960000
Terrains	100.000	--	100000
Genie civil et batiment	1800.000	--	1800000
Machines et équipements	1800.750	11485000	13285750
Materiel de transports	900.000	--	900000
Autres investissements	960.000	--	960000
TOTAL des investissements	6.520750	11485000	18005750

On considère comme autre investissement :

- Droits de douane et taxe = 3% de la valeur FOB = 383000
- Montage, transport divers = 5% de la valeur FOB = 547000
- équipement de bureau --> $5000 * 6 = 30.000$ DA

FINANCEMENT DU PROJET :

Le total de l'investissement est de 10.000.000 DA

- CREDIT EXTERNE :

total = 11.485000 DA

i = 10% durée 5 ans : 10 semestre

	CAPITAL	ANNUITE	INTERET (DA)
07/93	11485000	11485000	1148500
01/94	10336500	"	1033650
07/95	9188000	"	918800
01/96	8039500	"	803950
07/97	6891000	"	689100
01/98	5742500	"	574250
07/99	4594000	"	459400
01/2000	3445500	"	344550
01/2001	2297000	"	229700
01/2002	1148500	"	114850

- CREDIT INTERNE :

Le crédit interne financera les rubriques du Génie Civil et Batiment ainsi que Machines et Equipements.

Total = 1800.000 + 1.800.750 = 3.600.750 DA

Durée = 7 ans i = 14%

	CAPITAL	ANNUITE	INTERET (DA)
01/93	3600800	514400	504112
01/94	3086400	"	432096
01/95	2572000	"	360080
01/96	2057600	"	288064
01/97	1543200	"	216048
01/98	1028800	"	144032
01/99	514400	"	72016

Le reliquat de la partie DA non financée par le crédit interne sera financé par l'entreprise.

La somme = 2920.000 DA

Cette somme sera financée par l'entreprise elle-meme.

AMORTISSEMENTS :

RUBRIQUES	MONTANT A AMORTIR	TALX	AMORTISSEMENT
Genie Civil et Batiment	1800.000	5%	90.000
Equipement vendus sur site	13.862750	10%	1386275
Materiel roulant	900.000	20%	180000

ANNEE	20%	10%	5%	TOTAL A AMMORTIR
01/93	900000	1386275	90000	2376275
01/94	900000	1386275	90000	2376275
01/95	900000	1386275	90000	2376275
01/96	900000	1386275	90000	2376275
01/97	900000	1386275	90000	2376275
01/98		1386275	90000	1476275
01/2000		1386275	90000	1476275
01/2001		1386275	90000	1476275
01/2002		1386275	90000	1476275

PRODUCTION ET CHIFFRE D'AFFAIRE :

On estimera que l'unité de Dhava produira 3350 m de bloc brut.

3500 m seront vendus comme matière brute aux artisans de la région; notons ici que dans la wilaya de Sidi-Bel-Abbes, plusieurs exploitants produisent de la pierre mais à une petite échelle (artisanale).

Le prix de vente d'1 m de bloc brut = 900 DA/m

En taillerie, on produira 1000 m de pierres de parement et 500 m de moellons.

$$1000 \text{ m} * 4000 \text{ DA/m} = 4.000.000 \text{ DA}$$

$$500 \text{ m} * 1200 \text{ DA/m} = 600.000 \text{ DA}$$

$$\begin{aligned} \text{Chiffre d'affaire} &= 900 * 3500 + 4.000.000 + 600.000 \\ &= 7.750.000 \text{ DA} \end{aligned}$$

- bloc 3 m
- pierre de revêtement 10cm * 20cm * 3cm
- moellon : 20cm * 20cm * 30cm

CONSOMMATIONS :

DESIGNATION	QUANTITE ANNUELLE	PRIX UNITAIRE	MONTANT
Electricite	170.000	0,45	76500
Eau industrielle	1800 m	0,60	1080
Eau potable	900	1,00	900
Gas-oil	30 m	900	27000
Essence	3000	3,75	11250
Lubrifiants	--	--	10000
Disques diamantés	30	3500	10500
Fleurets	100	380	38000
Meules	03 jeux	1600	4800
Eclateurs	100	100	10000

284530

FRAIS D'ENTRETIEN ET DE SERVICES :

a- Frais d'entretien de batiments :

Ces frais sont évalués à 1% de la valeur de la rubrique énie-civil et batiment .

$$1800.000 * 1\% = 18000 \text{ DA}$$

b- Frais d'entretien du materiel roulant :

