

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

BADJI MOKHTAR ANNABA UNIVERSITY
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR ANNABA



جامعة باجي مختار عنابة

Faculté des Sciences de la Terre
Département des Mines

MEMOIRE

Présenté par CHENNA Wassil

En vue de l'obtention du diplôme de **MAGISTER** en Mines

Option : Exploitation des Ressources Minérales

Année 2011

Etude du régime de fonctionnement du « Surface Miner 2500 SM » dans les conditions de la carrière de Ain-Touta

Devant le Jury composé de :

Président :	Mr. HAFSAOUI Abdallah	M.C.	U. B. M. Annaba
Rapporteur :	Mr. HANNACHI ElBahi	M.C.	U. B. M. Annaba
Examineur :	Mr. TALHI Korichi	M.C.	U. B. M. Annaba
Examineur :	Mr. BOUKELLOUL M / Laïd	M.C.	U. B. M. Annaba

Remerciements

Je remercie en premier Dieu le tout-puissant.

Je remercie en second mes parents, qui ont sacrifié leur vie pour mon bien être.

Mes sincères reconnaissances et gratitude à tous mes enseignants, du primaire aux études supérieures et en particulier le directeur de thèse Dr. Hannachi El bahi, Maître de conférences à l'Université de Annaba.

Je remercie également le président et les membres du jury d'avoir acceptés d'examiner mon travail.

Résumé

Avec l'accroissement de la demande en matériaux de construction, la recherche des méthodes d'exploitation plus rentables et sécurisantes est devenue l'une des préoccupations majeures des ingénieurs et chercheurs.

Partant de ce fait, l'acquisition par certaines de nos entreprises minières des Surfaces Miners permettant la taille, le concassage et le chargement des roches s'inscrit dans un contexte technique, économique, sécuritaire et environnemental.

Dans ce travail, tous nos efforts sont portés sur la définition du champ d'application des Surfaces Miners après étude de leurs performances afin de les rentabiliser au maximum, le choix du type et de l'écartement des pics qui équipent les tambours en fonction de la dureté de la roche et enfin la recherche du régime optimal de fonctionnement de la machine en fonction de la résistance opposée par le massif rocheux caractérisée essentiellement par la dureté des roches qui le constituent et leurs discontinuités.

En fonction de l'influence des paramètres cités nous avons pu déterminer, pour les conditions du gisement de calcaire de Ain-Touta, la vitesse de rotation du tambour ainsi que la profondeur de taille en fonction de la dureté de la roche qui permettent de réaliser les meilleurs rendements de la machine.

Mots clés : Surface Miner; profondeur de taille des roches; vitesse de rotation du tambour; dureté des roches; discontinuités du massif rocheux.

Abstract

With the increase in the demand for construction materials, the research of the mining methods more profitable and making safe became one of major concerns of the engineers and researchers.

Carrying of this fact acquisition by some of our mining companies of Miners Surfaces allowing the size, the crushing and the loading of the rocks falls under a context technical, economic, safety and environmental.

In this work, all our efforts are concerned the definition of the field of application of Miners Surfaces after study of their performances in order to make profitable them to the maximum, the choice of the type and the spacing of the peaks which equip the drums according to hardness with the rock and finally the research of the optimal mode of operation of the machine according to the resistance opposed by the rock solid mass primarily characterized by the hardness of the rocks which constitute it and their discontinuities.

According to the influence of the pointed parameters we have to little determine for the conditions of the Ain-Touta, limestone layer the number of revolutions of the drum as well as the depth of size according to the hardness of the rock which make it possible to carry out the best outputs of the machine.

Key words: Surface Miner; depth of rock size; number of the drums revolutions; hardness of the rocks; discontinuities of the rock solid mass.

مع تزايد الطلب على مواد البناء، أصبح البحث عن أساليب استغلال أكثر ربحية وأماناً يثير اهتمام الكثير من المهندسين والباحثين.

وبالتالي لجنت بعض مؤسساتنا المنجمية إلى اقتناء تكنولوجيا جديدة آلة القطع (مساحة منجم)، هذه التكنولوجيا تسمح بالقطع، تحطيم وتعبئة الصخور، وهذا يندرج ضمن معايير السلامة الفنية، الاقتصادية، الأمنية والبيئية. في هذا العمل، ركزنا كل جهودنا على تحديد مجال تطبيق واستخدام هذه التكنولوجيا بعد دراسة المؤثرات التي يمكن أن تؤثر فيها لتصبح أكثر ربحية، إن اختيار نوعية أسنان القطع والمسافات المتواجدة بينها في الاسطوانة يكون حسب صلابة الصخور لأجل البحث عن نظام عمل مثالي لهذه الآلة بدلالة صلابة الصخور وبنيتها.

حسب شروط منجم الكلس في عين التوتة (باتنة) وبدلالة تأثير الخصائص التي سبق ذكرها قمنا بتحديد سرعة دوران الاسطوانة وعمق القطع والتي تسمح لنا بالحصول على أحسن مرد ودية للآلة.

مفتاح البحث: آلة القطع (مساحة المنجم)؛ عمق قطع الصخور؛ سرعة دوران الاسطوانة؛ صلابة الصخور؛ بنية الصخور.

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	I
Abstract	II
المخلص	III
Table des matières	IV
Liste des tableaux	V
Liste des figures	VI
Problématique et objectif	VII

Introduction	01
---------------------------	-----------

Chapitre I. Etude bibliographique sur la technologie Surface Miner

Introduction	02
1.1. Historique de la technologie	03
1.2. Champ d'applications des Surfaces Miner	04
1.3. Plages de puissance et aptitude à la taille des différentes roches des Surfaces Miner	06
1.4. Technologie de taille	08
1.4.1. Les facteurs influençant la technologie de taille	08
1.4.2. Configuration du tambour	09
1.4.3. Choix de l'outil de taille (pic)	11
1.5. Rendements de taille en fonction des caractéristiques des roches	12
1.5.1. Structure des roches	12
1.5.2. Diagrammes des rendements de taille	16
1.5.3. Rendement effectif en fonction de la longueur de la zone de travail	18
Conclusion	19

Chapitre II. Renseignements généraux sur le gisement

Introduction	20
2.1. Géologie du gisement	20
2.1.1. Localisation, infrastructures et Géomorphologie Orohydrographie	20
2.1.2. Structure et géologie du gisement	22

2.1.3. Caractéristiques qualitatives et évaluation des réserves	25
2.2. Paramètres généraux et régime de travail de la carrière	27
2.3. Mode d'ouverture de la carrière de Ain-Touta	28
2.4. Système d'exploitation	32
2.4.1. Détermination des paramètres du système d'exploitation	32
2.5. Etude des processus technologiques miniers	33
2.5.1. Processus de forage	33
2.5.2. Processus de tir	35
2.5.3. Processus de chargement et de transport	39
Conclusion	41

Chapitre III. Étude du régime de fonctionnement du « Surface Miner 2500 SM » dans les conditions de la carrière de Ain-Touta

3.1. Théorie de la technologie

Introduction	42
3.1.1. Caractéristiques techniques et géométriques de la machine 2500 SM	44
3.1.2. Construction et principe de fonctionnement de la machine 2500 SM	46
3.1.3. Méthodes de travail (système d'exploitation)	51
3.1.4. Chargement des matériaux abattus	55
3.1.5. Facteurs géométriques (Longueur de champ de travail)	57
3.1.6. Diagramme de production (rendement de taille) de 2500 SM	59
3.1.7. Type des pics du tambour de la machine 2500 SM	60
3.1.8. Transport de la machine 2500 SM	61

3.2. Partie expérimentale

3.2.1. Influence de la profondeur de la taille sur la vitesse d'opération	62
3.2.2. Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement	71
3.2.3. Influence de la vitesse de rotation du tambour sur le rendement	75
Conclusion	75

3.3. L'impact sur l'environnement

Introduction	76
--------------------	----

3.3.1. Principe de fonctionnement du système de pulvérisation d'eau de la technologie du Surface Miner 2500 SM	76
3.3.2. Les avantages de la technologie du Surface Miner par rapport à la méthode traditionnelle	78
Conclusion	78
Conclusion générale et recommandations.....	79

Liste des tableaux

Chapitre I

1.1.	Les caractéristiques techniques des Surfaces Miners	05
1.2.	L'aptitude à la taille des différentes roches	07

Chapitre II

2.1.	Résultats des analyses chimiques	26
2.2.	Paramètres technologiques de la carrière de Ain-Touta	28
2.3.	Régime de travail de la carrière de Ain-Touta	28
2.4.	Paramètres technologiques des demi-tranchées	29
2.5.	Caractéristiques techniques de la sondeuse DM25	35
2.6.	Caractéristiques des explosifs	36
2.7.	Caractéristiques techniques du cordeau	37
2.8.	Les paramètres des travaux de forage et de tir de la carrière de Ain-Touta ...	37
2.9.	Caractéristiques techniques et géométriques de la chargeuse	39
2.10.	Caractéristiques techniques et géométriques du camion	41

Chapitre III

3.1.	Caractéristiques techniques de la machine 2500 SM	44
3.2.	Influence de la profondeur de la taille sur la vitesse d'opération pour $n_r = 2100 \text{ tr/mn}$	63
3.3.	Influence de la profondeur de la taille sur la vitesse d'opération Pour $n_r = 1200 \text{ tr/mn}$	66
3.4.	Influence de la profondeur de la taille sur la vitesse d'opération Pour $n_r = 800 \text{ tr/mn}$	69
3.5.	Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement	72
3.6.	Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement	73
3.7.	Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement	74
3.8.	Les résultats des calculs des rendements en fonction de la dureté pour différents vitesses de rotation du tambour	75
3.9.	Les avantages du Surface Miner par rapport à la méthode traditionnelle	78

Liste des figures

Chapitre I

1.1.	Les différentes opérations du Surface Miner	02
1.2.	Plages de puissance des Surfaces Miner	06
1.3.	Réalisation du copeau taillé	08
1.4.	Forces exercées lors de la taille	09
1.5.	L'influence de l'écartement des pics sur le rendement de taille et la granulométrie du matériau	10
1.6.	L'outil de taille $\varnothing = 42$ mm	11
1.7.	Une roche homogène composée de granulats fins sans fracturations reconnaissables	13
1.8.	Une roche présentant une distance de fracturation > 30 cm	13
1.9.	Une roche massive à gros granulats	13
1.10.	Une roche présentant une fracturation >15 cm <30 cm	13
1.11.	Une roche stratifiée présentant une direction des fracturations $> 15 < 90$	14
1.12.	Fraisage dans le sens de la fracturation	14
1.13.	Un matériau présentant une stratification horizontale ou légèrement inclinée ($<10^\circ$) et une distance de fracturation <15 cm	15
1.14.	Une fracturation tridimensionnelle et une distance d'une fracturation fracturation < 15 cm	15
1.15.	Fraisage en sens contraire à la fracturation.....	15
1.16.	Rendements de taille du Surface Miner 2200 SM	16
1.17.	Rendements de taille du Surface Miner 2500 SM	17
1.18.	Rendement de taille du Surface Miner 4200 SM	17
1.19.	Temps de fraisage effectif en fonction de la longueur de travail	18

Chapitre II

2.1.	Situation géographique du gisement de Ain-Touta	21
2.2.	La colonne stratigraphique du calcaire de Ain-Touta	22
2.3.	Coupe du synclinal de Ain-Touta – Barika	25
2.4.	Ouverture de la carrière de Ain-Touta	30
2.5.	Plan de la carrière de Ain-Touta	31
2.6.	Plan de tir de la carrière de Ain-Touta	38

Chapitre III

3.1.	Vue d'un Surface Miner 2500 SM	43
3.2.	Caractéristiques géométriques de la machine 2500 SM	45
3.3.	Détails de construction principale	46
3.4.	Organe de travail	46
3.5.	Vue du tambour de la machine 2500 SM	48
3.6.	Sens de fraisage	49
3.7.	Principe et dispositif de chargement	51
3.8.	Méthode d'exploitation par tranches parallèles	52
3.9.	Méthode d'exploitation en gradins avec taille de rampes	53
3.10.	Un exemple comment on peut tailler une rampe (direction de travail vers le haut)	53
3.11.	Séquence de taille d'un Surface Miner	54
3.12.	Taille de grands talus en pente raide	55
3.13.	Chargement direct (Chargement sur le camion)	56
3.14.	Chargement indirect (Déversement latéral)	57
3.15.	Longueur du panneau de taille par rapport à la production effective	58
3.16.	Diagramme de production (rendement de taille) de la machine 2500 SM	59
3.17.	Type des pics du tambour de la machine 2500 SM	60
3.18.	Transport de la 1 ^{er} partie de la machine 2500 SM	61
3.19.	Transport de la 2 ^{ème} partie de la machine 2500 SM	61
3.20.	Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour $f = 8$	64
3.21.	Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour $f = 7$	64
3.22.	Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour $f = 6$	65
3.23.	Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour $f = 8$	67
3.24.	Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour $f = 7$	67
3.25.	Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour $f = 6$	68

3.26.	Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour f = 8	70
3.27.	Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour f = 7	70
3.28.	Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour f = 6	71
3.29.	Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement Pour n _r = 2100 tr/mn	72
3.30.	Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement Pour n _r = 1200 tr/mn	73
3.31.	Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement Pour n _r = 800 tr/mn	74
3.32.	Influence de la vitesse de rotation du tambour sur le rendement de la machine	75

Problématique

Dans certaines mines à ciel ouvert, on a introduit une nouvelle technologie d'exploitation basée sur le fraisage de la roche au moyen d'un tambour équipé de pics dont le combiné est appelé Surface Miner.

Cependant, cette nouvelle technologie nécessite d'être étudiée pour les conditions minières de nos carrières afin de définir l'influence du régime de travail du Surface Miner sur la productivité en fonction de la dureté des calcaires et leurs discontinuités.

Objectif

Optimisation des paramètres du régime de fonctionnement du Surface Miner en fonction des caractéristiques du massif rocheux en vue de le rentabiliser.

Introduction

Le forage et le minage pratiqués dans les travaux de terrassement, d'excavation et d'abattage des roches posent un problème de sécurité, économique et environnemental. Le Surface Miner offre une solution bien plus économique et écologique, car il permet de tailler et de concasser les roches et même de les charger en un seul passage.

Ce procédé innovant réduit considérablement les besoins en machines, en main d'œuvre et en temps par rapport aux méthodes traditionnelles. Parallèlement, il produit des surfaces stables et planes ainsi que des talus réguliers tout en offrant la possibilité d'une extraction sélective de strates des roches. Sans vibrations et émettant peu de poussière et de bruit, ce procédé permet l'exploitation efficace de minéraux utiles à proximité de zones résidentielles, des routes etc.

A l'instar d'autres carrières comme celles d'Elma-Labioud et de Djebel-Onk, la cimenterie de Ain-Touta s'est vue dotée de deux surfaces miner 2500 SM qui sont rentrés en production en l'an 2006. Cependant ces machines étant toujours en phase d'expérimentation, il est impératif d'étudier leur construction et principe de fonctionnement d'une part et de l'autre part les caractéristiques physico- mécaniques et structurales des massifs rocheux et évaluer leur interaction mutuelle afin d'optimiser leurs rendements.

Pour atteindre cet objectif, dans notre étude, nous allons étudier l'influence des paramètres du régime de fonctionnement de la machine telles que les vitesses de rotation du tambour et d'avancement de la machine ainsi que la profondeur de taille sur le rendement en fonction la dureté du calcaire et leur discontinuité et recommander pour le en du gisement de Ain-Touta un régime optimal.

Chapitre I

Etude bibliographique sur la technologie du « Surface Miner »

Introduction

Le Surface Miner simplifie les différentes étapes du processus laborieux d'extraction et de traitement des matériaux. Le Surface Miner est un système de production permettant d'extraire, de concasser et charger le matériau abattu en une seule opération.

Ce système donne les avantages suivants :

- Plus grande disponibilité du système:
- Coûts d'exploitation réduits:
- Une seule machine pour plusieurs opérations, ce qui simplifie la coordination et la planification de l'abattage, de la mission, de l'exploitation et de la maintenance. La Fig.1.1 résume les différentes opérations de ce système.

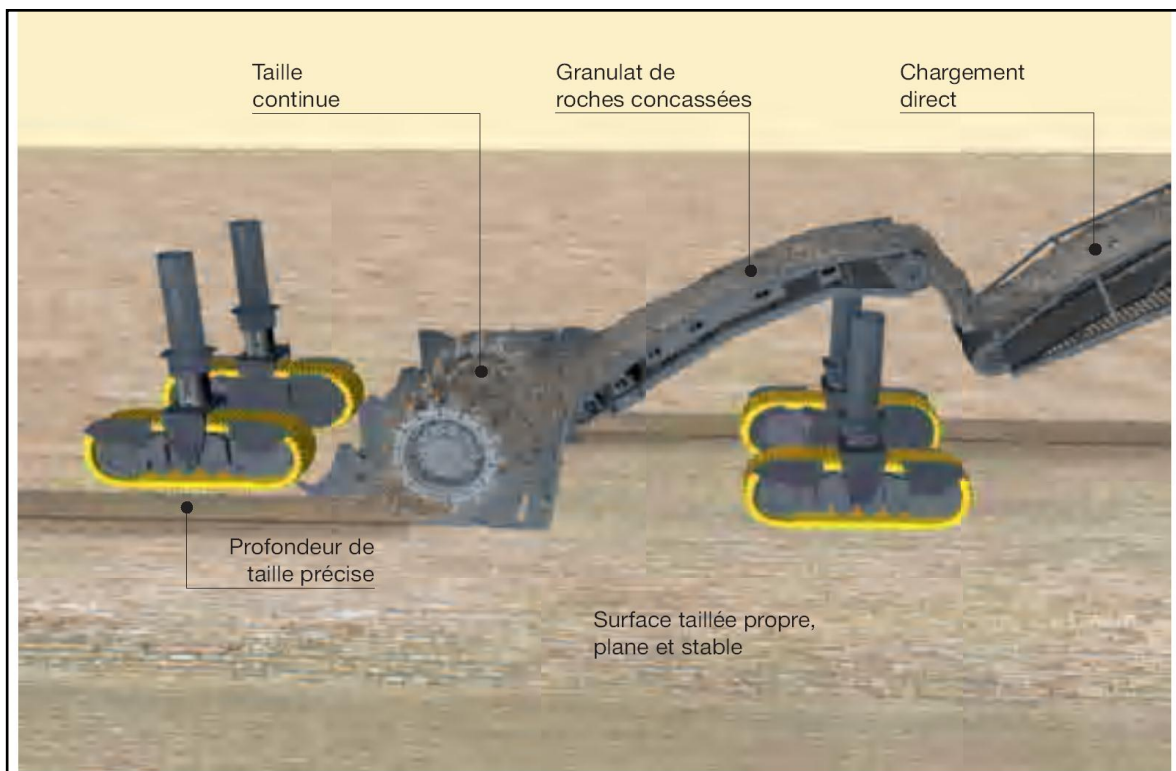


Fig.1.1. Les différentes opérations du Surface Miner

1.1. Historique de la technologie des Surfaces Miners

La question que doit se poser tout chercheur est pourquoi ne pas utiliser notre savoir-faire en matière de fraisage d'asphalte pour le transposer sur l'exploitation de roches ? Cette idée a constitué le point de départ, au milieu des années 70, du développement d'une nouvelle méthode d'extraction plus rentable dans l'industrie des mines et des carrières, le Surface Miner. Le résultat fut une histoire à succès exceptionnelle, dans laquelle la firme Allemande Wirtgen, dès le début, joua un rôle primordial, ne cessant de pousser plus loin le développement de cette technique. Au fil du temps, des machines toujours plus grandes et aux rendements toujours plus élevés ont vu le jour dans nos services, s'adaptant progressivement aux besoins du marché. Si d'autres constructeurs n'ont pas réussi à s'imposer, la firme Allemande Wirtgen [19] est le seul constructeur à être engagé en permanence depuis presque 30 ans dans le développement de machines hautement spécialisées dans ce domaine.

Les principes du rabotage des roches sont créés par différentes entreprises industrielles et d'exploitation minière dans les années 70.

1980 : À l'heure de la naissance du Surface Mining moderne, la firme Wirtgen développe un prototype inspiré des fraiseuses routières, le Surface Miner 3000 SM.

1983 : Dès la première machine officiellement vendue, le Surface Miner 1900 SM fait sa percée sur le marché.

1985 : Le premier Surface Miner de la génération des grandes machines, le 3500 SM également destiné à la taille des roches, est vendu aux États-Unis.

1988 : la firme Wirtgen présente le prototype d'un Surface Miner 2600 SM destiné à l'exploitation du charbon.

1989 : Lancement d'une version perfectionnée du Surface Miner 2600 SM pour l'extraction de roche calcaire.

1989 : Le 4200 SM, à ce jour le plus grand des Surface Miner, marque un jalon important.

1989 : Cette année-là, la série de modèles 2100 SM fête ses débuts avec le lancement d'une première version destinée au fraisage de roches.

1989 : Lancement de la fraiseuse de galerie, le Surface Miner 2600 SM, pour l'entretien des étages des mines souterraines.

1996 : La grande machine 3700 SM se prête aux travaux d'ouverture de tranchées et d'extraction de roche calcaire.

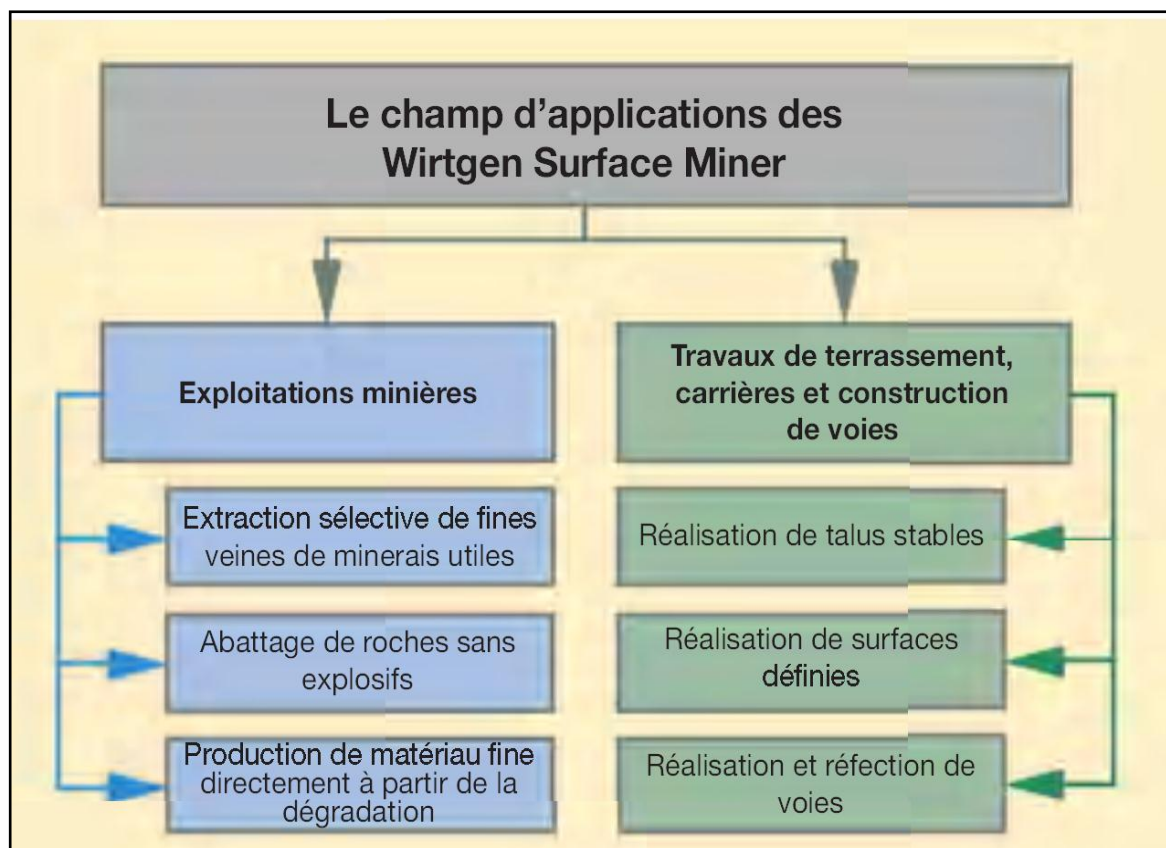
1999 : la firme Wirtgen développe le Surface Miner 2500 SM destiné aux travaux spéciaux sur les roches dures.

2000 : De conception modulaire, le Surface Miner 2200 SM offre de nombreuses possibilités d'application, ce qui en fait un engin multifonctions pour les roches tendres et de dureté moyenne.

La société Knowlton Construction, possède déjà depuis plus de 15 ans un Surface Miner 3500 SM et a mis en service en juillet 2000 un deuxième Miner, le 2500 SM. Et ceci pour une bonne raison: la ville de San Antonio au Texas, USA, a été construite sur un plateau de calcaire dur. La plupart des travaux de construction tels que préparation de fondations de maisons, profilage de la sous-couche des routes et creusement de tranchées pour canalisations et câbles doivent se faire par taille dans ce sol dur car l'utilisation d'explosifs est interdite en raison des habitations et routes proches, [7].

1.2. Champ d'applications des Surfaces Miners

Le champ d'applications du surface miner est résumé par l'organigramme ci-dessous :



Les Surfaces Miners présentent des caractéristiques variées afin de répondre aux applications les plus diverses, c'est pourquoi; nous présentons ci-après les principaux types des Surfaces Miners en fonction de leur destination, [3].

● Surfaces Miner 2200 SM

Dans le domaine du fraisage de roches, le Surface Miner 2200 SM peut être utilisé pour l'extraction de minerais et pour les travaux de terrassement ou d'abattage des roches tendres et de dureté moyenne.

● Surfaces Miner 2500 SM

Le Surface Miner 2500 SM a été spécialement conçu pour l'exploitation minière. Par sa construction, il peut être transformé en fonction de l'application. Mission ininterrompue dans des roches tendres et de dureté moyenne.

● Surfaces Miner 2600 SM

La fraiseuse de galerie est un engin spécial destiné à l'entretien des voies souterraines.

● Surfaces Miner 4200 SM

Le Surface Miner 4200 SM a été spécialement conçu pour l'exploitation minière. Par sa construction, il peut être transformé en fonction de l'application. Mission ininterrompue dans des roches tendres et de dureté moyenne.

Les caractéristiques techniques des Surfaces Miners ses cites sont représentées dans le tableau.1.1.

Tableau.1.1. Les caractéristiques techniques des Surfaces Miner

Caractéristiques	Type des Surfaces Miner			
	2200SM	2500SM	2600SM	4200SM
Largeur de taille; mm	2200	2500	2600	4200
Profondeur de taille; mm	0 ÷ 300	0 ÷ 600	0 ÷ 200	0 ÷ 650
Puissance du moteur; KW	708	783	273	1194
Poids de la machine; Kg	47730	100500	100500	208300

1.3. Plages de puissance et aptitude à la taille des différentes roches des Surfaces Miners

La puissance, l'usure des pics et donc l'efficacité des Surfaces Miners dépendent dans une large mesure des caractéristiques mécaniques de la roche à tailler.

La Fig.1.3 représente les plages de puissance des Surfaces Miners ainsi que l'aptitude à la taille des différentes roches en fonction de la résistance à la compression uniaxiale de la roche en question, [4].

Les rendements de taille maximum indiqués dans le tableau.1.5 sont valables pour les résistances à la compression uniaxiale respectives et s'appliquent à des matériaux fortement fracturés et facilement concassables. Il peut y avoir un grand écart entre les valeurs théoriques indiquées et la puissance réelle obtenue, [4].

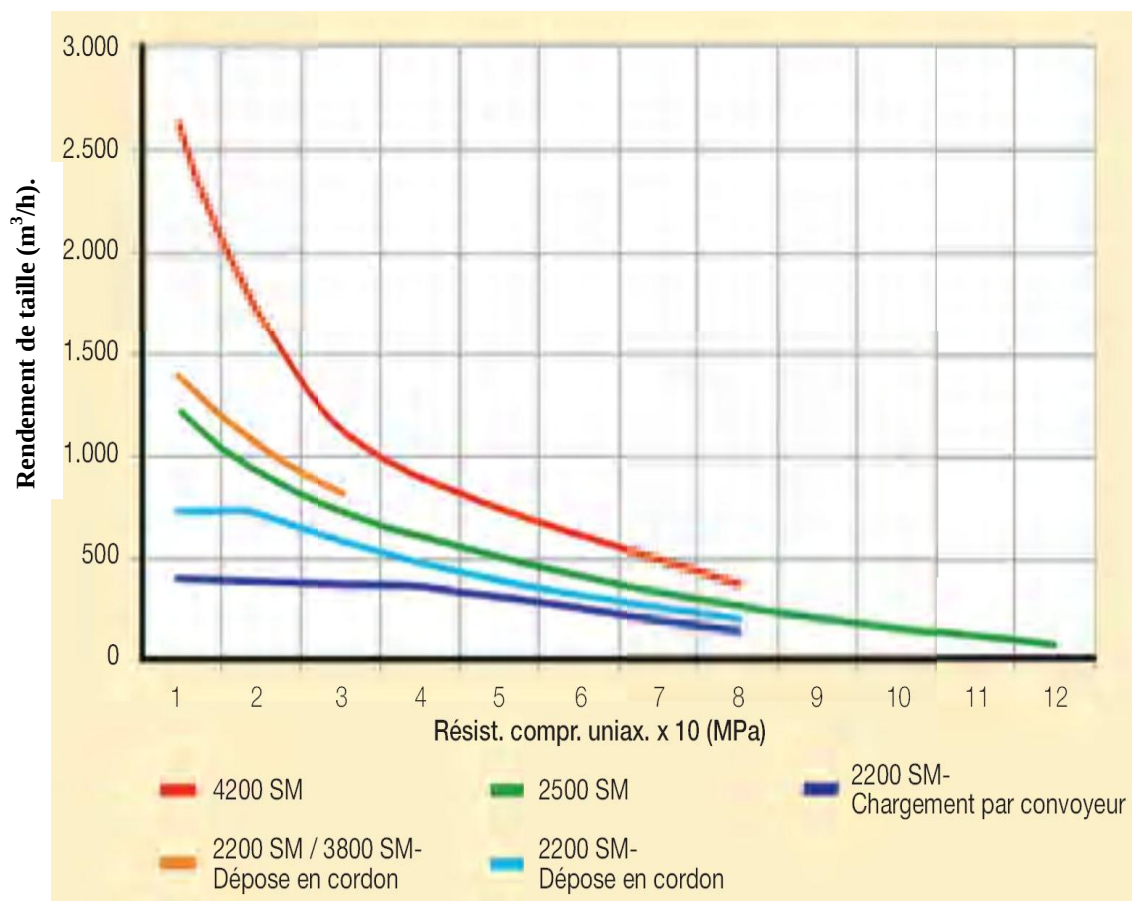
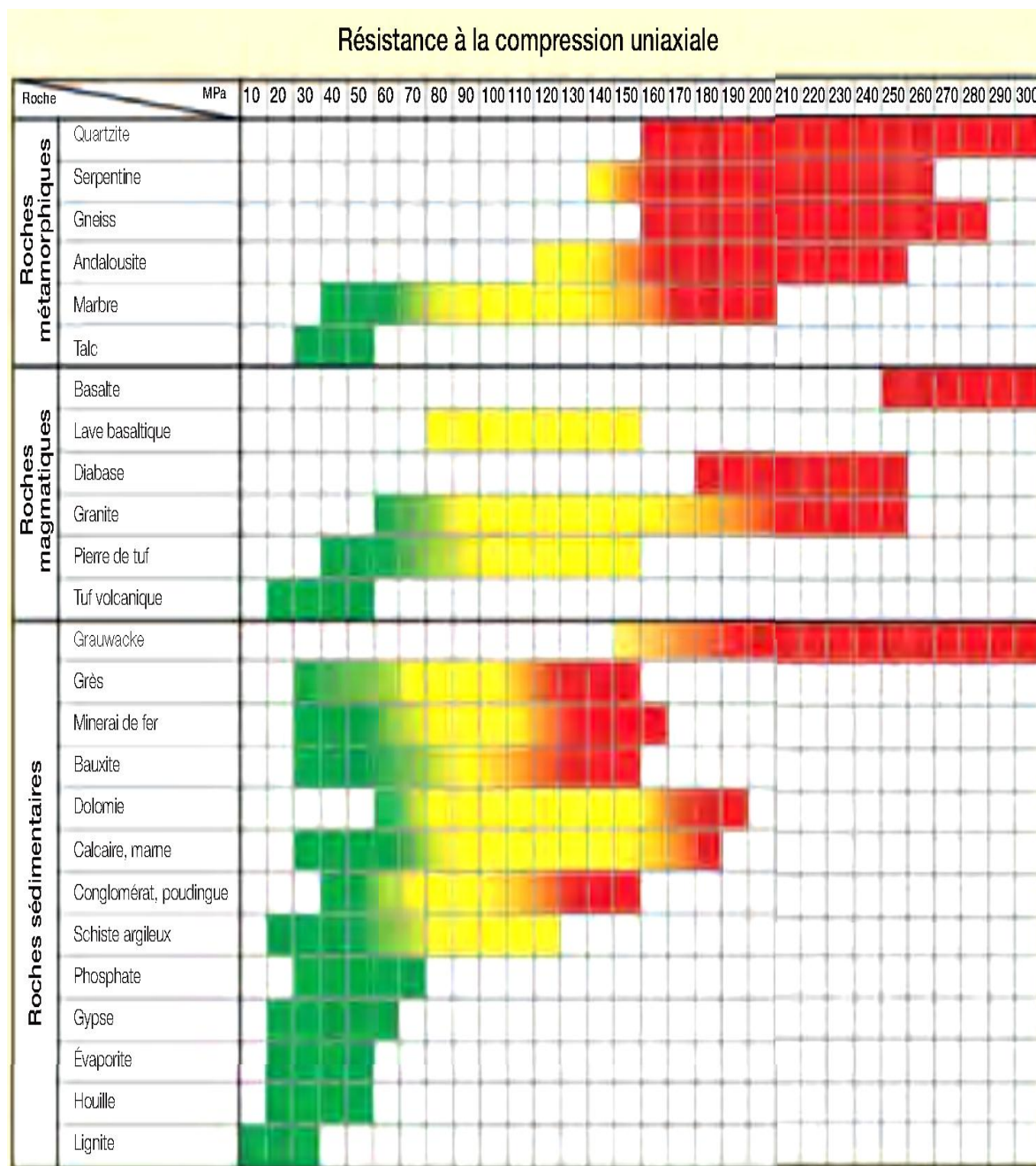


Fig.1.2. Plages de puissance des Surfaces Miner

Tableau.1.2. L'aptitude à la taille des différentes roches



■ = taille économique possible pour une exploitation d'extraction

■ = taille possible pour certaines applications spéciales ainsi que pour les travaux de terrassement et d'abattage de roches

■ = taille actuellement impossible

1.4. Technologie de taille

1.4.1. Les facteurs influençant la technologie de taille

La technologie de taille est le coeur de métier, C'est pourquoi nous ne cessons de perfectionner cette technologie et d'en optimiser les facteurs suivants

- Rendement de taille optimal;
- Longévité maximum des outils de taille (pics);
- Coûts d'exploitation réduits;
- Contrôle de la granulométrie du matériau taillé;

La technologie de taille du Surface Miner est principalement influencée par les paramètres suivants

- Type de l'outil de taille (pic);
- Type du porte-outil;
- Nombre d'outils de taille sur le tambour (écartement des pics);
- Angle d'inclinaison des pics;
- Vitesse de rotation du tambour de taille;
- Profondeur de taille;
- Avance de la machine;

Les Fig.1.3 et Fig.1.4 représentent respectivement la réalisation du copeau taillé et les forces exercées lors de la taille.

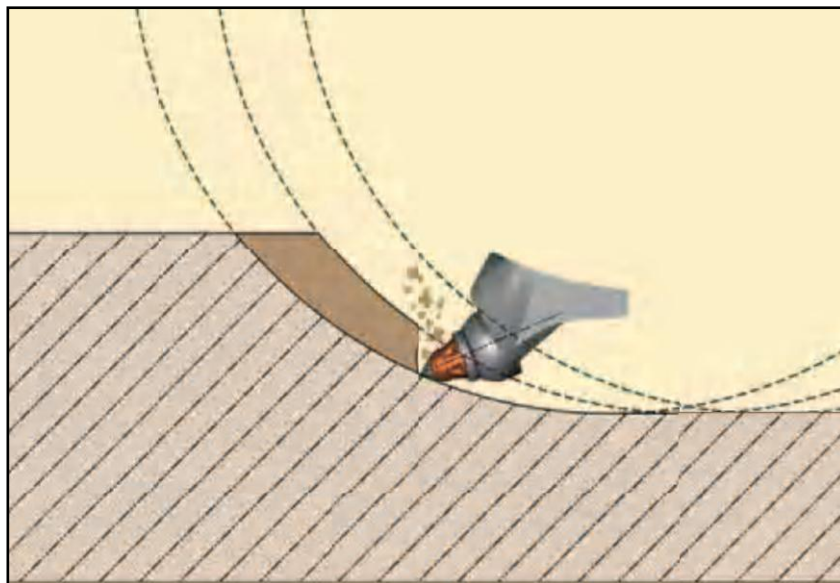


Fig.1.3. Réalisation du copeau taillé

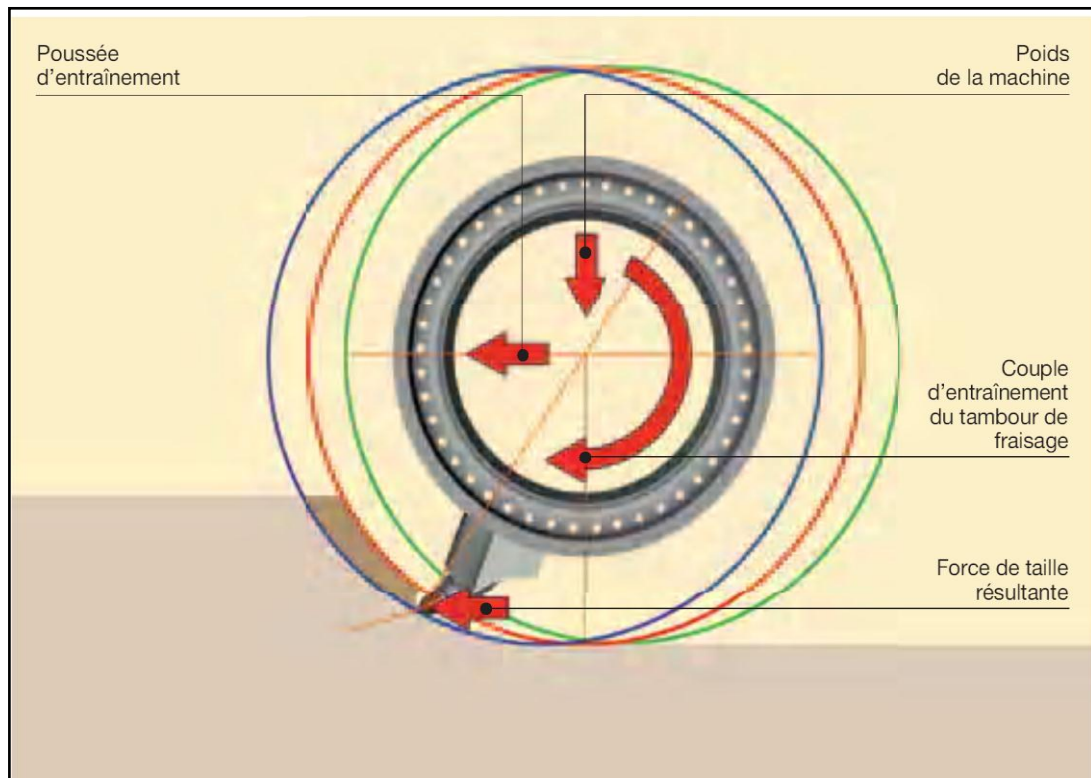


Fig.1.4. Forces exercées lors de la taille

1.4.2. Configuration du tambour

La firme Wirtgen propose le système de tambour, de porte-outils et de pics approprié à chaque application.