Ces frais sont estimés à 10% de la valeur du materiel roulant :

$$900.000 * 10\% = 90.000 \text{ DA}$$

c- Frais de gestion :

Sont équivalents à 25% des frais de personnel

soit : 28930 DA

Total de la rubrique service :

18.000 + 90.000 + 28930 = 136.930 DA

Frais de service = 136.930 DA

FRAIS DE PERSONNEL :

DESINATION	NOMBRE	SALAIRE MENSUEL + CHARES SOCIALES = (1+30%)du salaire de base	MONTANT ANNUELLE
Chef de carrière 13	01	6565	78780
Machiniste sur harveuse 10	01	5486	65832
Foreur sur marteau pneumatique 7-8	02	4628 * 2 = 9256	111072
Conducteur sur grue 09	01	5122	61464
Responsable taillerie 12	01	6370	76440
Machinistes 10	03	16458	197496
Manoeuvre 05	01	3835	46020
Conducteur camion 09	01	5122	61464
ADMINISTRATION			
Directeur d'unité 19	01	10400	124800
Secrétaire 11	01	5837	70044
Comptable 12	01	6227	74724
Chauffeur 08			
Gardiens 04	03	10998	131976
			1.157208 DA

FRAIS FINANCIERS :

ANNEE	CAPITAL à REMBOURSER	PRINCIPAL	INTERET	TOTAL
01/93	15085750	1662900	1652612	3315512
01/94	13422850	1662900	1465746	31286466
01/95	11759950	1662900	1278880	2941780
01/96	10097050	1662900	1092014	2754914
01/97	8434150	1662900	905148	2568048
01/98	6771250	1662900	718282	2381182
01/2000	5108350	1662900	531416	2194316
01/2001	3445450	1148500	344550	1493050
01/2002	1148450	1148500	114850	1263350

IMPOTS ET TAXES :

On estimera que le montant des impôts et taxes est égal à 17% du chiffre d'affaire.

$$7.750.000 * 17\% = 1.317500 \text{ DA}$$

FRAIS DIVERS :

Ceux représentant les frais d'assurance des bâtiments et des équipements, ces frais sont estimés à 1% du coût d'investissement des rubriques bâtiments et équipements;

$$\text{soit : } (1800.000 + 1800.750) * 1\% = 36.000 \text{ DA}$$

CHARES COMMUNES :

Elles sont estimées à 2,5% du chiffre d'affaire

$$\text{soit : } 195.000 \text{ DA}$$

En Milliers de Dinards :

ANNEE	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Production	5250	5250	5250	5250	5250	5250	5250	5250	5250	5250
Ventes en m	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000	5000
Chiffre affa	7750	7750	7750	7750	7750	7750	7750	7750	7750	7750
Consommation	285	285	285	285	285	285	285	285	285	285
Services	137	137	137	137	137	137	137	137	137	137
Val. ajoutée	7328	7328	7328	7328	7328	7328	7328	7328	7328	7328
Frais de per	1158	1158	1158	1158	1158	1158	1158	1158	1158	1158
Impots taxes	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318	1318
F. financier	1653	1466	1279	1092	906	719	532	345	230	115
Amortissemen	2377	2377	2377	2377	2377	1477	1477	1477	1477	1477
Char. commer	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195
Frais divers	36	36	36	36	36	36	36	36	36	36
Tot. charges	6737	6550	6363	6176	5990	4903	4716	4529	4414	4299
R-Brut	591	778	965	1152	1338	2425	2612	2799	2914	3029
BIC	295	389	482,5	576	669	1212	1306	1399	1457	1514
R-NET	295	389	482,5	576	669	1212	1306	1400	1457	1515
Cast Flow	2672	2766	2860	2953	3046	2690	2783	2877	2934	2992

V-3 CALCULS DES COMPTES DE L'UNITE D'EL-HACHIMIA :

VENTES :

ANNEE	VENTES (DA)
1989	12449462,50..[5]
1990	29291804,50..[5]
1991	42120000
1992	46575000
1993	46575000
1994	46575000
1995	46575000
1996	46575000
1997	46575000
1998	

PRODUCTIONS

ANNEE	PRODUCTIONS m
1989	148.036 ...[5]
1990	400.000 ...[5]
1991	450.000
1992	450.000
1993	450.000
1994	450.000
1995	450.000
1996	450.000
1997	450.000
1998	450.000

CONSOMMATION :

ANNEE	CONSOMMATION (DA)
1989	1868813,41...[5]
1990	3907439,90...[5]
1991	5400000,00
1992	5400000,00
1993	"
1994	"
1995	"
1996	"
1997	"
1998	"