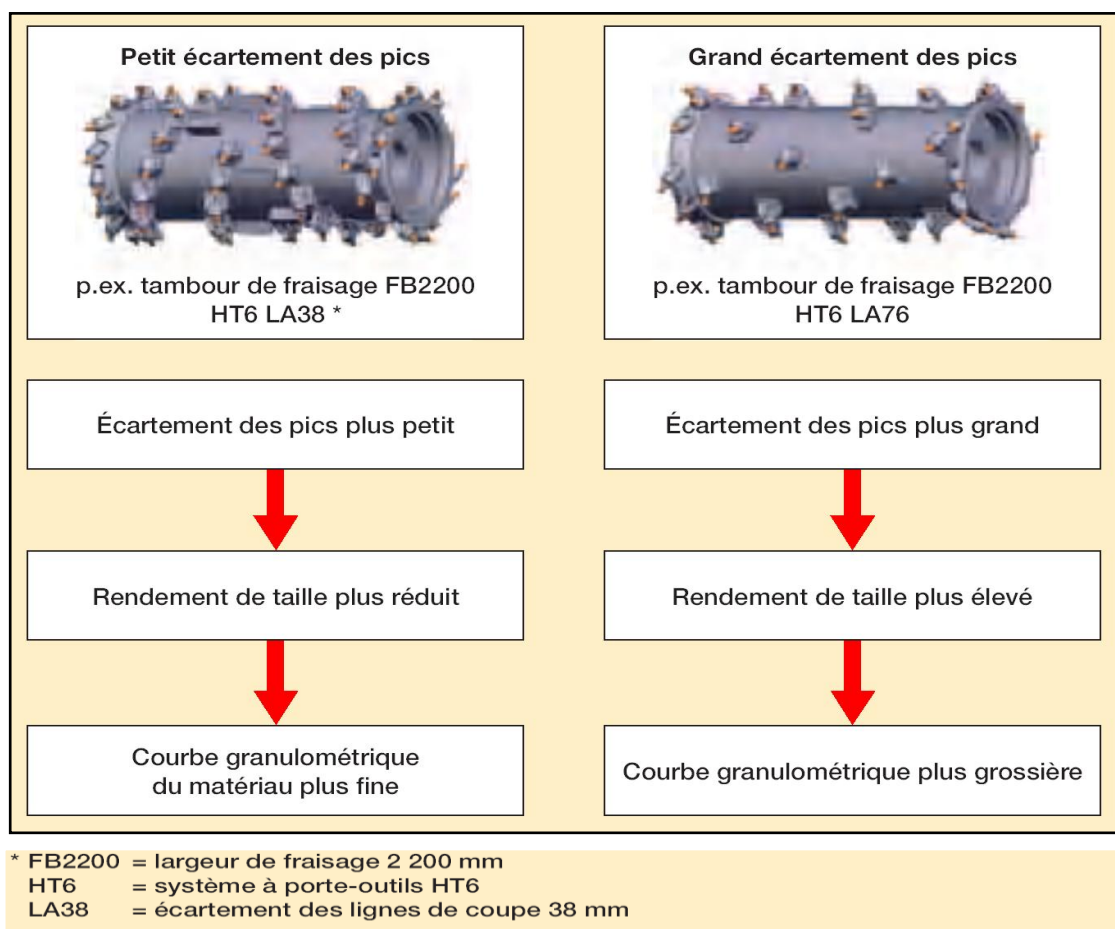
Les critères de sélection décisifs sont les suivants :

- Dureté de la roche (résistance à la compression uniaxiale)
- Structure de la roche;
- Abrasivité de la roche;
- Rendement de fraisage;
- Structure granulométrique;
- Coûts d'exploitation;
- Durée du changement d'un pic;

Le nombre et l'agencement des pics sont déterminants pour le résultat de taille.

Le nombre et l'agencement des pics découlent de l'écartement des pics choisi.

La Fig.1.5 représente l'influence de l'écartement des pics sur le rendement de taille et la granulométrie du matériau, [20].



**Fig.1.5. L'influence de l'écartement des pics sur le rendement de taille et
La granulométrie du matériau**

La classification indiquée s'entend comme simple recommandation. Le choix définitif du tambour requiert des informations supplémentaires telles que la densité, la structure et l'abrasivité du matériau ainsi que la structure granulométrique souhaitée.

C'est sur la base de ces informations que les tambours de fraisage et les types de pics seront conçus pour satisfaire aux exigences de chaque application.

Il est encore possible d'améliorer le résultat de fraisage dans la pratique en modifiant :

- Le type de pic;
- La profondeur de fraisage;
- La vitesse d'avance;
- Le régime du tambour;

1.4.3. Choix de l'outil de taille (pic)

Le choix de l'outil de taille adéquat est un facteur décisif pour garantir un bon rendement de taille et une longévité maximum de l'outil de taille.

Les Surfaces Miner offrent des solutions à la fois économiques et écologiques pour les travaux d'extraction, de terrassement et de taille, la roche étant taillée, concassée et chargée en une seule opération. Avec le développement de la série de pics de 42 mm de diamètre Fig.1.6, le secteur Minier bénéficie désormais de l'expérience de longue date acquise dans le domaine des pics à douille de serrage, [4].

La douille de serrage assure une fixation fiable du pic au porte-outil, tout en facilitant énormément le montage et le démontage des outils de taille.

La tige robuste offre une excellente résistance aux forces de cisaillement et aux chocs. La rondelle d'usure absorbe la majeure partie du phénomène d'usure.

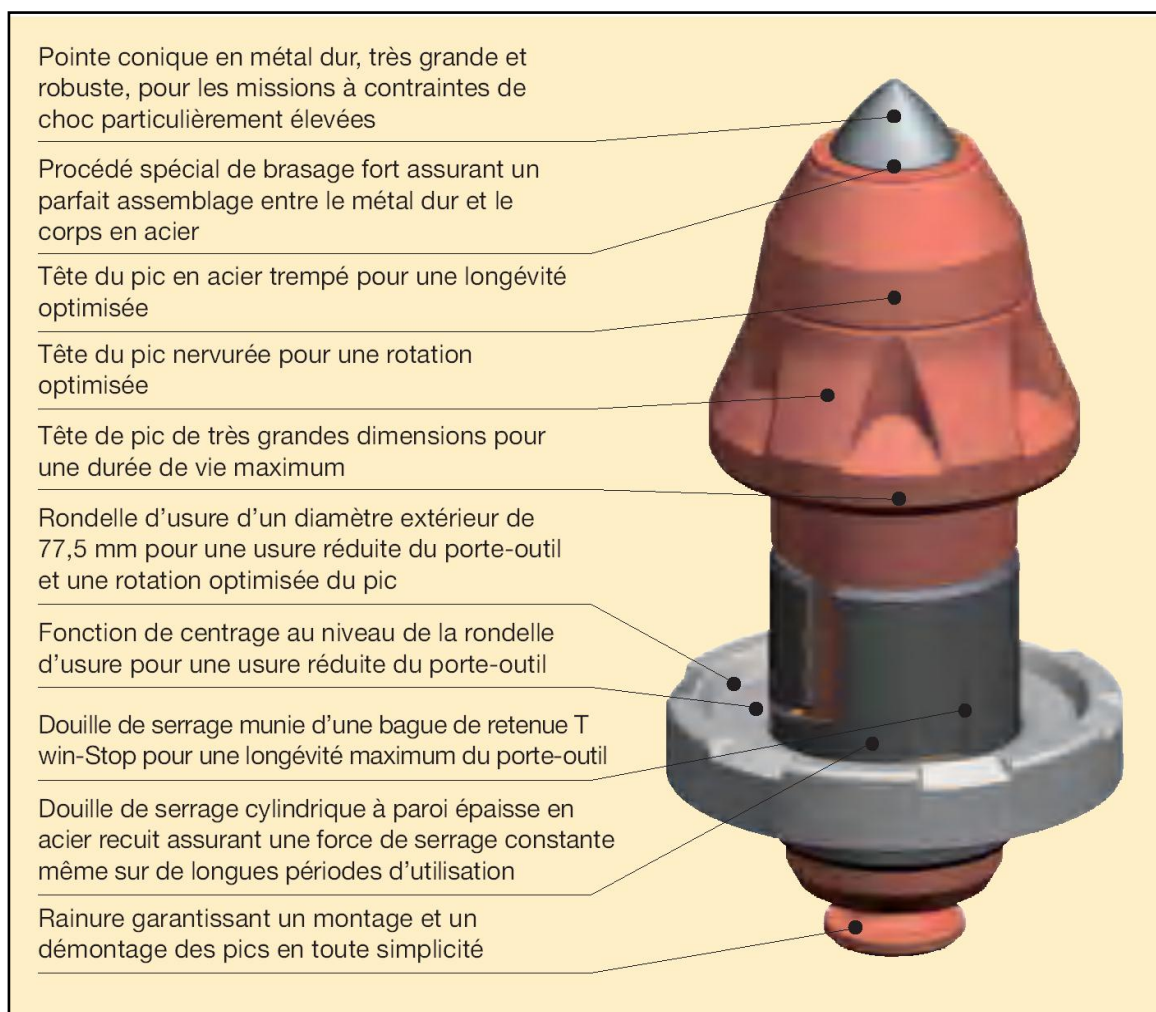


Fig.1.6. L'outil de taille Ø = 42 mm

1.5. Rendements de taille en fonction des caractéristiques des roches

Le rendement de taille, l'usure des pics et donc l'efficacité des Surfaces Miner dépendent dans une large mesure des caractéristiques mécaniques de la roche à tailler.

Afin d'évaluer le rendement de taille, l'usure des pics et la structure granulométrique, la firme Wirtgen utilise les paramètres suivants, [1].

- Résistance à la compression uniaxiale (DIN 52105 ou réglementations similaires);
- Résistance à la traction par fendage (DIN 22024 ou réglementations similaires);
- Abrasivité (indice d'usure selon DIN 22021);
- Densité (pesage en immersion selon DIN 18125);
- Structure de la roche (nombre, écartement, direction et degré de cimentation des failles et fissures);

Les informations suivantes pourront vous être utiles en complément

Les classes de sols (DIN 18300), La vitesse des ondes sismiques, RQD (désignation de la qualité des roches), Essai de résistance au point dur, Les travaux de concassage (p.ex. indice de broyabilité de Bond), Estimation de l'usure (selon Schimazek, [14] ou Cerchar, [2]), Module d'élasticité, Module de Young, La porosité et la Cohésion.

1.5.1. Structures des roches

Outre la résistance à la compression uniaxiale et la résistance à la traction, la structure de la roche joue également un rôle essentiel pour estimer son aptitude à la taille.

Pour l'estimation des rendements de taille, la firme Wirtgen, [20] a établi des classes de structure de roches comme suit :

1. Roche massive, Fig.1.7 et Fig.1.8.

2. Roche grossièrement fracturée, Fig.1.9, Fig.1.10 et Fig.1.11.



Fig.1.7. Roche homogène composée de granulats fins sans fracturations reconnaissables



Fig.1.8. Roche présentant une distance de fracturation > 30cm



Fig.1.9. Roche massive à gros granulats



Fig.1.10. Roche présentant une fracturation >15 cm <30 cm



Fig.1.11. Roche stratifiée présentant une direction des fracturations $> 15 < 90$

Pour les deux premières structures le fraisage s'effectue perpendiculairement à la fracturation ou dans le sens de la fracturation comme cela est montré sur la Fig.1.12.

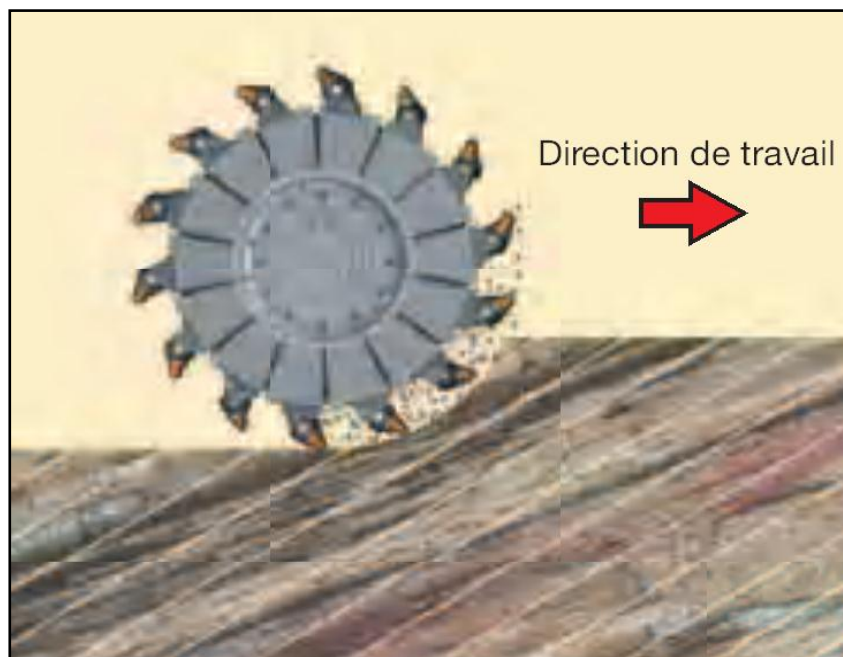


Fig.1.12. Fraisage dans le sens de la fracturation

3. Roche finement fracturée, Fig.1.13 et Fig.1.14.

Fig.1.13. Matériau présentant une stratification horizontale ou légèrement inclinée ($<10^\circ$) et une distance de fracturation $<15\text{cm}$



Fig.1.14. Fracturation tridimensionnelle et une distance de une fracturation $<15\text{ cm}$

Dans le cas des roches finement fracturées le fraisage se réalise horizontalement ou en sens contraire à la fracturation, comme cela est représenté dans la Fig.1.15.

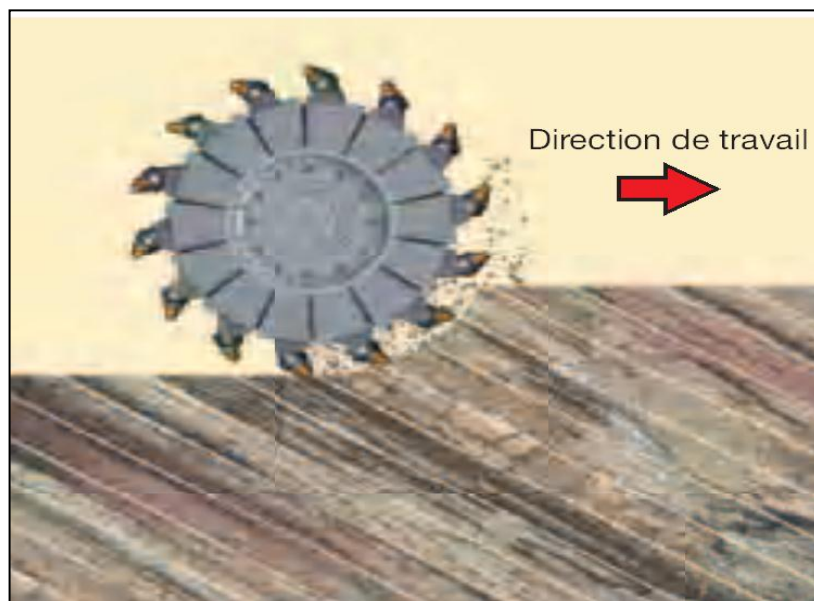


Fig.1.15. Fraisage en sens contraire à la fracturation

1.5.2. Diagrammes des rendements de taille

Pour l'estimation des rendements de taille des différentes Surfaces Miners en fonction de la résistance à la compression uniaxiale et de la structure de la roche, la firme Wirtgen recommande l'utilisation des diagrammes représentées par les Fig.1.16; Fig.1.17 et Fig.1.18 pour différents schémas technologiques, [3].

Nous appelons par rendement de taille le rendement obtenu en considérant uniquement la taille en elle-même sans tenir compte des temps morts. Il se calcule selon la formule suivante :

$$Q = va * e * l * 60; m^3/h \dots\dots\dots (1.1).$$

Où :

va : Vitesse d'avance; m/min

e : Profondeur de taille; m

l : Largeur de taille; m

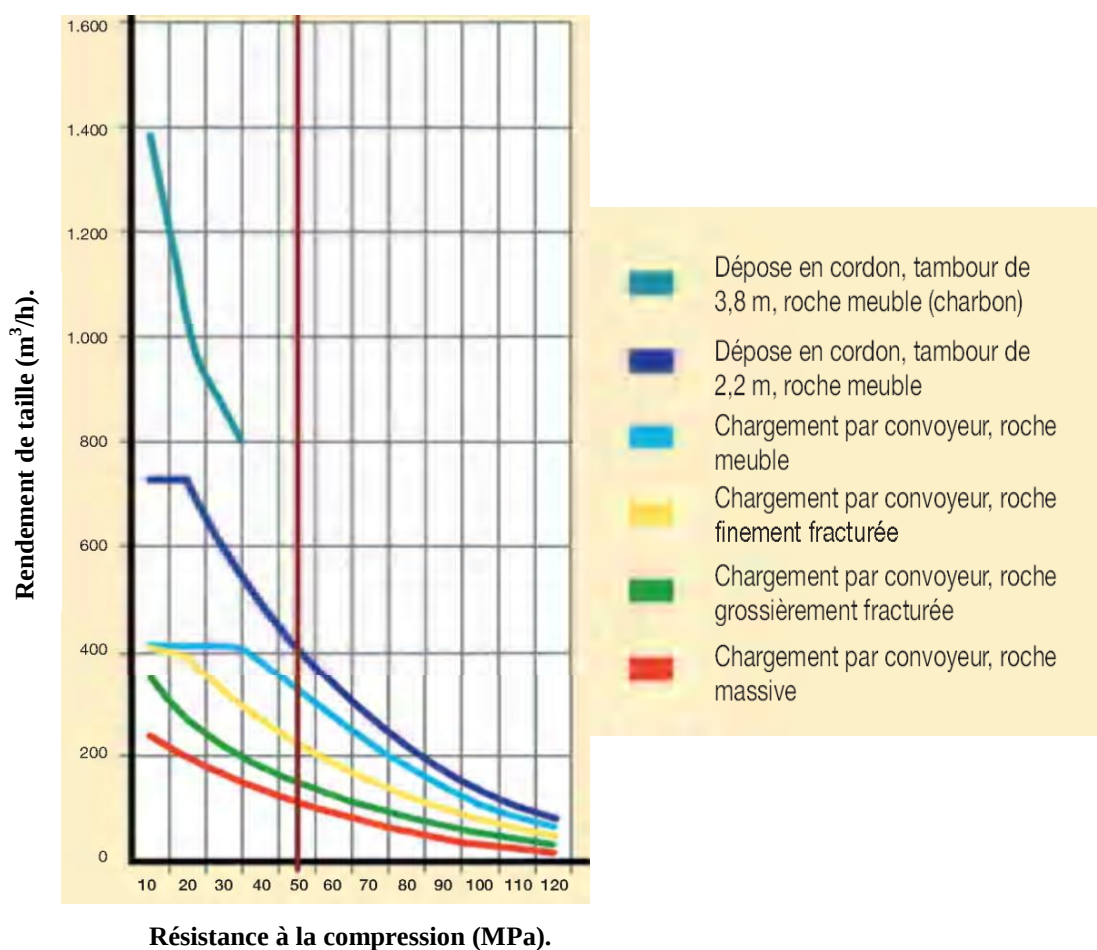
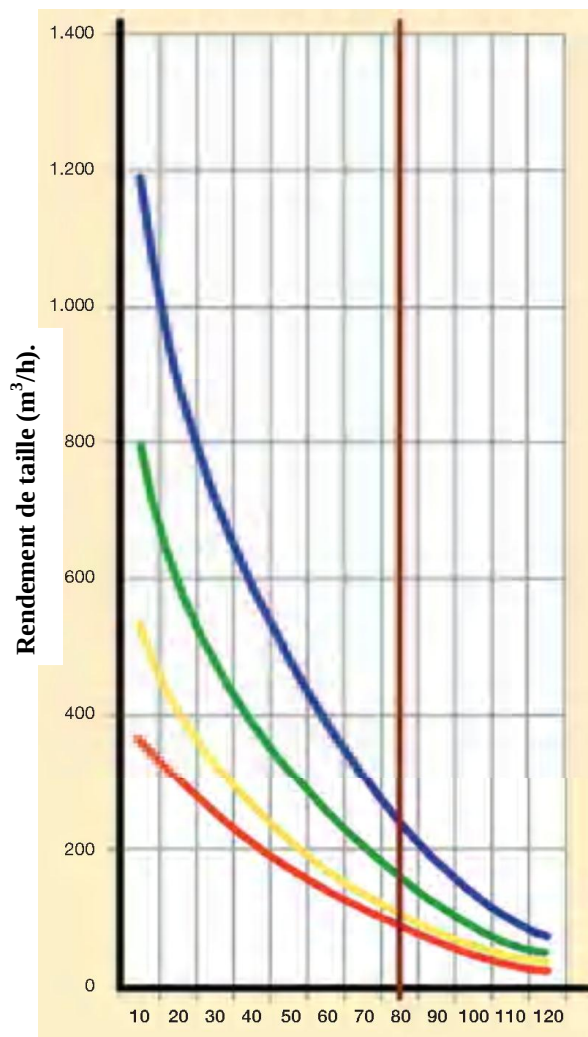


Fig.1.16. Rendements de taille du Surface Miner 2200 SM



Résistance à la compression (MPa).