FRAIS DE SERVICE :

ANNEE	FRAIS DE SERVICE (DA)
1989	236674,24 ..[5]
1990	552272,92 ..[5]
1991	2106000,00
1992	2328750,00
1993	"
1994	"
1995	"
1996	"
1997	"
1998	"

FRAIS DU PERSONNEL :

ANNEE	FRAIS DU PERSONNEL
1989	3891023,82 .. [5]
1990	7720045,69 .. [5]
1991	8106048,00
1992	"
1993	"
1994	"
1995	"
1996	"
1997	"
1998	"

IMPOTS ET TAXES :

Années	Impôts et taxes (DA)
1989	1.910.398,27 [5]
1990	4.232.601,75 [5]
1991	7.160.400,00
1992	7.917.750,00
1993	/ /
1994	/ /
1995	/ /
1996	/ /
1997	/ /
1998	/ /

CREDIT B.A.D :

Total : 47.263.900 i ≈ 2,5% ; durée = 10 ans.

	CAPITAL	ANNUITE	INTERET
1992	47263900	4726390	1.181.597,5
1993	42537510	4726390	1.063.437,75
1994	37811120	4726390	945.278
1995	33084730	4726390	827.118,25
1996	28358340	4726390	708.958,5
1997	23631950	4726390	590.798,75
1998	18905560	4726390	472.639
1999	14179170	4726390	354.479,25
2000	9452780	4726390	236.319,5
2001	4726390	4726390	118.159,75

ECHEANCIER DE REMBOURSEMENT : (Crédit externe)

Total : 14000750

Année	Capital de remboursement	Principal (DA)	Interet (DA)	Total (DA)
1989	14000750	710.600	586.245	1.296.845
1990	13290150	2.135.991,7	1.348.577,25	3.484.568,95
1991	11154158,3	2.693.333,4	1.468.137,87	4.161.471,27
1992	8460824,9	2.953.883,4	1.286.389,23	4.240.272,63
1993	5506641,5	2.239.091,7	829.678,61	3.068.770,31
1994	3267849,8	1.135.200	519.749,75	1.654.949,75
1995	213264,98	328.100	389.618,75	717.718,75
1996	1804549,8	328.100	327.279,75	655.379,75
1997	1476449,8	328.100	264.940,75	593.040,75
1998	1148349,8	328.100	202.601,75	530.701,75
1999	820249,8	328.100	140.162,75	468.262,75
2000	492149,8	328.100	779.923,75	406.023,75
2001	164050	164050	15.584,75	179.634,75

T A B L E A U R E C A P I T U L A T I F :

ECHEANCIER DE REMBOURSEMENT : (Crédits interne et externe)

Année	Capital à rembourser-DA	Principal (DA)	Interet	Total (DA)
1989	61.264.650	710.600	586.245	1.296.845
1990	60.554.050	2.135.991,7	1.348.577,25	3.484.568,95
1991	58.418.058,3	2.693.333,4	1.468.137,87	4.161.471,27
1992	55.724.724,9	7.680.273,4	5.421.870,13	13.102.143,53
1993	48.044.451,5	6.965.481,7	1.893.116,36	8.858.598,06
1994	41.078.969,8	5.861.590	1.465.027,75	7.326.617,75
1995	35.217.379,8	5.054.490	1.216.737	6.271.227
1996	30.162.889,8	5.054.490	1.036.238,25	6.090.728,25
1997	25.108.399,8	5.054.490	855.739,5	5.910.229,5
1998	20.053.909,8	5.054.490	630.240,75	5.684.730,75
1999	14.999.419,8	5.054.490	494.642	5.549.132
2000	9.944.929,8	5.054.490	314.243,25	5.349.733,25
2001	4.890.439,8	4.890.440	133.744,5	5.074.184,5

Le total de remboursement est de 61.264.650 DA.

L'entreprise a bénéficié de 5.000.000 DA comme don du trésor; la différence qui est de 16.651.350 DA sera financée par l'entreprise, dans le cadre de son autofinancement.