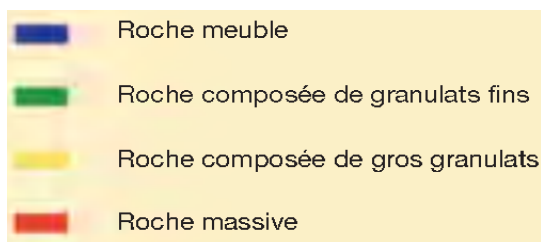
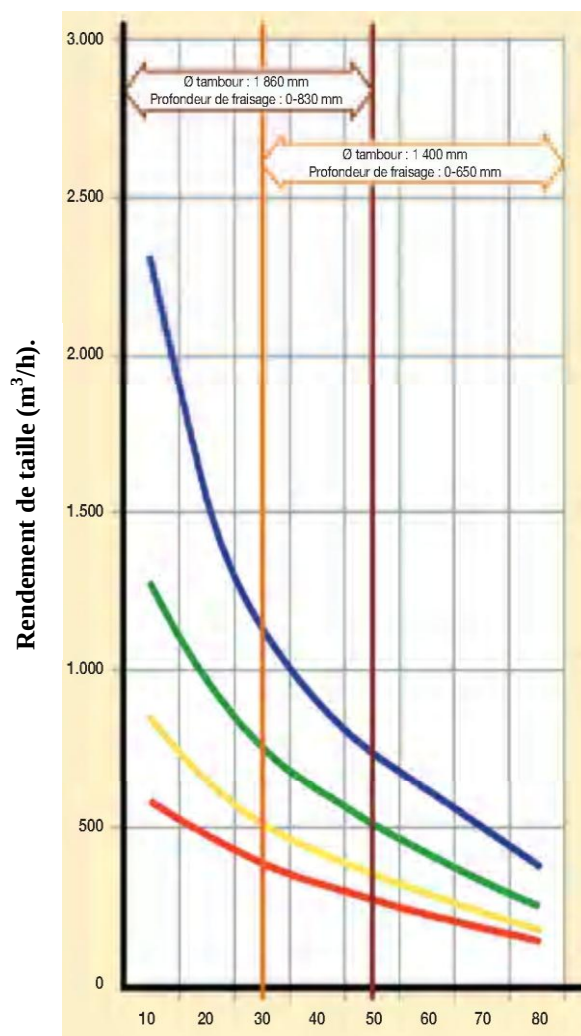


Fig.
.1.1
7.

Rendements de taille du Surface
Miner 2500 SM



Résistance à la compression (MPa).

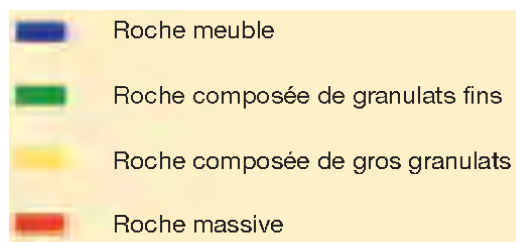


Fig.1.18. Rendement de taille du Surface
Miner 4200 SM

1.5.3. Rendement effectif en fonction de la longueur de la zone de travail

Nous entendons par rendement effectif le rendement obtenu dans la pratique en tenant compte des temps non productifs pendant la mission :

- Manoeuvres (p.ex. demi-tour à la fin de chaque taille);
- Changement de camion;
- Autres temps non productifs survenus en cours de service;

L'influence des temps non productifs sur le rendement effectif dépend de la longueur de travail comme le montre la Fig.1.19, [4].

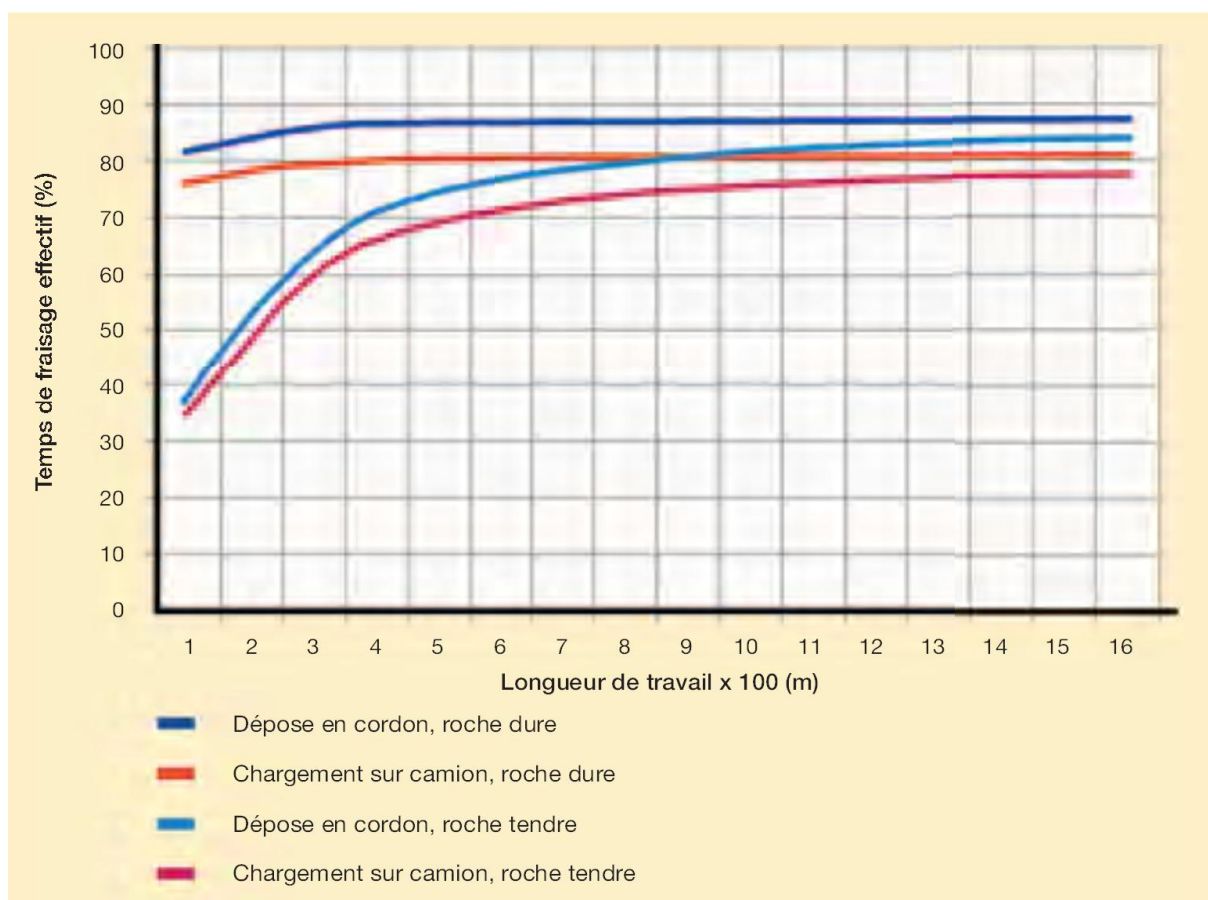


Fig.1.19. Temps de fraisage effectif en fonction de la longueur de travail

Le graphique ci-dessus indique la part du rendement effectif (en % du rendement de taille) en fonction de la longueur de travail. Les différents graphiques représentent cette interdépendance à titre d'exemple pour les roches dures et tendres en tenant compte des

différents modes de chargement (chargement sur camion ou dépose en cordon/déversement latéral).

Pour chaque application, le rendement effectif doit faire l'objet d'un calcul individuel en tenant compte des circonstances données.

Conclusion

Le choix de type des Surfaces Miners dépend de type des travaux à effectuer autrement dit l'exploitation des roches ou travaux de terrassement.

Le choix du tambour et des pics qui l'équipent dépend des propriétés physico mécaniques et structurales du massif.

Le rendement du Surface Miner se prédétermine par les schémas technologiques d'abattage et de chargement ainsi que de la longueur de la zone de travail.

Chapitre II

Renseignements généraux sur le gisement

Introduction

La cimenterie de Ain-Touta est rentrée en phase de production en 1986, c'est une usine à voie sèche, les matières premières sont constituées de calcaire et d'argile, provenant d'une carrière située à proximité de l'usine.

L'usine est alimentée par :

- Le minerai de fer de l'Ouenza et le gypse de Ain M'lila transportés par train.
- Le gisement calcaire situé à 2Km au Sud de la cimenterie est délimité naturellement par la plaine au Nord.
- Le gisement d'argile est situé en plaine au Nord immédiat de la route à 2Km du gisement de calcaire.

La dénomination ciment a été autre fois employée dans le commerce pour désigner de nombreuses matières dont les propriétés essentielles étaient de pouvoir servir de liant.

Les ciments se présentent comme l'aspect d'une poudre fine provenant de broyage de clinker (matière obtenue d'un mélange des matériaux argileux par la calcination).

Le ciment de la cimenterie de Ain-Touta est nommé « ciment portland » à durcissement rapide caractérisé par un dégagement de chaleur plus rapide. C'est un ciment à haute résistance, il est fabriqué à base de clinker spécial d'une teneur particulièrement forte de C3S il est mis au point pour les travaux de construction souterraine, ce dernier s'appelle ciment résistant au sulfate.

2.1. Géologie du gisement

2.1.1. Localisation, infrastructures et Géomorphologie Orohydrographie

Le gisement de calcaire est situé dans la zone du Djebel Tilatou le long de la route RN 28 Ain-Touta – Barika à environ 15Km à l'ouest de Ain-Touta et 50 Km de Batna, Fig.2.1.

Celui-ci est très favorable pour une exploitation rentable.

L'accès s'effectue par la route nationale N° 28 qui passe dans sa bordure Nord, il est distant de 15 Km de Ain-Touta, 50 Km de Batna et de 75 Km de Barika.

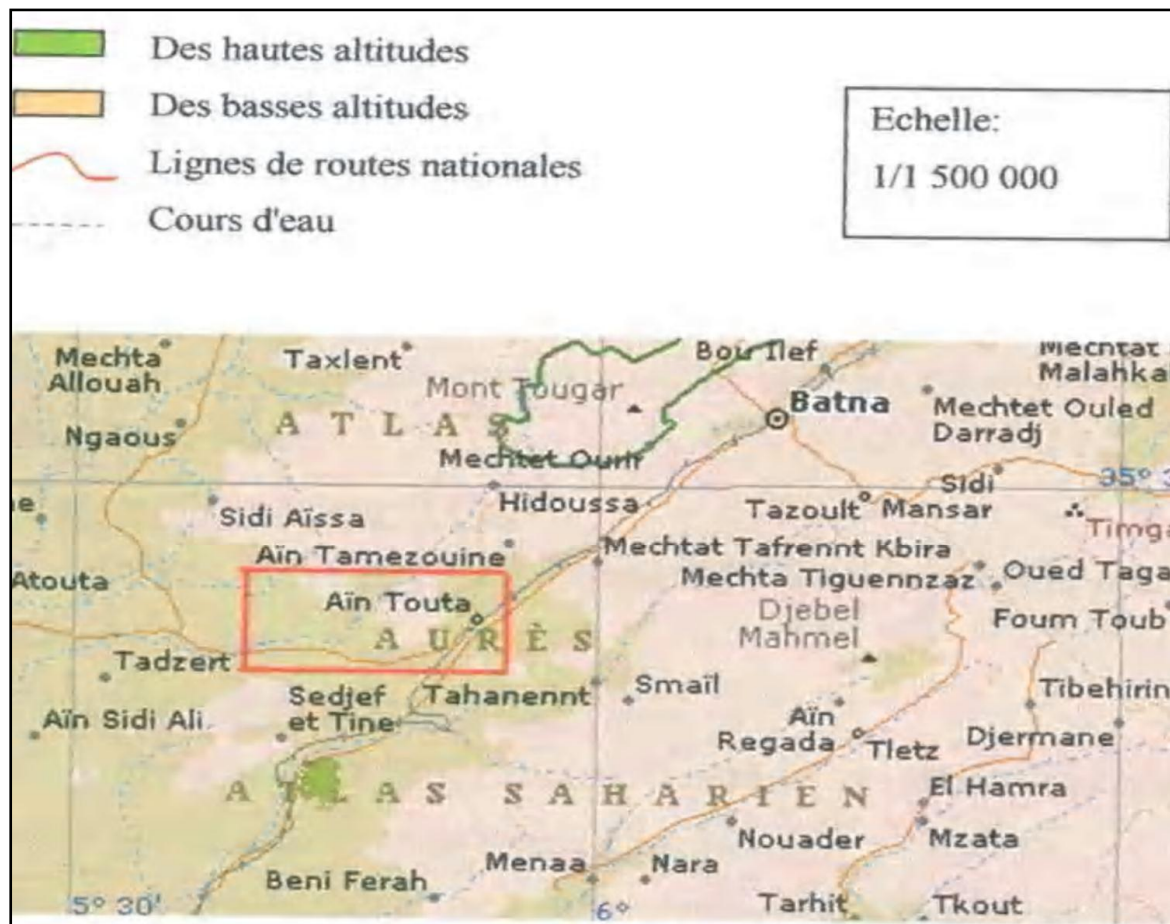


Fig.2.1.Situation géographique du gisement de Ain-Touta

Le gisement de calcaire situé à 1,5Km au sud de la RN28, de relief de 40 à 80m de hauteur, s'étendant sur 2Km environ et délimité naturellement par la plaine au Nord et des thalwegs latéraux à l'ouest, sud et est.

Sur le plan structural, la zone correspond à un vaste synclinal dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Les flancs du synclinal sont constitués par des assises calcaires du turonien;
- Le cœur du synclinal formé par les marnes du sénonien;
- L'ensemble est recouvert par le miocène discordant;
- La végétation est presque nulle sur ce gisement par suite de l'absence de terre végétale;

2.1.2. Structure et géologie du gisement

A. Stratigraphie et lithologie

La série d'observation dans le gisement comporte les termes lithologiques suivants de haut en bas, Fig.2.2, [9].

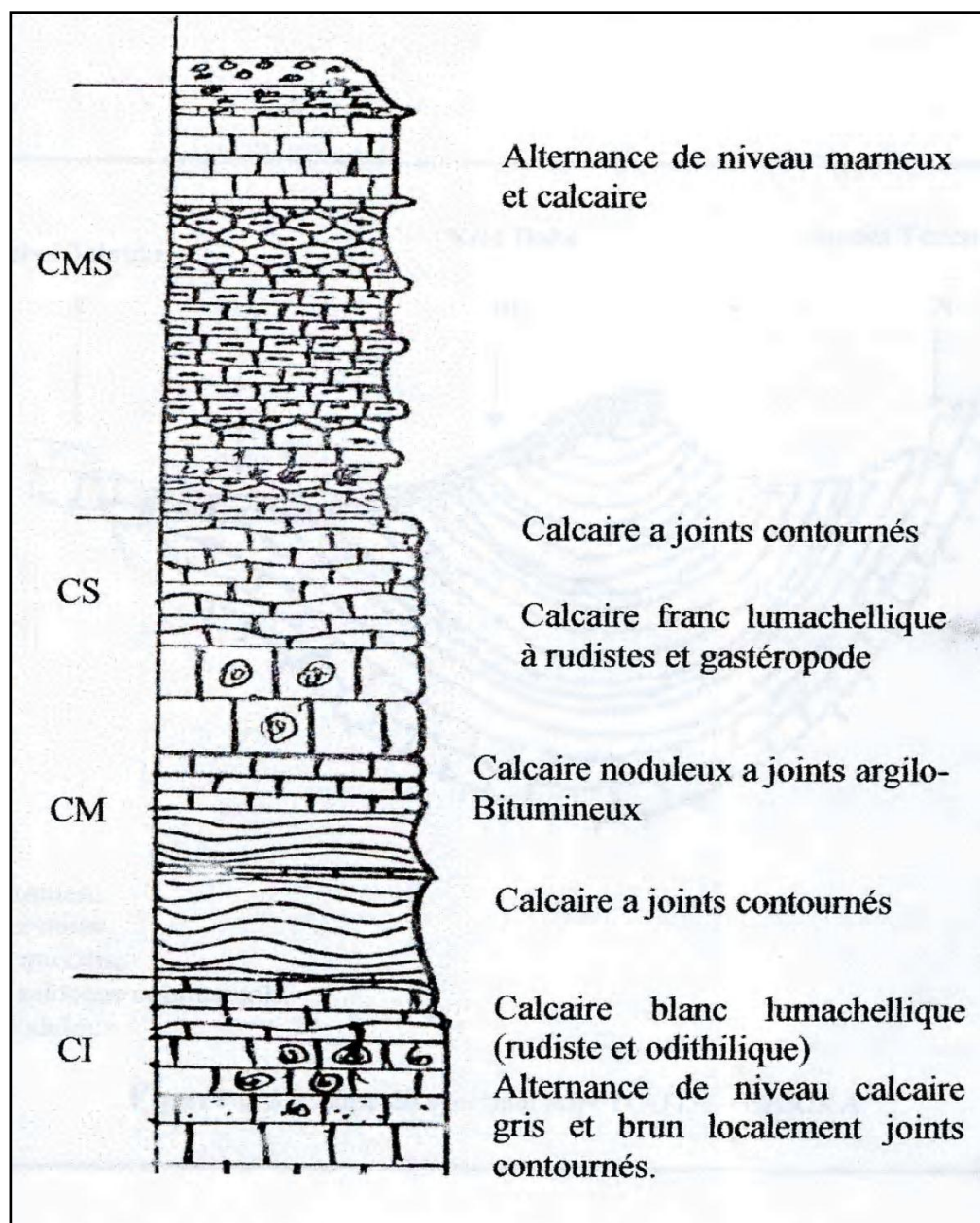


Fig.2.2. La colonne stratigraphique du calcaire de Ain-Touta

► Calcaire marneux supérieure CMS

Cette série apparaît sur la bordure Nord-Est du gisement et correspond stratégiquement à la base du sénonien. Elle comporte une sécession de niveaux calcaires et marneux fossilifères et localement lumachelliques.

Les niveaux calcaires, de façon générale sont bruns, microcristallins tâchés. Les niveaux marneux fluctuent entre des faciès argileux feuilletés verdâtres et des faciès calco-marneux laitier gris. La puissance maximale de cette série est de 50m.

► Calcaire supérieur CS

Cette série représente le sommet du turonien et comporte 3 termes successifs de haut en bas.

* Calcaire noduleux CS1

Le terme noduleux est purement descriptif et rend compte de l'aspect lenticulaire de ce calcaire à l'affleurement. Dans les sondages, le faciès est gris à brun, localement biodétrique (petit élément) à ciment sublithographique. Avec quelques ponctuations de pyrite oxydée et des joints intermédiaires ondules verdâtres, argilo-marneux, l'épaisseur de ce niveaux est 15m environ.

* Calcaire lumachellique CS2

Ce calcaire massif et très caractéristique, brun très claire comporte de nombreux éléments biodétriques dont de nombreux débris de coquille de gastéropode et rudistes son épaisseur est de 10m environs.

* Calcaire noduleux biodétrique CS3

Ce niveaux de transition entre le calcaire lumachellique et le calcaire moyen est brun claire, biodétrique avec des joints ondulés verdâtres argilo marneux ou localement bitumineux noire. Son épaisseur est en moyenne de 5 à 7m.

► Calcaire moyen CM

Ce faciès dont la composition est celle d'un calcaire marneux est constitué de mini nodules de calcaire séparé par des joints argilo-marneux et de calcaire noir. L'épaisseur de ce niveau est constante 15m environ.

► Calcaire inférieur CI

Le calcaire inférieur, très puissant (>100m) débute par des bancs de calcaire noduleux de transition semblable au CSI (10m).

Ce faciès passe ensuite une lumachelle à rudiste, discontinue latéralement, annonçant un niveau bio détritique, oolithique, localement lumachellique, de couleur blanche et de 10 m de puissance environ.

Sous ce niveaux, la série est relativement monotone, avec des alternances de calcaire brun, ou gris légèrement bodétrique et localement des niveaux de calcaire noduleux à joints argilo bitumineux.

B. Structure et tectonique

Sur le plan structural, le gisement présente les caractéristiques suivantes

- La série est affectée d'un pendage général vers l'est (10°) rendant directement accessible le calcaire franc CI dans la partie ouest du gisement.
- L'ensemble est affecté par des grandes failles qui délimitent le gisement à l'ouest, au Nord et à l'est et qui décalent localement la série verticalement en induisant des variations de bondage.
- Dans la zone N.E du gisement une faille d'orientation N.E met en contact les marnes supérieures CMS avec le calcaire supérieur CS, en abaissant le compartiment N. les marnes CMS ne substituent que dans ce compartiment.

La coupe du synclinal Ain-Touta– Barika est montrée sur la Fig.2.3, [9].