TABLEAU DES AMORTISSEMENTS :

Taxe d'ann \ \ Année	20 %	10 %	07 %	05 %
1989	28.479.973,75	1.844.770,86	688.364,04	288.946,45
1990	3.277.068,42	2.551.343,75	3.472.289,04	541.347,1
1991	3.277.068,42	2.551.343,75	3.472.289,04	541.347,1
1992	/ /	/ /	/ /	/ /
1993	/ /	/ /	/ /	/ /
1994		/ /	/ /	/ /
1995		/ /	/ /	/ /
1996		/ /	/ /	/ /
1997		/ /	/ /	/ /
1998		/ /	/ /	/ /
1999			/ /	/ /
2000			/ /	/ /
2001			/ /	/ /
2002			/ /	/ /
2003				
2004				
2005				
2006				
2007				
2008				

TABLEAU RECAPITULATIF DES AMORTISSEMENTS

Années	Total des amortissements (DA)
1989	5.670.055,10[5]
1990	9.842.048,31[5]
1991	9.842.048,31
1992	9.842.048,31
1993	9.842.048,31
1994	6.564.979,89
1995	6.564.979,89
1996	6.564.979,89
1997	6.564.979,89
1998	6.564.979,89
1999	4.013.636,14
2000	4.013.636,14

CHARGES COMMUNES :

Années	Charges communes (DA)
1989	499.098,95[5]
1990	1.691.264,21[5]
1991	1.053.000
1992	1.164.375
1993	1.164.375
1994	1.164.375
1995	1.164.375
1996	1.164.375
1997	1.164.375
1998	1.164.375

FRAIS DIVERS :

Années	Frais divers (DA)
1989	364.541,62[5]
1990	202.147,60[5]
1991	842.400
1992	931.500
1993	931.500
1994	931.500
1995	931.500
1996	931.500
1997	931.500
1998	931.500

En Milliers de Dinards :

ANNEE	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Production	148036	400000	450000	450000	450000	450000	450000	450000	450000	450000
Ventes en m	120000	380919	405000	405000	405000	405000	405000	405000	405000	405000
Chiffre affa	12450	29292	42120	46575	46575	46575	46575	46575	46575	46575
Consommation	1869	3908	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400	5400
Services	237	237	237	237	237	237	237	237	237	237
Val. ajoutée	10344	24831	34614	38846	38846	38846	38846	38846	38846	38846
Frais de per	3891	7720	8106	8106	8106	8106	8106	8106	8106	8106
Impôts taxes	1911	4233	7161	7918	7918	7918	7918	7918	7910	7918
F. financier	578	1349	1469	5421	1894	1465	1217	1036	856	630
Amortissemen	5670	9842	9842	9842	9842	9842	9842	9842	9842	9842
Char. commer	499	1691	1053	1165	1165	1165	1165	1165	1165	1165
F. divers	365	202	843	932	932	932	932	932	932	932
Tot. charges	12923	25037	28474	33384	29857	26151	25903	25722	25542	25316
R-Brut	-2579	-206	6140	5462	8989	12695	12943	13124	13304	13530
SD	--	--	3070	2731	4494,5	6347,5	6471,5	6562	6652	6765
R-NET	-2579	-206	3070	2731	4494,5	6347,5	6471,5	6562	6652	6765
Cast Flow	3091	9636	12912	12573	14336,	12912,	13036,	13127	13127	13330

CHAPITRE V

CHAPITRE VI : Résultats et interprétations:

Le taux de rentabilité :

Le taux de rentabilité interne (TRI) est le taux d'actualisation auquel la valeur actualisée des rentrées de trésoreries égale à celle des sorties; en d'autres termes, c'est le taux auquel la valeur actualisée des recettes du projet égale la valeur actualisée de l'investissement, avec une valeur actualisée nette égale à zéro.

Le mode de calcul s'ouvre par la présentation d'un tableau des flux financiers. On utilise ensuite un taux d'actualisation estimatif pour actualiser la valeur du cash-flow.

Si la valeur actualisée nette est positive, on appliquera un taux d'actualisation supérieur au taux estimatif.

Si elle est négative à ce taux supérieur, le TRI se situera forcément entre les deux taux :

$$B_a = 0 = \sum_{k=0}^{k=20} \frac{Cf_k}{(1+i)^k} - I_{mv}$$

i = taux de rentabilité interne.

Afin de comparer les bénéfices actualisés $B_a(I)$ et $B_a(II)$ respectivement celui de Dhaya et d'El-Hachimia, on a fait un calcul sur une vingtaine d'années et ceci pour des taux

d'actualisation de 0% - 20%.

$$Ba_i = 0 = \sum_{k=0}^{k=20} \frac{Cf_k}{(1+i)^k} - I$$

Cf_k : Cash Flow de la k eme année.

i : taux d'actualisation.

I : investissement (pour $k \geq 10$; $Cf_k = cste = Cf_{10}$).