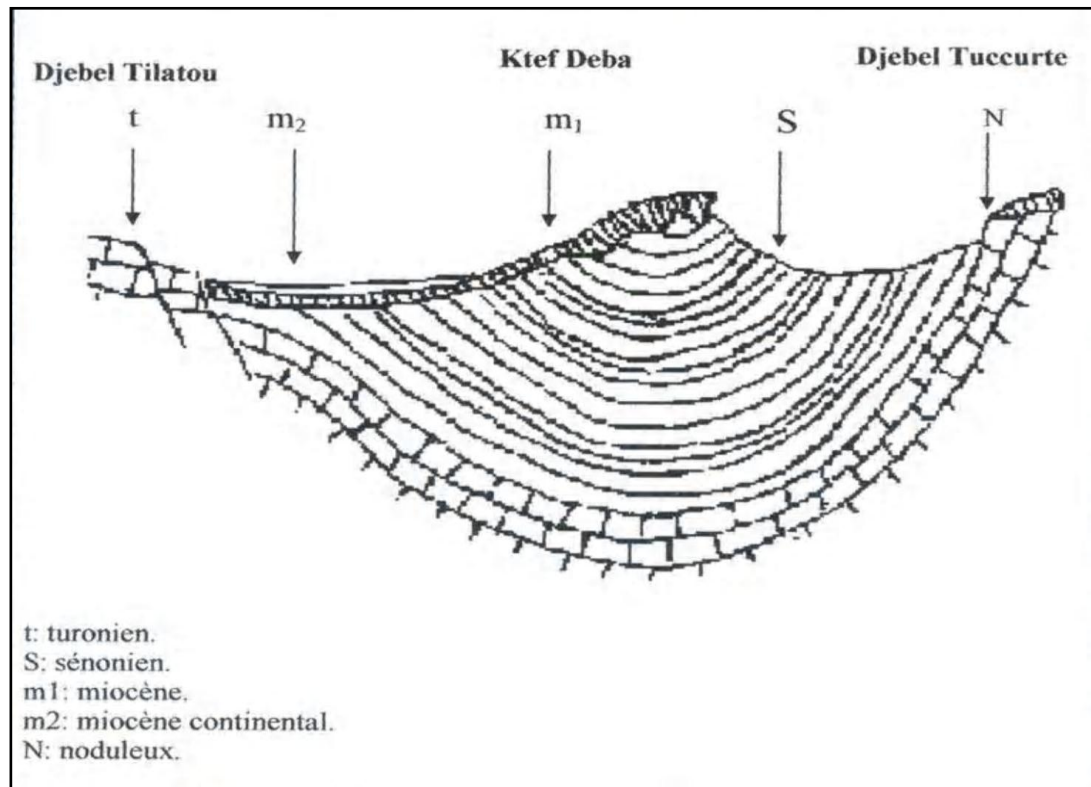


Fig.2.3. Coupe du synclinal de Ain-Touta – Barika

2.1.3. Caractéristiques qualitatives et évaluation des réserves

A. Caractéristiques physico-mécaniques

Les mesures effectuées sur une série d'échantillons prélevés sur les carottes ont conduit aux densités moyennes par rapport au poids sec suivant, [9].

Marnes CMS $d = 1,80$.

Calcaires CS $d = 2,63$.

CM $d = 2,64$.

CI $d = 2,66$.

Les valeurs à retenir sont les suivantes :

CMS $d = 1,8$.

Calcaire $d = 2,60$ (densité en place sur sec).

Les humidités prises en compte sont :

Marnes CMS $w = 7,4\% \pm 1,5\%$.

Calcaire CI $w = 1,0\% \pm 1\%$.

Calcaire noduleux $w = 3\% \pm 2\%$.

La dureté de calcaire varie de 6 à 8 selon l'échelle du Pr. Protodiakonov.

B. Caractéristiques chimiques

Les analyses effectuées à partir des échantillons prélevés sur les carottes permettent de définir les caractéristiques chimiques de la série :

- Les marnes CMS présentent un titre en CaO variable lié aux alternances calcaire marne comprises entre 35 et 45 %.
- Le calcaire CS présent un titre en CaO variant avec les niveaux 1, 2, 3, le maximum étant atteint pour le niveau CS 2 (calcaire à rudiste).
- Le calcaire moyen CM est caractérisé par un titre en CaO faible (CaO $\approx$ 50%).
- Et des teneurs en SO₃ et K₂O non négligeables, liées aux joints argilo bitumineux observés entre les nodules calcaires.
- Le calcaire inférieur CI présente un titre élevé (53 à 54%) et une bonne homogénéité.

Il est seulement interrompu par quelques passages noduleux à joints bitumineux au niveau des quels les teneurs en SO₃ et K₂O augmentent.

Les résultats des analyses chimiques sont présentés dans le tableau.2.1, [9].

Tableau.2.1. Résultats des analyses chimiques

	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	CaO %	SO ₃ %	K ₂ O %	Na ₂ O %	CL %	MgO %
C M S	10,42	3 , 5 9	1 , 4	44,91	0 , 2 0	0 , 8 6	0 , 0 4	0,009	0 , 8 6
C S	1 , 4 2	0 , 6	0 , 2 6	53,60	0 , 1 9	0 , 1 0	0 , 0 5	0,007	0 , 8 8
C M	4 , 4 5	1 , 5 7	0 , 6 1	50,44	0 , 5 0	0 , 3 9	0 , 0 6	0,009	0 , 7 8
C I	1 , 0 3	0 , 5 0	0 , 1 5	53,96	0 , 1 6	0 , 0 8	0 , 0 6	0,007	0 , 4 7

C. Evaluation des réserves et de la couverture

* Assise utile

Le gisement de calcaire est délimité au Nord par des falaises, à l'est, au Sud et à l'ouest par de larges thalwegs.

La limite inférieure d'exploitation est fixée à la côte 890 correspondant aux points les plus bas, permettent une exhaure naturelle des eaux. Le rapport géologique, [9] présente les réserves exploitables comme suit :

- Réserves totales du gisement 73.153.477 t.
- Réserves de calcaire marneux CMS 3.420.000 t.
- Réserves de calcaire franc directement exploitable 31.690.000 t.

Il convient de noter que les réserves de calcaire franc directement exploitable sont très importantes pouvant être très largement augmentées par l'exploitation des niveaux inférieurs à la limite fixée précédemment et dont la qualité a été reconnue par les sondages.

*** Couverture**

La couverture est représentée par les formations du paquet supérieur calcaire marneux (alternance calcaire, grès, marnes) dont la puissance atteint un maximum de 8m avec une moyenne de 4m.

Le volume de la couverture a été évalué d'après la méthode de moyenne arithmétique, sa surface étant mesurée par planimètre et sa puissance étant prise sur les coupes géologiques.

2.2. Paramètres généraux et régime de travail de la carrière

Les paramètres technologiques de la carrière de Ain-Touta sont représentés dans le tableau.2.2, [8].

Tableau.2.2. Paramètres technologiques de la carrière de Ain-Touta

N°	Désignation	Valeur
1	Profondeur finale; m	74
	Profondeur actuelle; m	53
2	Hauteur des gradins; m	
	Niveaux 907	09
	Niveaux 916	09
	Niveaux 925	15
	Niveaux 925	15
	Niveaux 940	10
	Niveaux 950	05
3	Dimensions en plan; m	
	Largeur de la plate forme de travail; m	30 ÷ 320
	Longueur de gradins; m	195 ÷ 1120
	Nombre de blocs par gradin ;bloc	1
4	Angle d'inclinaison des bords de la carrière; degrés	
	Exploitable	30
	Inexploitable	55
5	Production	
	Minerai; t/an	1055646
	Stériles; t/an	Néant
6	Durée de vie; Ans	68

La carrière de Ain-Touta travaille selon le régime représenté dans le tableau.2.3.

Tableau.2.3. Régime de travail de la carrière de Ain-Touta

Régimes	Processus		
	Forage	Chargement et transport	2500SM
Nombre de jours ouvrables par an; jours	248	248	248
Nombre de jours ouvrables par semaine; jours	5	5	5
Nombre de postes de travail par jour; postes	1	2	2
Nombre d'heures de travail par poste; heures	8	7	7

2.3. Mode d'ouverture de la carrière de Ain-Touta

Le problème majeur d'exploitation des gisements par mode à ciel ouvert dans une région montagneux consiste dans la plupart des cas à réaliser un ouvrage minier (demi tranchée ou route d'accès) partant de la dépression (niveau ou sont généralement installées les

usines, station de concassage, etc....) jusqu'à son sommet, cette réalisation n'est possible que lors de relief accessible qui ne présente pas d'ambiguïté d'ordre topographique. En suite, l'exploitation se résumera de la même manière que pour les gisements à relief plat.

Il faut aussi remarquer que le principe d'exploitation des gisements par mode à ciel ouvert demeure le même aussi bien lors du relief plat que penté. Les étapes d'exploitation ne varient pas aussi du premier cas au second car il est toujours exigé :

- D'abord d'ouvrir la carrière soit par tranchée d'accès ou demi tranchée d'accès et là il faut seulement souligner que lors du relief penté les travaux de creusement se développent de bas en haut.

- De découper le gisement en différents horizons de travail à partir du sommet, sauf dans certains cas de relief présente un palier à un certain niveau d'où débutera l'exploitation en un premier stade.

- Et en fin de passer à l'exploitation proprement dite, grâce à l'utilisation des processus technologiques miniers qui peuvent être identique dans les deux cas de relief.

La carrière de Ain-Touta, le relief étant favorable, l'ouverture du gisement s'effectue au moyen d'une piste à partir de laquelle, l'accès aux trois gradins en exploitation s'effectue par des demi-tranchées de jonction comme cela est montré par la Fig.2.4. et dont les paramètres, résumé dans le tableau.2.4.

Tableau.2.4. Paramètres technologiques des demi-tranchées

Paramètres	Valeur	
	Accès	Découpage
Largeur du fond de la demi-tranchée; m	20	320 ÷ 30
Angle du bord de la demi-tranchée; ()°	65°	70°
Longueur de la demi-tranchée; m	600 ÷ 20	1120 ÷ 1955
Pente longitudinale de la demi-tranchée; %	10	
Volume de la demi-tranchée; m ³	95374.73	809998.27

Echelle : 1/2500

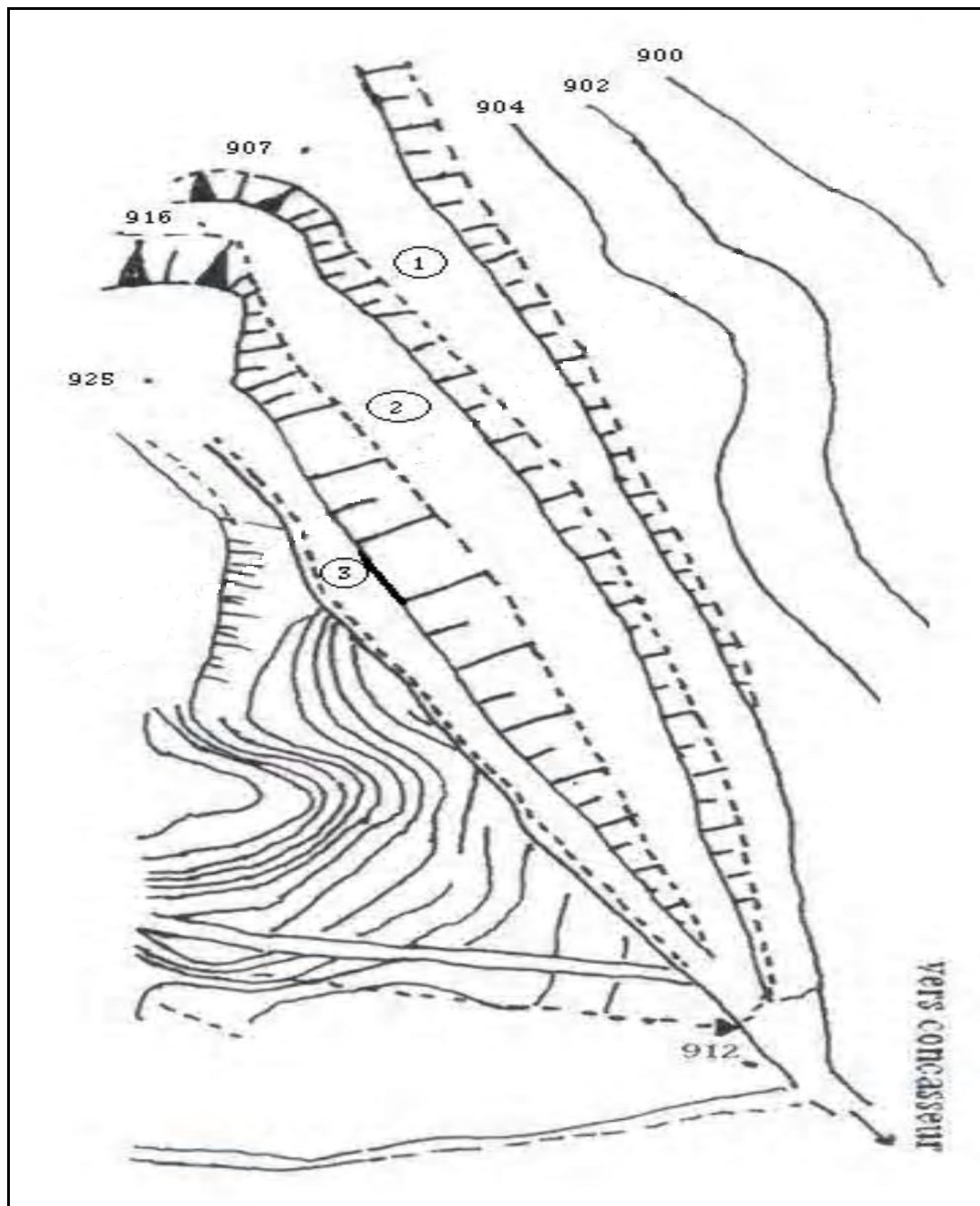


Fig.2.4. Ouverture de la carrière de Ain-Touta

1,2 et 3 sont les demi-tranchées de jonction

Echelle : 1/10000

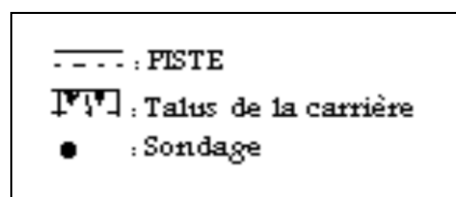
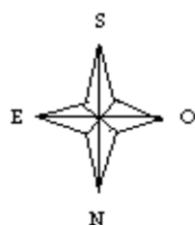
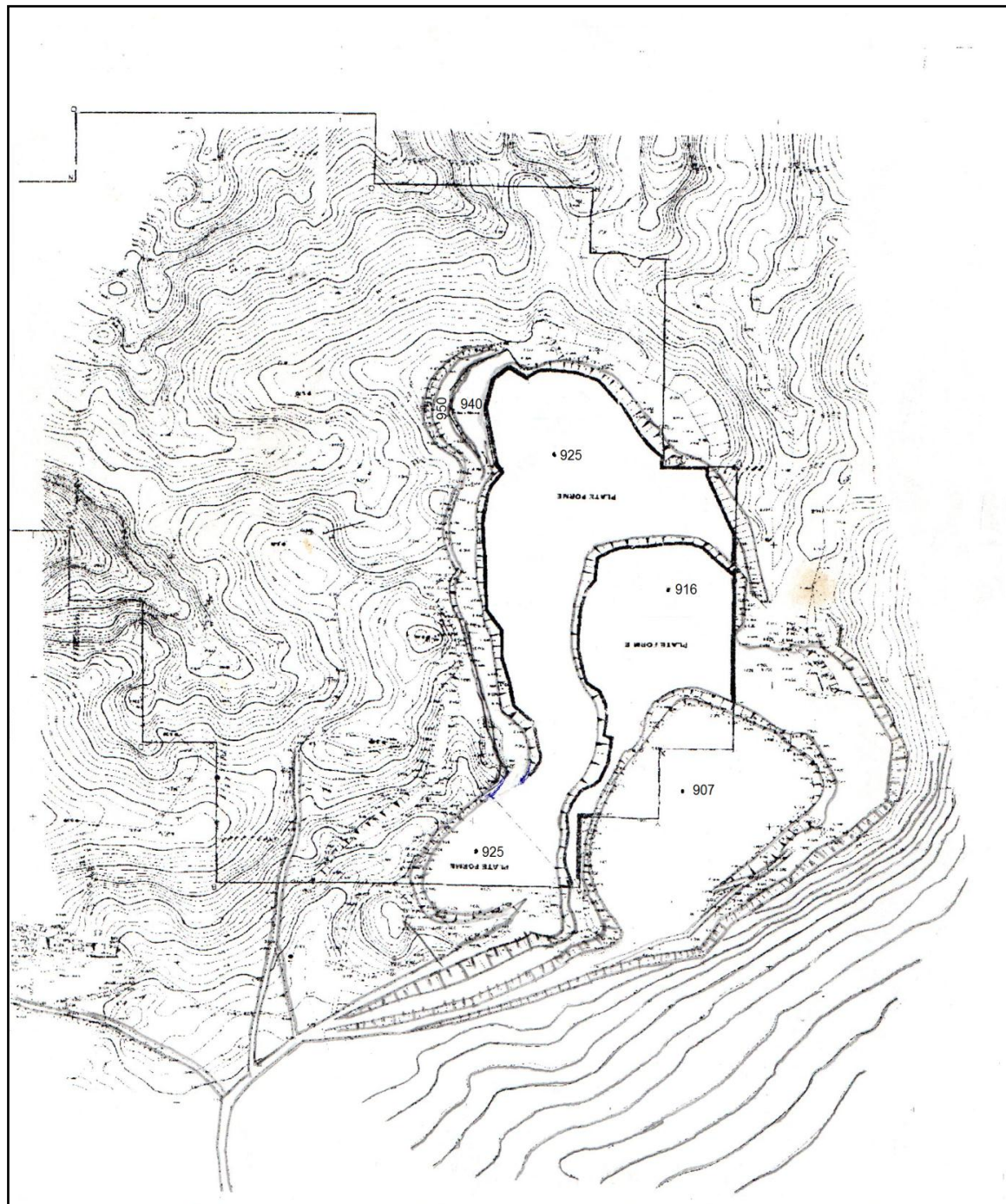


Fig.2.5. Plan de la carrière de Ain-Touta

2.4. Système d'exploitation

D'après la classification de l'académicien Rjevsky.v.v, [12] le système d'exploitation appliqué à la carrière de Ain-Touta est celle de fonçage autrement dit, vu le relief montagneux du gisement, l'exploitation s'effectue à partir du haut vers le bas.

Les principaux éléments qui définissent un système d'exploitation sont :

La hauteur du gradin, la largeur d'enlèvement, la largeur de plate-forme de travail et la longueur des fronts de travail.

Quant aux principaux indices du système d'exploitation sont :

La vitesse d'avancement des chantiers, la vitesse d'avancement des fronts de travail, la vitesse d'approfondissement, la productivité annuelle et les taux de pertes et de dilution du minerai.

2.4.1. Détermination des paramètres du système d'exploitation

A. La hauteur du gradin

Lors de la détermination de la hauteur des gradins, il faut tenir compte les principaux facteurs tels que :

La sécurité de travail, la productivité de la carrière, la qualité des minéraux, les caractéristiques du gisement, le mode d'extraction, les moyens de production et le volume des travaux capitaux, etc.

D'après la dureté des roches, la hauteur des gradins dépend de la hauteur de creusement de l'engin d'excavation et de chargement, [11].

- Pour les roches qui ne nécessitent pas des travaux de forage et de tir :

$$H_{gr} \leq H_c^{\max}; m \dots \dots \dots (2.1).$$

- Pour les roches qui nécessitent des travaux de forage et de tir :

$$H_{gr} \leq 1.5H_c^{\max}; m \dots \dots \dots (2.2).$$

Où :

H_{gr} : hauteur du gradin.

$H_c^{\max}$: Hauteur de creusement maximum de l'engin d'extraction.

Dans les conditions de la carrière de Ain-Touta à côté des travaux de forage et de tir on a introduit, a d'extraction mécanique au moyen du Surface Miner 2500 SM pour lesquels la hauteur des gradins varie de 9 à 15m.

B. Largeur d'enleveur

Lors du choix de la largeur d'enlevure, on prend en considération :

- Les propriétés des roches;
- Le mode d'abattage des roches;
- Type et dimensions des engins de chargement;

Lors de l'exploitation des roches dures avec l'abattage à l'explosive, la largeur d'enlevure égale :

- Pour le gradin de hauteur 5m : $W = 4m$;
- Pour le gradin de hauteur 15m : $W = 12m$;

C. Largeur de la plate-forme de travail

La largeur de plate forme de travail est déterminée en fonction de :

- Propriétés physique et mécaniques des roches;
- Dimension du tas des roches abattues;
- Paramètres techniques des engins de chargement et transport;

A partir du plan de la carrière de Ain-Touta les largeurs moyennes des plates formes de travail B sont estimées comme suit :

- Niveau 950; $B = 30m$, l'abattage au moyen de travaux de forage et de tir.
- Niveau 940; $B = 50m$, l'abattage au moyen de travaux de forage et de tir.
- Niveau 925 Nord; $B = 200m$, l'abattage au moyen de travaux de forage et de tir.
- Niveau 925 Sud; $B = 350m$, l'abattage au moyen du Surface Miner 2500 SM.
- Niveau 916; $B = 250m$, l'abattage au moyen du Surface Miner 2500 SM.
- Niveau 907; $B = 300m$, l'abattage au moyen du Surface Miner 2500 SM.

2.5. Etude des processus technologiques miniers

2.5.1. Processus de forage

C'est logique d'arracher la matière qui est en masse rocheux et l'utilisée en différents domaine, pour cela, il est nécessaire de trouver le moyen d'abattage le plus favorable pour l'exploitation. Donc l'abattage des roches considéré comme l'essentiel de l'exploitation représente le premier maillon des processus technologiques de l'exploitation des gisements à ciel ouvert.

La préparation des roches à l'exploitation peut être effectuée en utilisant deux méthodes à savoir :

- L'abattage des roches à l'explosif, dans le cas des roches dures;
- L'émottage mécanique des roches (ripage), dans le cas des roches dures et très fissurées;

Les travaux de tir sont largement utilisés dans les carrières, dans ce cas, la roche est séparée du massif à l'aide d'explosif placé dans les trous réalisés pour cet effet.

La qualité de l'abattage des roches prédétermine en grande partie; le rendement des engins miniers, la sécurité de travail et d'une manière générale l'efficacité des travaux à ciel ouvert. Lors de l'extraction des roches dures, l'abattage des roches se fait par explosif qui a plusieurs inconvénients tel que :

- Difficulté de régler la fragmentation des roches jusqu'aux dimensions nécessaire;
- Prix de revient élevé de l'extraction des roches;

► Choix du mode de forage

Le choix du mode de forage dépend des propriétés physico mécaniques des roches, du diamètre de forage à réaliser et de la profondeur de forage à réaliser, [10].

On distingue les modes de forage suivants :

- Forage rotatif;
- Forage percutant;
- Forage roto percutant;
- Forage thermique;

Le choix de ces modes dépend de l'indice de forabilité qui est proposé par l'académicien Rjevski.v.v, [5] et qui se détermine par la formule :

$$Df = 0.07 * (\delta_{comp} + \delta_{dép}) + 0.7\gamma \dots\dots\dots (2.3).$$

► Choix de la sondeuse

Dans le cas de la carrière de Ain-Touta; la sondeuse utilisée pour la réalisation des travaux de forage est de type **DM25 INGERSOLL RAND** dont les caractéristiques techniques mentionnées dans le tableau.2.5.

Tableau.2.5. Caractéristiques techniques de la sondeuse DM25

Paramètres	Valeurs	Unités
Moteur	Diesel	/
Type de mécanisme de translation	Chenille	/
Diamètre du trou foré	105 ÷ 216	Mm
Vitesse de rotation	0 ÷ 85	Tour/min
Poids de la sondeuse	20	T
Angle de forage	75 ÷ 90	(°)Degré
Poussée axiale	2.2	Tf
Vitesse de déplacement	0 ÷ 4,8	Km/h
Profondeur maximale de forage	45	M
Longueur de la tige	7,60	M
Rendement théorique	18	m/h
Consommation de l'air comprimé	17	M ³ /min

Le traitement statistique des résultats expérimentaux basés généralement sur des opérations de chronométrage a permis d'évaluer le rendement de la sondeuse à 100 m/ poste .

2.5.2. Processus de tir

Les travaux de tir nécessitent à utiliser des matières chimiques destinées pour libérer leur énergie potentielle en un temps très court, qui s'accompagne du dégagement d'un important volume gazeux porté et une température très élevée; qui soumis à une pression brutale qui peut atteindre des volumes extrêmement grandes.

Chaque produits explosive; se caractérise par, sa capacité de travail, sa brisance ou vitesse de détonation, sa sensibilité à l'onde explosive, son aptitude à transmettre la détonation, sa résistance à l'humidité ou l'eau, son état physique et son mode de présentation.

► Exigences technologiques

Les dimensions maximales admissibles des blocs issus des roches explosées doivent être, [6].

*** Pour la chargeuse : $E = 8.7m^3$**

$$d \leq 0.8\sqrt[3]{E}; m \dots\dots\dots (2.4).$$

$$d \leq 0.8\sqrt[3]{8.7} = 1.64m$$

* Pour la benne du camion : $B = 35m^3$

$$d \leq 0.5\sqrt[3]{B}; m \dots\dots\dots (2.5).$$

$$d \leq 0.5\sqrt[3]{35} = 1.63m$$

* Pour l'ouverture du concasseur : $B_c = 1.5m$

$$d \leq 0.8 * B_c; m \dots\dots\dots (2.6).$$

$$d \leq 0.8 * 1.5 = 1.2m$$

* Diamètre optimal des blocs abattus :

$$Dm = 0.170\sqrt[3]{E}; m \dots\dots\dots (2.7).$$

$$Dm = 0.170\sqrt[3]{8.7} = 0.349m$$

► Caractéristiques des explosifs

Dans la carrière de Ain-Touta, les explosifs utilisés sont : MARMANIT III et ANFOMILE, les caractéristiques techniques des explosifs sont données dans le tableau.2.6.

Tableau.2.6. Caractéristiques des explosifs

Paramètres	Marmanite III	Infomile	unités
Densité	1	0.85	g/cm ³
Vitesse de détonation	4200	3000	m/s
Diamètre de la cartouche	80	Sac	Mm
Longueur de la cartouche	500	Sac	Mm
Poids	2.5	25	Kg
Essai de bloc de la plombe	360	320	cm ³ /10gr
Résistance à l'eau	Moyen	Moyen	/
Couleur	Rouge	Blanc	/

Les caractéristiques techniques du cordeau sont données dans le tableau.2.7.

Tableau.2.7. Caractéristiques techniques du cordeau

Type de cordeau	Milacord-1
Nature	Cordeau en gaine
Vitesse de détonation	6500 à 7000m/s
Résistance à la rupture	40kg/24h
Résistance à l'eau	Bonne
Diamètre de la cartouche	5,2mm
Poids de cartouche	20g
Longueur de la bobine	100 à 250m

► Les paramètres de travaux de forage et de tir de la carrière de Ain-Touta

Les paramètres de travaux de forage et de tir de la carrière de Ain-Touta et le plan de tir sont respectivement représentés par le tableau.2.8 et la Fig.2.9, [8].

Tableau.2.8. Les paramètres des travaux de forage et de tir de la carrière de Ain-Touta

Paramètres		1 ^{er} rangée			2 ^{ème} rangée			Totale
Diamètre de sondage; mm		105	105	105	105	105	105	/
Hauteur de gradin; m		12	11	10	12	11	10	/
Nombre de trous; trous		11	11	18	11	11	15	77
Maille; m×m		3*5	3*5	3*5	3*5	3*5	3*5	/
Sous forage; m		1	1	1	1	1	1	/
Profondeur		13	12	11	13	12	11	/
Volume à tirer; m ³		1980	1875	2700	1980	1875	2250	12600
Tonnage; t		4950	4537.5	6750	4950	4537.5	5625	31350
Cordeau détonant; m		154	143	216	154	143	180	990
Bourrage intermédiaire; m		1	1	1	1	1	1	/
Bourrage final; m		2.6	2.7	2.8	2.6	2.7	2.8	/
Chaque des trous	Marmanit; Kg	47.5	38.7	32.85	45.5	38.7	32.25	/
	Totale; Kg	496.65	425.7	580.5	496.65	425.7	580.5	2908.9
	Infomile; Kg	25	25	25	25	25	25	/
	Totale; Kg	275	275	450	275	275	375	1925

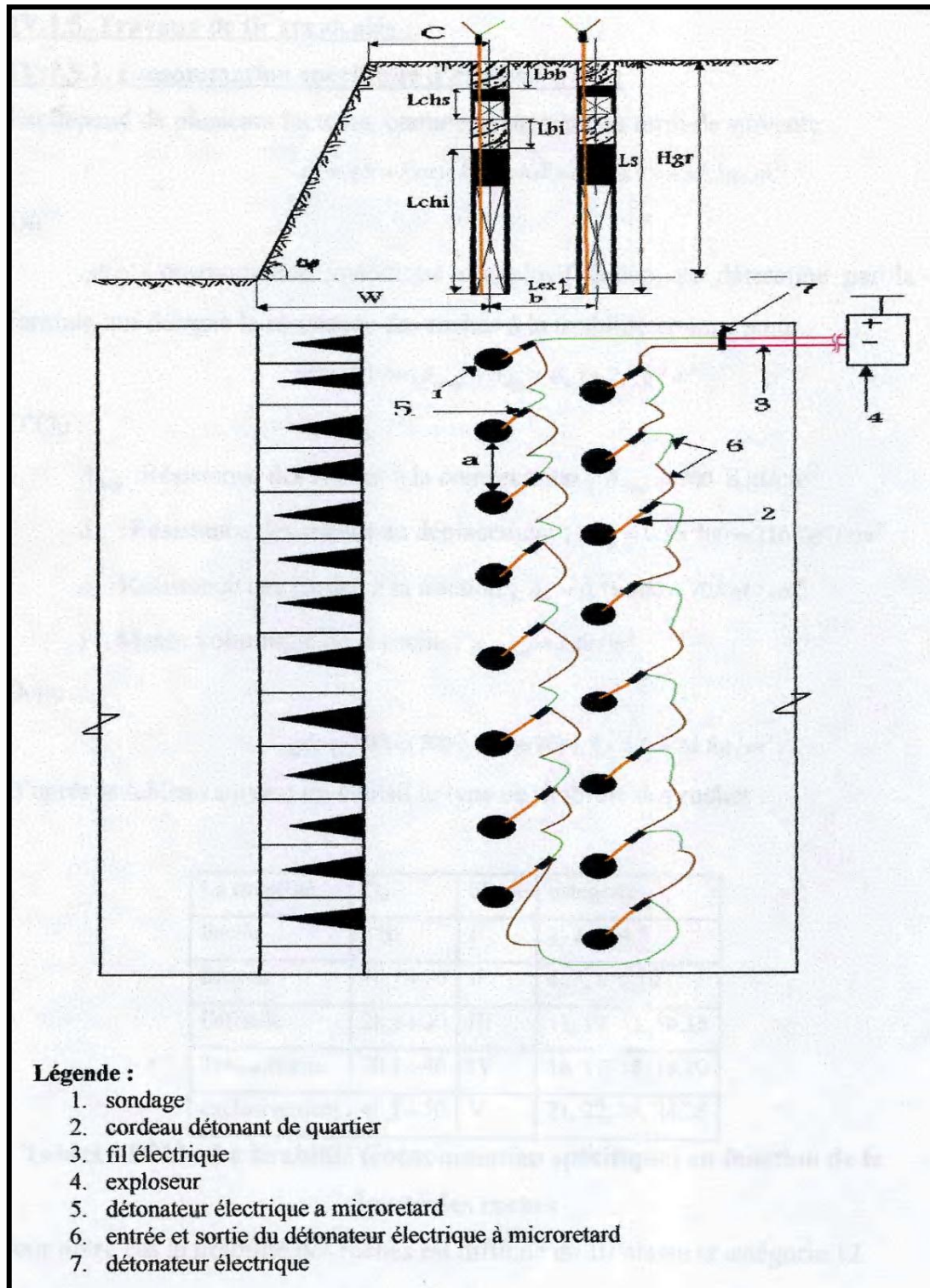


Fig.2.9. Plan de tir de la carrière de Ain-Touta

2.5.3. Processus de chargement et de transport

► Processus de chargement

Le fonctionnement de la mine à ciel ouvert est conçu et organisé au tour des engins choisis pour le chargement des matériaux. Leur choix dépend pratiquement de celui des autres matériels et leur mise en œuvre.

On retiendra de même que la hauteur des gradins est adoptée en fonction des paramètres technologiques des moyens de chargement.

Considéré comme le maillon central de la chaîne technologique d'exploitation minière à ciel ouvert, l'engin de chargement définit le niveau de production d'une carrière.

On notera la tendance des entreprises minières à accroître considérablement les capacités du matériel.

Le choix du type d'engin d'excavation et chargement se base sur les facteurs suivants :

La nature des matériaux, la méthode d'exploitation, la production envisagée et les mesures de sécurités.

L'adoption des engins de grandes capacités est conditionnée par les dimensions et les réserves du gisement qui doivent être importants.

Au niveau de la carrière de Ain-Touta, l'engin minier qui consiste au chargement de la matière est une chargeuse de type **KOMATSU WA 700-3** à châssis articulé autour d'un axe vertical situé dans la partie arrière de la chargeuse et dont les caractéristiques techniques sont montrées dans le Tableau.2.9.

Tableau.2.9. Caractéristiques techniques et géométriques de la chargeuse

N°	Caractéristiques	Valeurs	Unités
01	Marque : KOMATSU ; Modèle : WA700-3	/	/
02	Puissance du moteur (Diesel)	641	Cv
03	Capacité du godet	8.7	m ³
04	Rayon de braquage	9.2	M
05	Poids de l'engin (net)	64730	Kg
06	Vitesse de translation maxi « avant »	30	Km/h
07	Vitesse de translation maxi « arrière »	32	Km/h
08	Largeur de la chargeuse	4570	Mm
09	Longueur de la chargeuse	12100	Mm
10	Hauteur de la chargeuse	4610	Mm

Le traitement statistique des résultats expérimentaux basé généralement sur des opérations de chronométrage a permis d'évaluer le rendement de la chargeuse à $1764\text{m}^3 / \text{poste}$.

► Processus de transport

Le transport dans la carrière prédétermine dans une large mesure le mode d'ouverture du gisement, la méthode d'exploitation et le mode de la mise à terre; c'est un processus complexe du fait que dans certains cas, les dépenses représentent jusqu'à 70% du prix de revient de l'exploitation. Il dépend :

Du débit à transporter, de distance de transport et la matière à transporter.

C'est en fonction de ces éléments qu'on choisira la solution adoptée pour chaque cas particulier et qui tient compte aussi des conditions topographiques du site concerné.

Le choix des camions dépend du rendement de la machine de chargement et de la distance de transport.

Le nombre de godets que doit déverser la chargeuse dans la benne du camion se détermine par la formule, [13].

$$ng = \frac{Qc \times Kf}{Ech \times \gamma \times Kr} ; \text{godets} \dots\dots\dots (2.8)$$

Où :

Qc : Capacité de la charge du camion; tonnes.

Kf : Coefficient de foisonnement des roches dans le godet.

Ech : Capacité du godet de la chargeuse; m^3 .

γ : Poids volumique de la roche ; $\gamma = \text{t}/\text{m}^3$.

Kr : Coefficient de remplissage du godet de la chargeuse.

Dans la carrière de Ain-Touta, le type de camion adopté pour le transport de la matière du calcaire est **EUCLID HITACHI EH1000** ; ces caractéristiques techniques sont représentées dans le Tableau.2.10.

Tableau.2.10. Caractéristiques techniques et géométriques du camion

N ^o	Caractéristiques	Valeurs	Unités
01	Marque : EUCLID HITACHI EH 1000	/	/
02	Puissance du moteur (Diesel)	736	Kw
03	Poids net (à vide)	41900	Kg
04	Charge utile max	58.1	T
05	Capacité de la benne	36.6	M ³
06	Vitesse de translation maxi « avant »	70	Km/h
07	Rayon de braquage	08	M
08	Largeur du camion	4470	Mm
09	Longueur du camion :	9300	Mm
10	Hauteur du camion	4620	Mm

Le traitement statistique des résultats expérimentaux basé généralement sur des opérations de chronométrage a permis d'estimer le rendement du camion à 1560t / *poste*.

Conclusion

L'étude géologique et particulièrement la géologie structurale et l'analyse bibliographique sur l'utilisation des Surfaces Miner nous permettent de conclure que cette technologie peut être appliquée favorablement pour les conditions du gisement de Ain-Touta.

Cependant il est impératif d'expérimenter le régime de travail du Surface Miner afin d'optimiser les principaux paramètres pour obtenu les meilleurs rendements. Cette étape est primordiale pour une éventuelle comparaison des indices économiques avec ceux de la méthode d'abattage au moyen des travaux de forage et de tir.

Chapitre III

Étude du régime de fonctionnement du « Surface Miner 2500 SM » dans les conditions de la carrière de Ain-Touta

3.1. Théorie de la technologie

Introduction

Les Surfaces Miners se distinguent tous par un principe de fonctionnement sophistiqué qui permet une extraction rentable des roches. Le coeur du principe est un tambour de taille serti de pics. Pendant que le Surface Miner avance, le tambour de taille tourne en sens inverse et, couche par couche, attaque le matériau des formations rocheuses.

Grâce à l'agencement bien étudié des pics, le matériau fraisé est projeté vers le milieu du tambour de taille. De là, il est chargé par le convoyeur primaire et la bande de déversement en fonction des besoins, [18].

Le Surface Miner est entraîné par quatre trains à chenilles réglables en hauteur.

En cas de chargement direct, le matériau enlevé est transporté par le système de convoiement pivotable et réglable en hauteur pour être déversé dans des camions ou tombereaux.

En cas de chargement indirect, le matériau est déversé latéralement en tas où il pourra être mélangé ultérieurement de façon ciblée.

En déposant le matériau en cordon entre les trains de roulement, il est possible d'atteindre des rendements journaliers particulièrement élevés, associés à de faibles coûts d'exploitation.

Introduction de la technologie dans les conditions Algérienne et plus particulièrement dans les carriers :

- Ain-Touta (Batna);
- Elma-Elbiode (Tebessa).} A vu le jour en 2006.
- Djbal-Onk (Tebessa);

Cette technologie toujours en phase d'expérimentation dans les conditions de nos carrières c'est pour quoi elle nécessite une étude approfondie des processuse technologiques de la machine.

Pour le cas de la carrière de Ain-Touta, on a importé deux Surfaces Miner 2500 SM pendant l'année 2006 mois de décembre et qui sont opérationnels, chaque machine a coûté plus de 30 milliards tous frais compris.

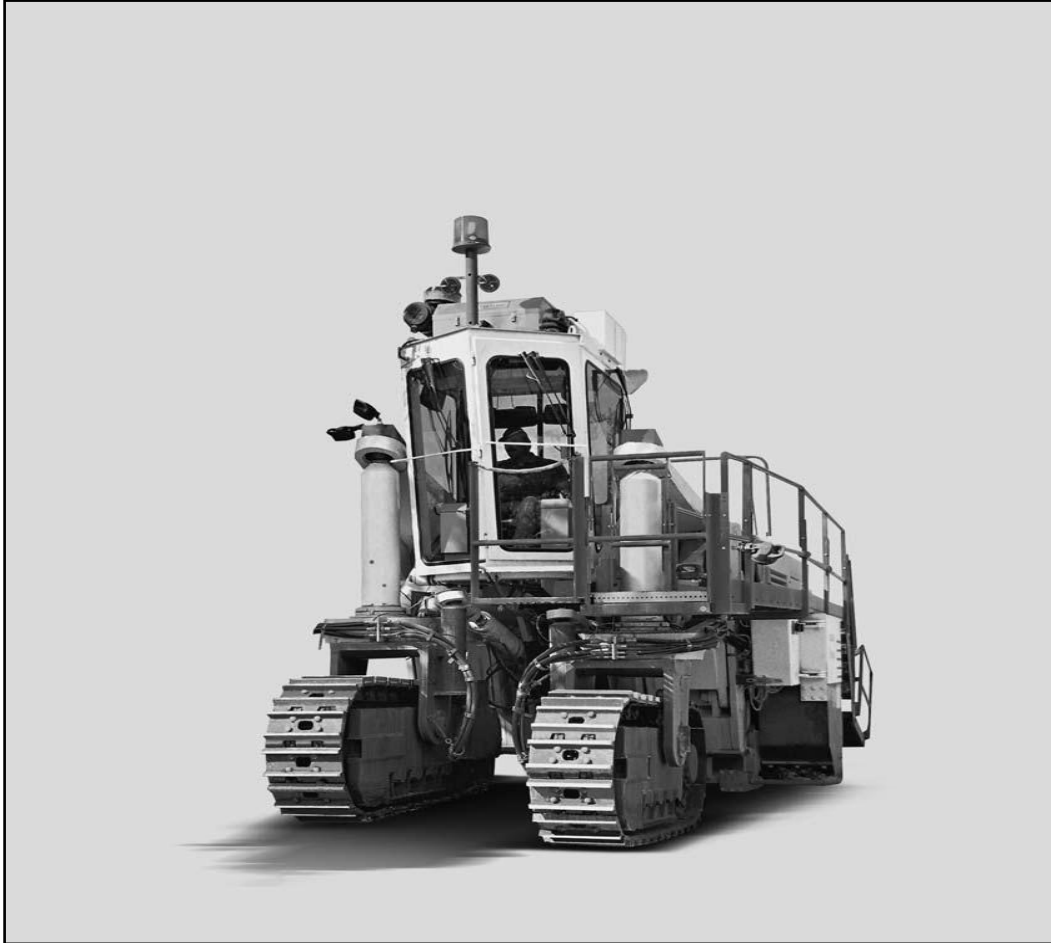


Fig.3.1. Vue d'un Surface Miner 2500 SM

3.1.1. Caractéristiques techniques et géométriques de la machine 2500 SM

Les caractéristique technique et géométrique du surface miner utilise dans les conditions de la carrière de Ain-Touta sont respectivement représentées dans le Tableau.3.1 et par la Fig.3.2, [17].