TABEAU DES BENEFICES ACTUALISES

(en millions de Dhs)

i	Ba(I)	Ba(II)
0%	40493	168555
2%	29677	120355
3%	25315	100920
4%	21525	84038
5%	18189	69204
6%	15252	56139
7%	12672	44661
8%	10382	34493
9%	8351	25479
10%	6548	17481
11%	4934	10167
12%	3403	3908
13%	1382	-1873,67
14%	1000	-7033
15%	0	-11768
16%	-1038	...
...
...
20%	-4123	-29585

En traçant les graphes des fonctions

$$Ba(I) \text{ et } Ba(II) = f(i)$$

on peut dire que :

- 1- $i(I)$: taux de rentabilité interne de l'unité de Dhaya est égal à 15%.

- $i(II)$: taux de rentabilité interne de l'unité d'El-Hachimia est égal à 12,8%.

donc, $i(I) > i(II)$

2- En appliquant un taux d'actualisation $< 12\%$, le bénéfice actualisé de l'unité d'El-Hachimia est plus important que celui de Dhaya.

3- A un taux d'actualisation égal à 12%, les bénéfices actualisés sont égaux $Ba(I) = Ba(II)$.

4- En appliquant un taux d'actualisation $> 15\%$:

$Ba(I) > Ba(II)$

Notons qu'à ce taux d'actualisation (15%), les deux bénéfices actualisés sont négatifs (< 0).

Remarque: Vu que les taux d'intérêt des prêts sont de l'ordre de 9,5% et que les taux de rentabilité interne des deux unités sont $> 9,5\%$ (15% et 12,7%), on peut dire alors que les deux projets sont rentables.

CALCUL DU DELAI DE RECUPERATION :

Soit "n" le nombre d'année nécessaire d'exploitation pour que l'unité récupère son investissement.

$$k=20$$

$$\sum_{k=0}^{k=20} \frac{Cf}{k} - I = 0$$

$$k=0$$

DELAI DE RECUPERATION DE L'UNITE DE DHAYA :

-DR(I) :

$$\frac{\sum_{k=0}^{k=6} Cf^{(I)} - I^{(I)}}{k} = 16987 - 18000 = - 1013$$

$$\frac{\sum_{k=0}^{k=7} Cf^{(I)} - I^{(I)}}{k} = 19770 - 18000 = + 1770$$

Donc, le délai de récupération se situe entre 6 ans et 7 ans.

Par interpolation, on trouve :

$$DR(I) = 6 \text{ ans et } 4 \text{ mois}$$

-DR(II) :

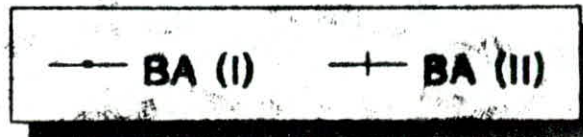
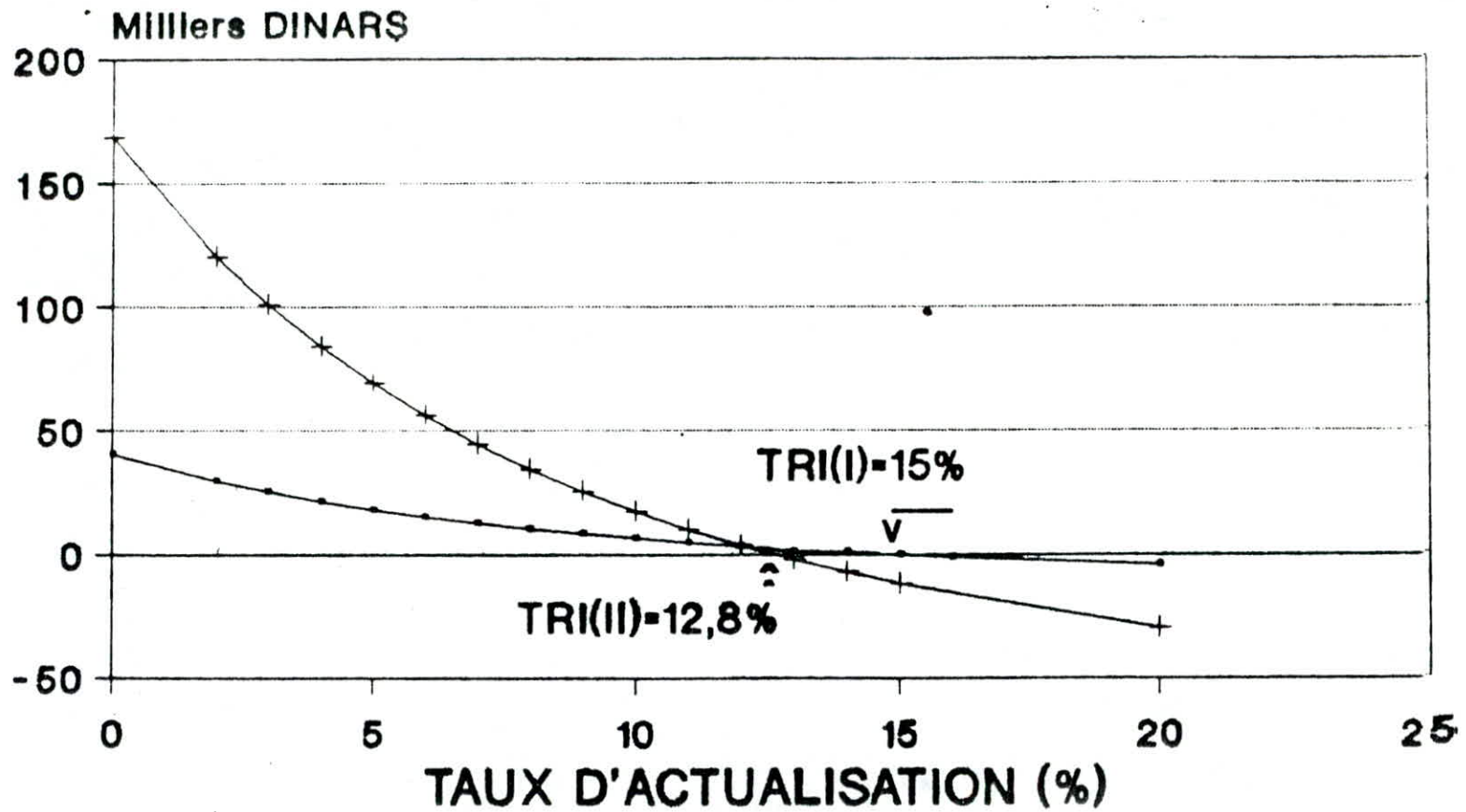
$$\frac{\sum_{k=0}^{k=n} Cf^{(II)} - I^{(II)}}{k} = 0$$

$$\frac{\sum_{k=0}^{k=7} Cf^{(II)} - I^{(II)}}{k} = 78497 - 82916 = -4418$$

$$\frac{\sum_{k=0}^{k=8} Cf^{(II)} - I^{(II)}}{k} = 91624 - 82916 = +8708$$

Donc, le délai de récupération se situe entre 7-8 ans,
plus exactement : $DR(II) = 7 \text{ ans et } 4 \text{ mois.}$

TABLEAU DES BENEFICES ACTUALISES



CHAPITRE VII : CONCLUSION

Cette étude très succincte a permis de dégager certains indices économiques très prospectifs quant aux possibilités d'investissement dans le domaine de la pierre à bâtir.

Les projets dans le domaine des granulats demeurent toujours rentables car les conditions du marché sont très favorables.

Il serait souhaitable d'entamer des études approfondies sur le marché de la pierre.

Il serait intéressant que nos Entreprises Nationales continuent sur l'initiative lancée par l'E.N.G qui est celle de l'exploitation de la pierre à bâtir, en espérant que ce travail lui sera d'un apport bénéfique.

B I B L I O G R A P H I E

- [1]: Rapport de l'EDIL/ unité d'Oran sur la pierre taillée
Mai 88.
- [2]: Rapport géologique sur le site de Dhaya (E.M.G).
- [3]: Rapport géologique sur le site d'El-Hachimia
- [4]: Rapport de la visite des gisements de Ténésera et Dhaya
par un consultant italien.
- [5]: Bilans d'El-Hachimia des années 1987-1990 (E.M.G).
- [6]: Exploitation des carrières .V.Kovalenko OFU 1986.
- [7]: Manuel de préparation des études de faisabilité
industrielle (O.N.U.D.I).
- [8]: Etude du marché des granulats (CNAT).
- [9]: Influence de la mécanisation sur le prix de revient du
calcaire de Meftah. Juin 89. Mekhloufi toufik (ENF).
- [10]: Plan comptal National.
- [11]: Revues Mines et Carrières (09/88;01/89;10/88;12/89).
- [12]: La filière pierre française (Industrie Minérale)
supplément à la revue. Juin 82.