Tableau.3.1. Caractéristiques techniques de la machine 2500 SM

Surface miner 2500SM		
Caractéristiques	Valeur	Unité
Largeur de taille maximale	2500	Mm
Profondeur de taille	0-600	Mm
Tambour de taille		
Nombre d'outils	Dépend des conditions d'opération	
Diamètre du tambour avec pics	1400	Mm
Inclinaison maximale du tambour	4	()°
Moteur		
Constructeur	Commins	-----
Type	QST30	-----
Refroidissement	Eau	-----
Nombre de cylindres	12	-----
Puissance	783	KW
Nombre de tours	2100	Tr/min
Cylindrée	30500	Cm ³
Consommation plein puissance	191.5	l/h
Consommation 2/3 puissances	127.6	l/h
Avancement		
Vitesse d'opération	0-25	m/min
Vitesse d'avancement	0-3.9	Km/h
Tenue en coté théorique	20	%
Inclinaison maximale	8	%
Poids		
Charge essieu avant réservoir plein	39200	Kg
Charge essieu arrière t réservoir plein	63800	Kg
Poids propre	98000	Kg
Poids en service	100500	Kg
Poids en service, réservoir plein	103000	Kg
Chenilles		
Chenilles avant (L x l x h)	2920x400x970	Mm
Chenilles avant (L x l x h)	2920x400x970	Mm
Capacité des réservoirs		
Réservoir de carburant	2400	L
Réservoir d'huile hydraulique	500	L
Réservoir d'eau	2800	L
Système de chargement		
Largeur 1 ^{ère} bande (réception)	1400	Mm
Largeur 2 ^{ème} bande (déversement)	1400	Mm
Capacité théorique de la bande de déversement	1100	M ³ /h

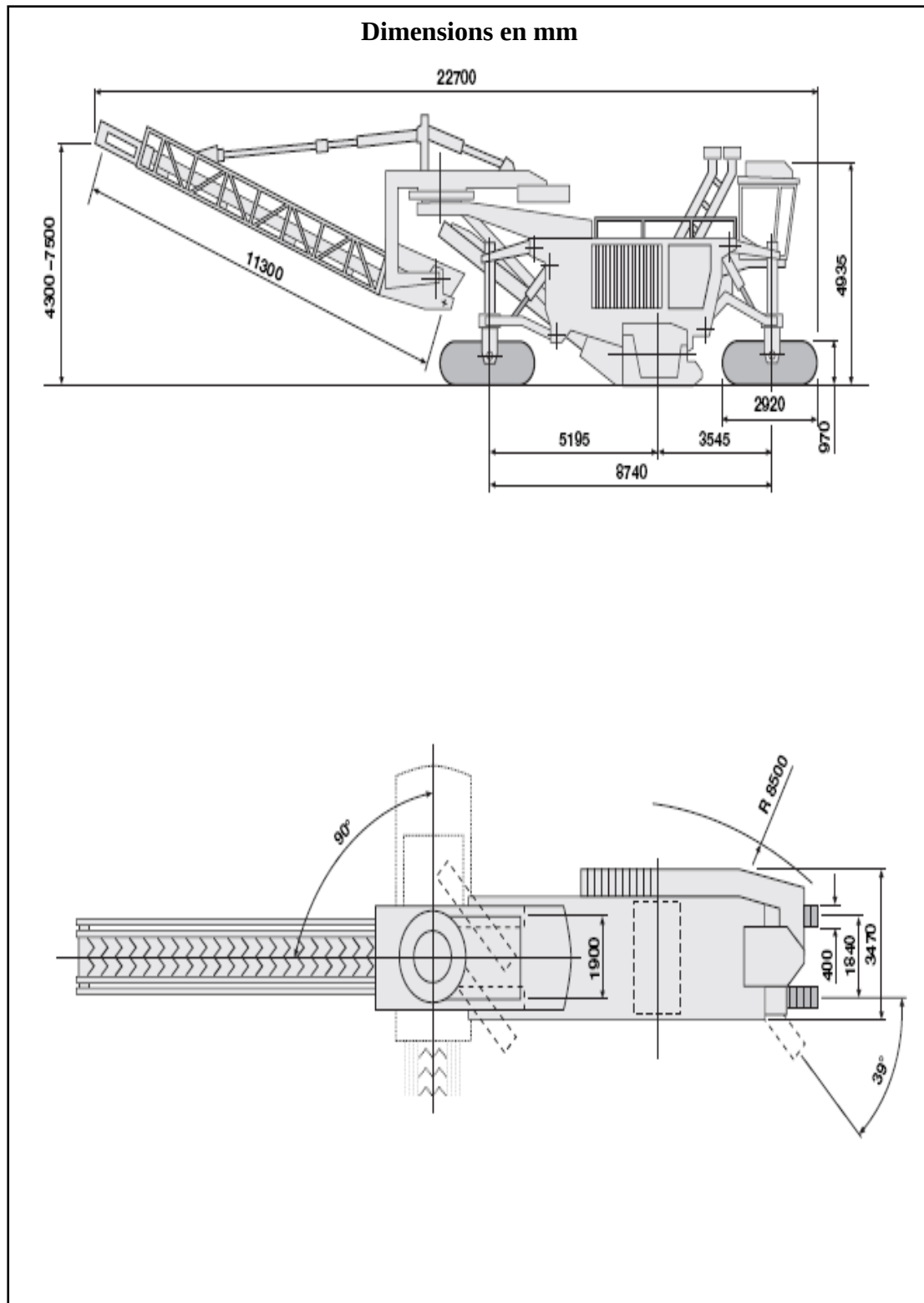


Fig.3.2. Caractéristiques géométriques de la machine 2500 SM

3.1.2. Construction et principe de fonctionnement de la machine 2500 SM

La construction et la structure du principe de fonctionnement de la machine 2500 SM sont illustrées dans les Fig.3.3 et Fig.3.4, [15].

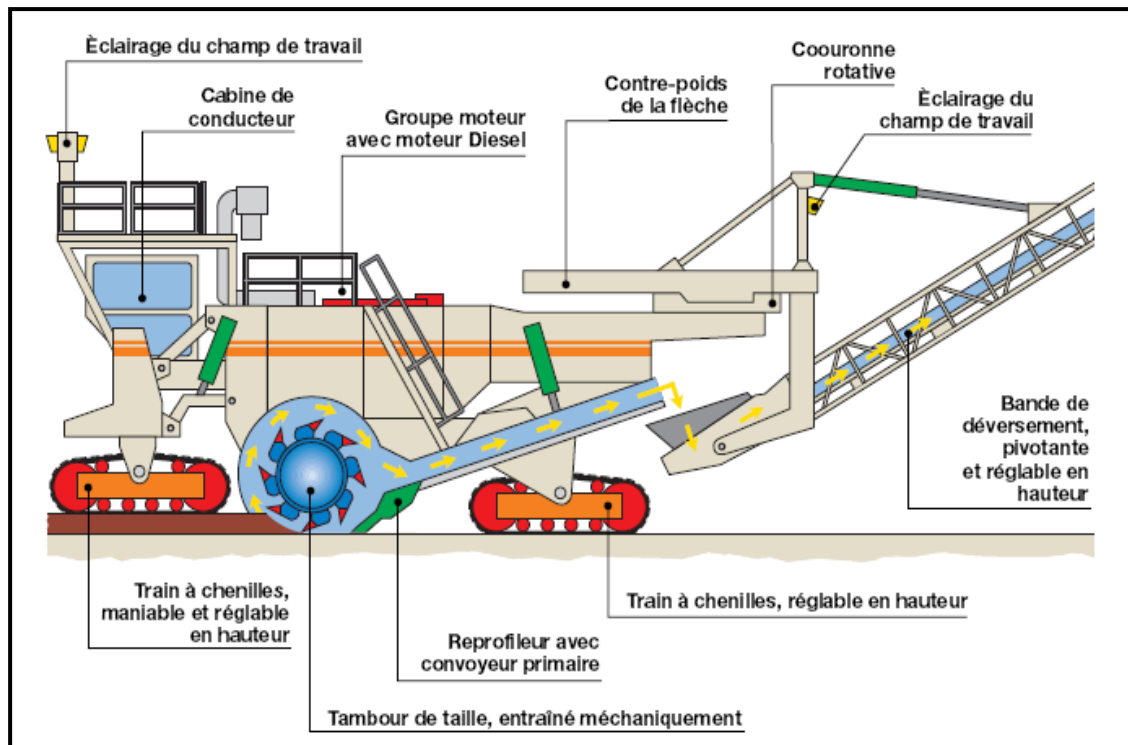


Fig.3.3. Détails de la construction principale

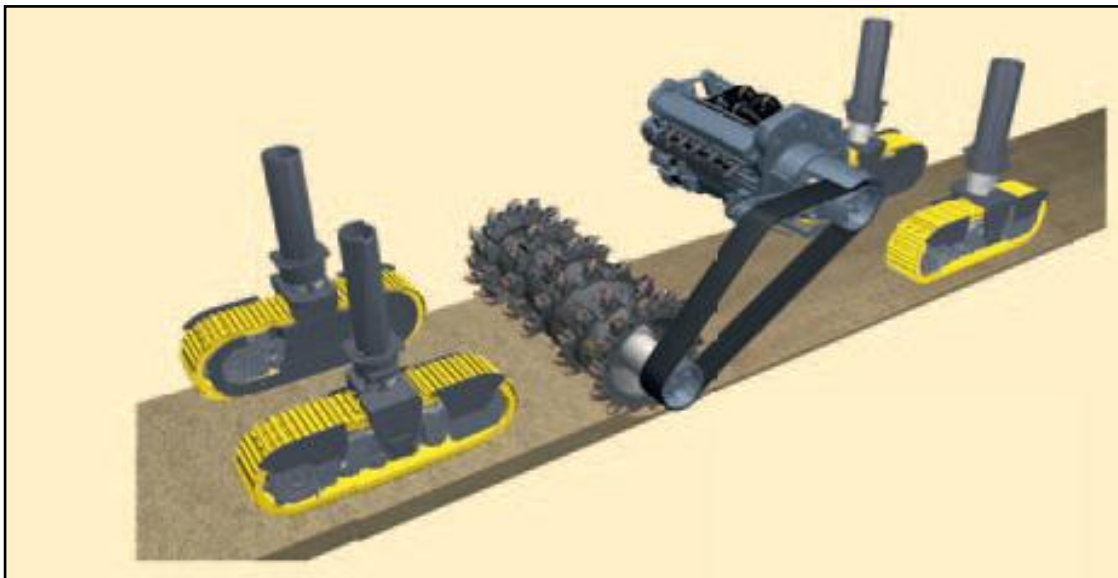


Fig.3.4. Organe de travail

Le Surface Miner sont en effet conçu pour effectuer des travaux performants et ininterrompus dans l'extraction des roches. La machine sont équipé de quatre trains à chenilles dont la vitesse peut être réglée en continu. Pendant l'avance, un tambour de taille en rotation aux pics munis de pointes en métal dur taille le matériau et le concasse en morceaux pouvant être acheminés par convoyeur. Le tambour de taille tourne dans le sens inverse de la marche. Agencés de façon hélicoïdale, les pics du tambour amènent le matériau au centre du tambour, où il est acheminé par le convoyeur primaire sur la bande de déversement.

Le Surface Miner permettant de tailler la roche, avec tambour de taille entraîné mécaniquement et dispositif de chargement en deux parties. Se composé de :

- **Châssis**

Construction soudée rigide à la flexion avec réservoirs intégrés pour carburant et eau.

- **Suspension des trains**

Les quatre trains à chenilles sont suspendus à des guidages en parallélogramme de façon oscillante. Les trains sont munis de patins de chenilles à deux nervures.

Le réglage en hauteur se fait au moyen de vérins hydrauliques. Un dispositif de réglage automatique de la profondeur de taille actionne les suspensions arrière des trains à chenilles.

Chaque train à chenilles est entraîné par l'intermédiaire d'un engrenage planétaire à moteur hydraulique. Les moteurs d'entraînement avant et arrière sont chacun alimentés par une pompe hydraulique à cylindrée variable. Il est possible de régler la vitesse du déplacement de façon continue entre zéro et la vitesse maximale aussi bien en vitesse de déplacement qu'en vitesse de travail.

- **Freins**

Frein de service par système hydrostatique fermé. Frein de stationnement multi disques actionné par ressort sur chaque train à chenilles.

● Reprofileur

Un reprofileur à actionnement hydraulique placé derrière le tambour de taille bouche le compartiment du tambour et assure une surface de taille nette.

● Tambour de taille

Le tambour de taille travaille à contresens. Sur le corps du tambour sont soudés des porte-outils qui reçoivent les outils de taille (pics). La version de l'équipement du tambour, c'est-à-dire le nombre, la disposition et le type des outils de taille, dépend de l'utilisation de l'engin et des propriétés du matériau à tailler.

● Entraînement du tambour de taille

Le tambour de taille est entraîné par l'intermédiaire d'un accouplement mécanique se trouvant sur le côté du volant du moteur Diesel, puis par des courroies de transmission, et enfin par un engrenage planétaire intégré dans le tambour de taille, Fig.3.5.

On peut adapter la vitesse de taille à l'intervention prévue en échangeant les poulies utilisées pour les courroies de transmission.



Fig.3.5. Vue du tambour de la machine 2500 SM

Le fraisage dans le sens inverse de la marche, optimal et efficace.

La Fig.3.6 représente le sens de fraisage par rapport au sens d'avancement de la machine.

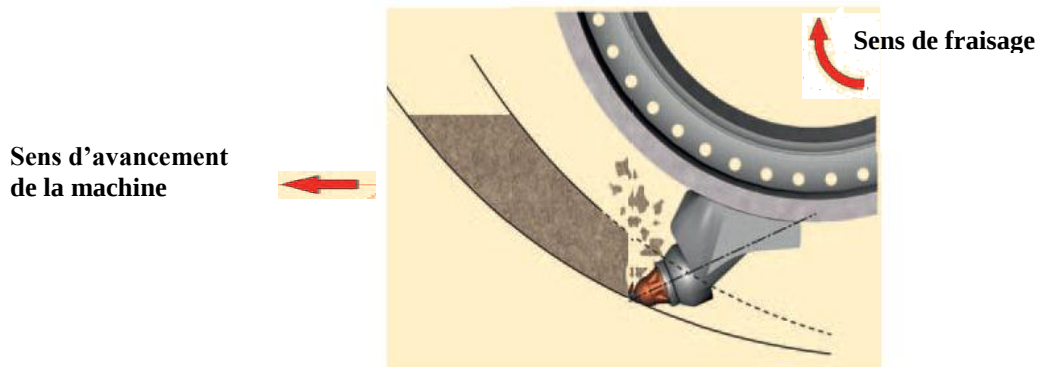


Fig.3.6. Sens de fraisage

La force de pénétration élevée à l'horizontale (jusqu'à 1,2 fois le poids total de la machine est converti en force de pénétration par le biais des trains à chenilles) permet également de tailler les roches dures.

Les pics travaillant vers le haut pendant le processus de fraisage génèrent une force verticale supplémentaire.

La résistance à la pénétration augmente pendant la taille de « 0 » à « max ».

Les faibles pics de charge ménagent tous les composants.

La dernière partie du copeau éclate librement vers le haut, ce qui réduit la force de détachement et donc l'énergie de détachement.

Il est possible de faire varier la vitesse du tambour de taille en intervertissant les galets. Avec ces possibilités de réglage de la vitesse.

Les galets de courroie sont automatiquement tendus par un vérin hydraulique. Ce système économique et ne nécessitant que peu d'entretien permet de réduire les coûts d'exploitation et de maintenance.

● Installation de pulvérisation d'eau

Cette installation de pulvérisation d'eau empêche dans une large mesure la formation de poussière durant le processus de taille et augmente la durée de vie des outils de taille par refroidissement. Les buses de pulvérisation sont facilement démontables pour permettre leur nettoyage. Des buses de pulvérisation sont également installées pour les bandes de chargement. Elles réduisent la formation de poussière durant le transport du matériau.

● Insonorisation

Pour la protection du personnel et de l'environnement, le moteur d'entraînement, le radiateur et le système hydraulique sont équipées en série d'un dispositif d'insonorisation permettant de réduire les émissions sonores.

● Cabine du conducteur

La Surface Miner dispose d'une cabine de conducteur fermée, étanche et insonorisée. Le siège du conducteur est tournant et les éléments de commande essentiels sont intégrés aux accoudoirs. La cabine est équipée en série d'une installation de climatisation et d'un chauffage. Pour le transport, on peut faire basculer la cabine de 180°.

● Dispositif de chargement

Le dispositif de chargement se compose d'une large bande transporteuse qui recueille le matériau taillé et concassé au tambour de taille, ainsi que de la bande de déversement permettant le chargement sur les véhicules de transport, Fig.3.7.

La bande de déversement est réglable en hauteur et peut pivoter des deux côtés.

La vitesse de transport est variable sans paliers.

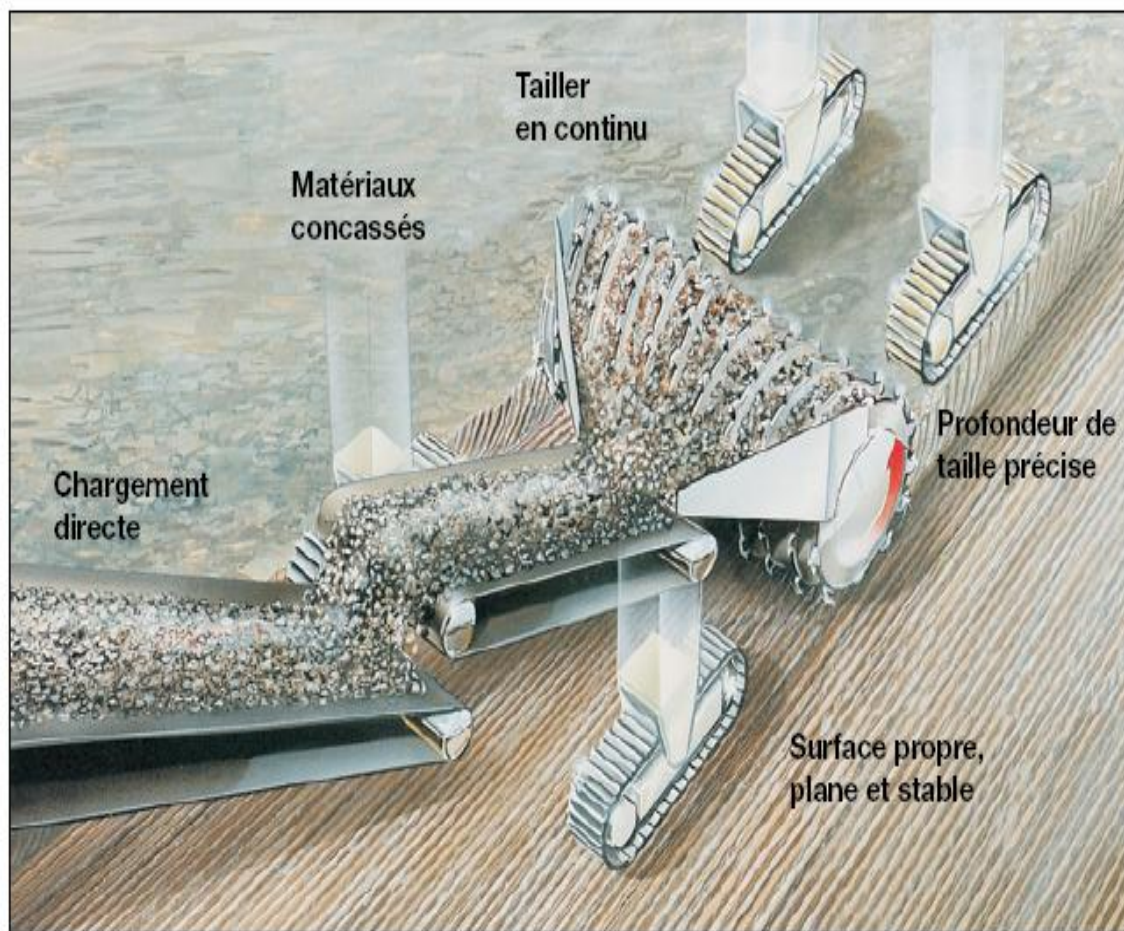


Fig.3.7. Principe et dispositif de chargement

3.1.3. Méthodes de travail (système d'exploitation)

Les principaux systèmes d'exploitation sont :

A. Méthode d'exploitation par tranches parallèles

Dans le mode d'exploitation par tranches parallèles, la Surface Miner travaille sur un panneau (plateforme) et taille le matériau de façon continue. Le processus de taille peut aussi continuer lorsque la machine effectue un virage.

Le champ d'exploitation se développe en coupant tranche par tranche en fonction de la profondeur de taille présélectionnée pour le Surface Miner. Le schéma technologique de travail de la machine 2500 SM est représenté sur la Fig3.8, [3]

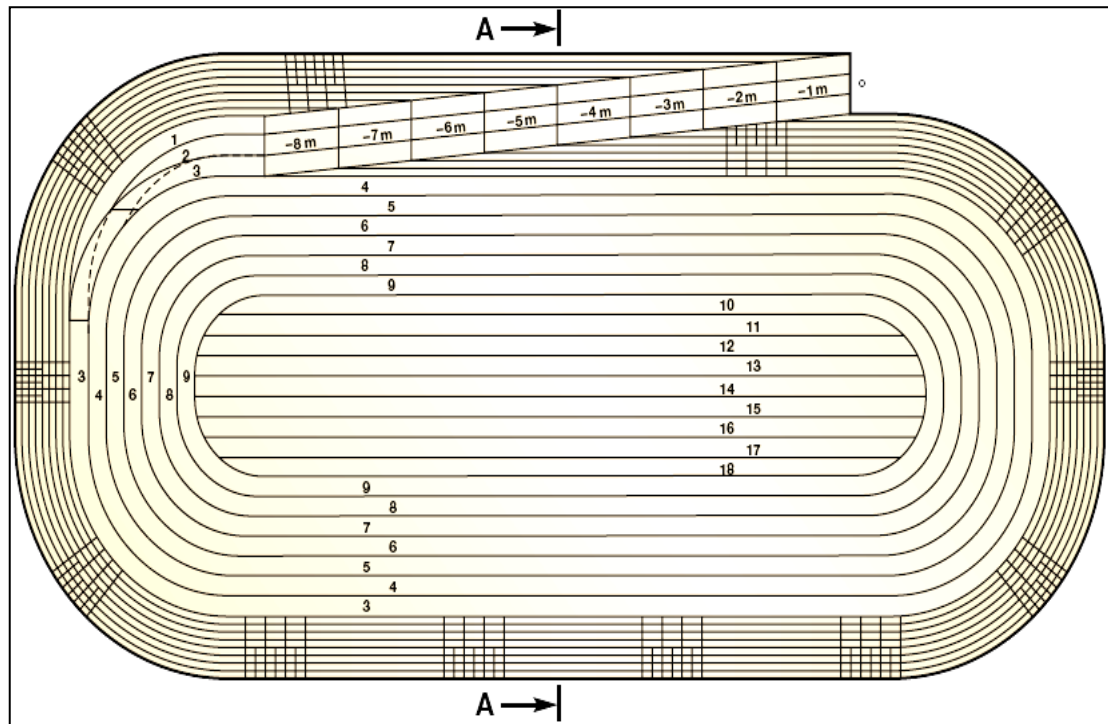


Fig.3.8. Méthode d'exploitation par tranches parallèles

B. Méthode d'exploitation en gradins avec taille de rampes

Tout en abattant le gommé jusqu'au niveau prévu, le Surface Miner taille également sa propre rampe. Après avoir achevé la taille du premier gradin, il peut entamer le prochain gradin adjacent au premier.

Étant donné que la manœuvre de la Surface Miner sur les bancs étroits est difficile et prend du temps, on peut recommander deux modes de travail au choix :

- a. Faire tourner la machine sur une aire appropriée à l'extérieur de la rampe (cette aire pourra être coupée plus tard avec le banc au moyen du Surface Miner).
- b. Faire reculer la machine à la fin d'une taille et repositionner le Surface Miner pour la taille adjacente.

La méthode d'exploitation avec taille de rampe est montrée sur la Fig.3.9, [3].

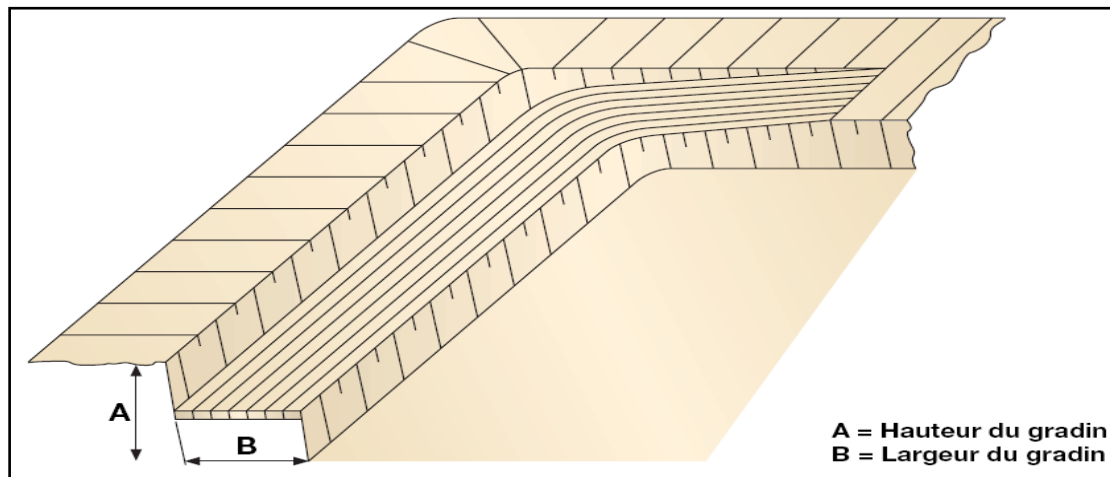


Fig.3.9. Méthode d'exploitation en gradins avec taille de rampes

• Rampes

Les rampes typiques ont une pente de 10 à 12 % afin de permettre aux camions chargés de les remonter. Le Surface Miner est capable de tailler ses propres rampes. Ces rampes peuvent être réalisées soit au début du passage soit à la fin. Dans l'excavation suivant nous vous présentons la réalisation d'une rampe à la fin d'un passage. Lors de la réalisation de la rampe au début d'un passage le processus se fait à l'envers, parce que dans cette situation la profondeur de taille doit être augmentée de 0 jusqu'à la profondeur de taille, Fig.3.10, [3].

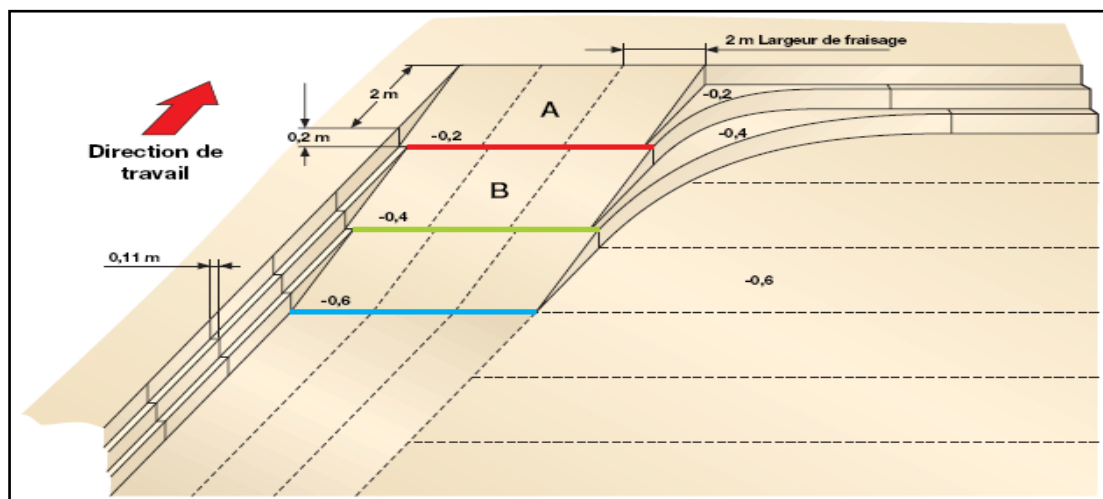


Fig.3.10. Un exemple comment on peut tailler une rampe (direction de travail vers le haut)

1. Le Surface Miner commence en taillant la tranche la plus haute. Dès que la Surface Miner atteint la ligne rouge. Il diminue progressivement la profondeur de taille en l'espace de deux mètres (zone **A**). Il taille ainsi moins de matériau. De cette manière nous obtenons une rampe avec une pente de 10 %.

2. Lorsque le Surface Miner effectue la deuxième taille, il démarrera en creusant à une profondeur plus faible dès qu'il atteint la ligne verte de la (zone **B**), et sortira lentement de la taille jusqu'à la ligne rouge où la profondeur de taille atteint zéro. À la ligne rouge, le tambour de taille ne devrait pouvoir enlever aucun matériau car il devrait être au-dessus de la surface de taille.

Ce processus se répétera jusqu'à obtenir la rampe de longueur finale souhaitée.

En fonction de la longueur et de la largeur de la taille à ciel ouvert, le Surface Miner peut faire demi-tour à la fin de chaque voie de taille, ou reculer pour commencer la taille suivante du même côté du panneau que la taille précédente.

C. Taille en une coupure

En fonction de la longueur et la largeur de la tranchée ouverte, le mineur de Surface peut être soit tourné à la fin de chaque chemin de découpe ou poussés vers l'arrière pour commencer la prochaine coupe du même côté de la région comme la précédente, Fig.3.11, [3].

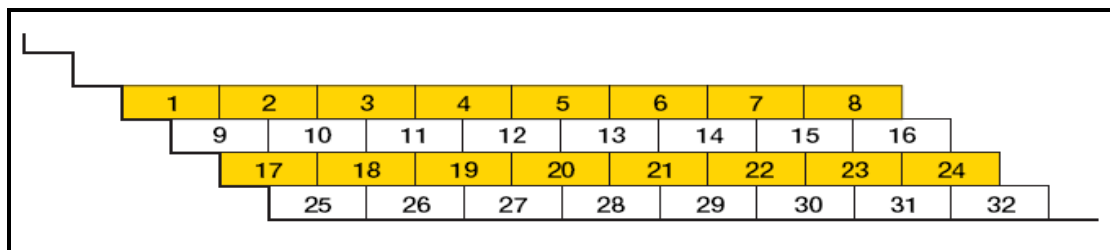


Fig.3.11. Séquence de taille d'un Surface Miner

D. Taille de grands talus en pente raide

Le Surface Miner peut élaborer des grands talus en pente raide.

En général, le Surface Miner atteint un angle d'inclinaison de 60° en travail normal, Fig.3.12, [3].

Sous certaines conditions, on a obtenu des angles encore plus grands.



Fig.3.12. Taille de grands talus en pente raide

3.1.4. Chargement des matériaux abattus

On distingue deux modes de Chargement des matériaux abattus chargement direct et indirect :

A. Chargement direct (Chargement sur le camion)

Une des caractéristiques principales du Surface Miner est sa capacité de charger le matériau abattu directement sur camions.

Le modèle tel que le 2500 SM, est de chargeur vers l'arrière dont la bande de déversement se trouve à l'arrière de la machine. La bande peut être pivotée vers la droite et vers la gauche et l'hauteur de déversement est variable. Le poids de la bande est compensé par un contrepoids. Pour tailler des gradins raides en sécurité, on peut soulever le contrepoids,

pour conserver la stabilité de la machine. L'opérateur du Surface Miner a une vue directe sur le camion en faisant pivoter son siège vers la droite ou vers la gauche, Fig.3.13, [3].



Fig.3.13. Chargement direct (Chargement sur le camion)

B. Chargement indirect (Déversement latéral)

Le déversement latéral du matériau signifie qu'on forme un tas en rejetant le matériau provenant de différentes tailles sur un même tas, au moyen du convoyeur. Suivant l'angle de pivotement du convoyeur, on peut déverser de 3 à 5 tailles adjacentes les unes sur les autres. Grâce à la hauteur du tas ainsi formé, on peut facilement charger de nouveau le matériau à l'aide d'une chargeuse, Fig.3.14, [3].



Fig.3.14. Chargement indirect (Déversement latéral)

3.1.5. Facteurs géométriques (Longueur de champ de travail)

La productivité d'une Surface Miner dépend de la longueur du champ de travail disponible. Des tailles plus longues augmenteront la productivité vu qu'on passe moins de temps à manœuvrer d'une taille à l'autre. La vitesse de déplacement (et par conséquent le temps de déplacement pour une longueur de taille donnée) dépend d'un certain nombre de facteurs :

- Profondeur de taille;
- Dureté et structure du matériau;
- Puissance du moteur installé;

Le graphe représenté à la Fig.3.15, [4] ne donne donc que la relation générale existant entre la production effective et la longueur du panneau de taille.

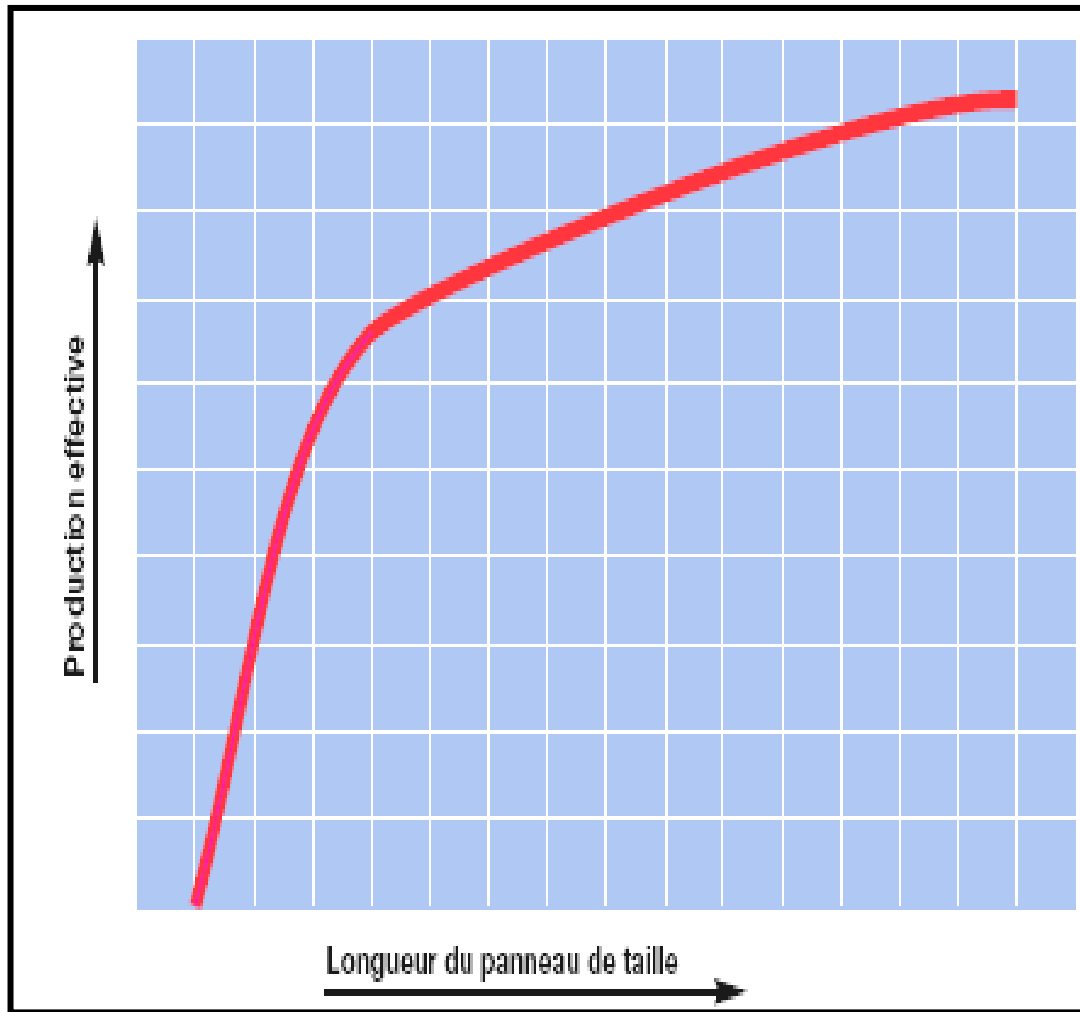


Fig.3.15. Longueur du panneau de taille par rapport à la production effective

Ce graphique montre que, comme la longueur de coupe sur le terrain augmente la production effective augmente rapidement dans une certaine mesure, après qu'elle augmente lentement.

Dans les applications de caractère général, la longueur minimale appropriée du panneau de taille devrait être de l'ordre de:

- 100 m (matériau dur, vitesse d'avancement basse);
- 300 m (matériau tendre, vitesse d'avance élevée);

3.1.6. Diagramme de production (rendement de taille) de 2500 SM

Le fabricant propose un diagramme de variation de la production de la machine en fonction de la dureté de la roche, Fig.3.16, [4].

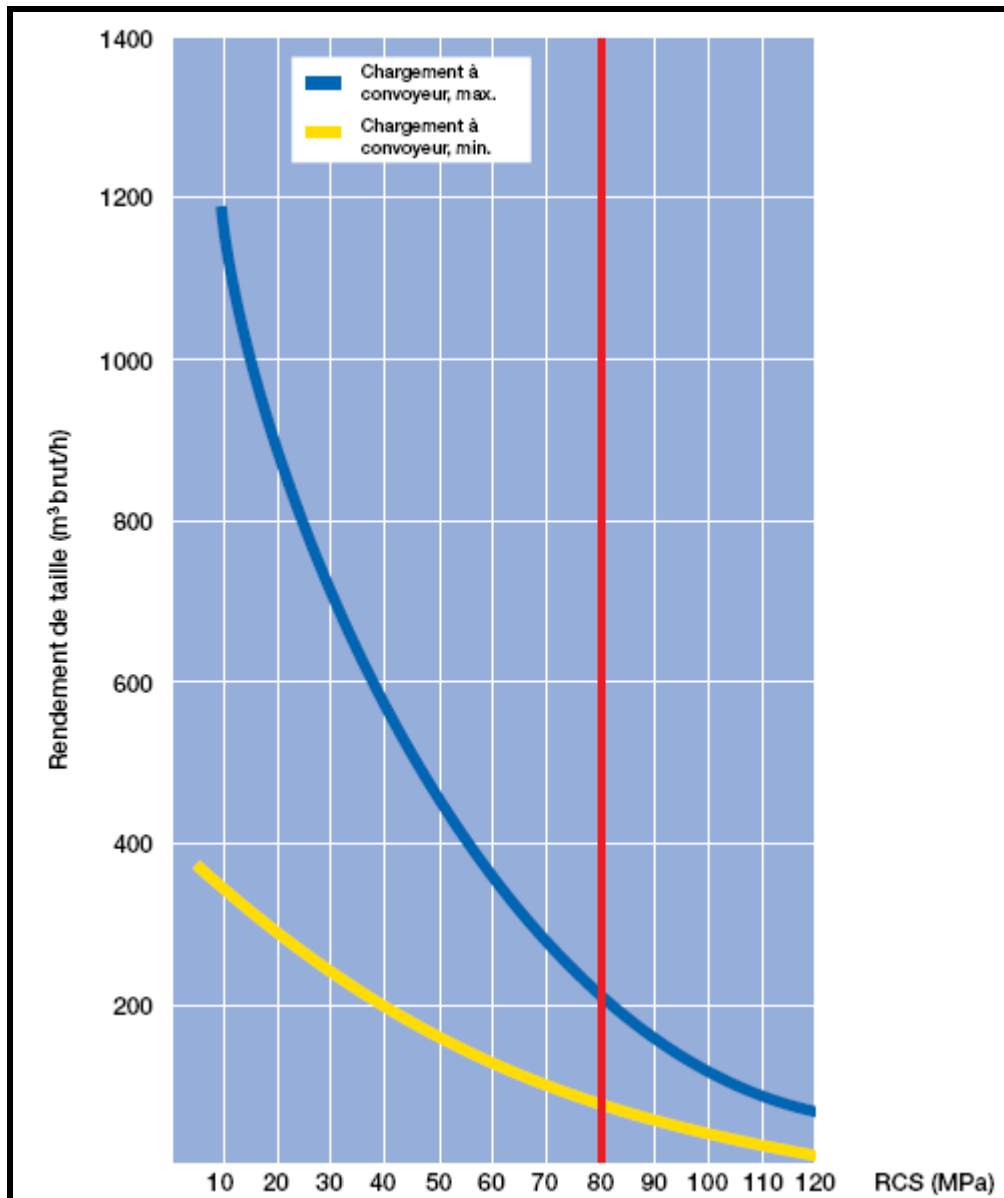


Fig.3.16. Diagramme de production (rendement de taille) de la machine 2500 SM

Les chiffres indiqués dans le diagramme de production sont basés sur un rendement en terme de taille ne tenant pas compte des temps d'arrêt nécessaires pour manœuvrer la machine, etc. Ils sont basés sur un fonctionnement à pleine puissance.

On a pris en considération des tambours présentant un espacement d'outils de 35 à 50 mm pour les matériaux d'une résistance à la compression simple (RCS) de 25 à 80 MPa

Les matériaux d'une $RCS > 80$ MPa ne peuvent être taillés que sous certaines conditions (matériau à crevasses).

Pour les matériaux d'une $RCS < 25$ MPa, on a pris en considération des tambours de taille présentant un espacement d'outils de 90 mm.

La courbe maximale représente une mise en œuvre dans des conditions idéales.

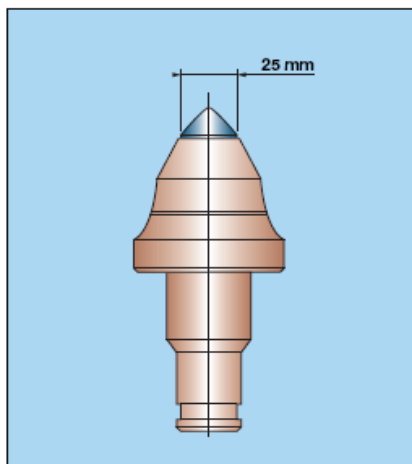
Les hypothèses en sont: roche désagrégée, horizontalement stratifiée ou présentant de nombreuses crevasses (fissure dans différentes directions et espacées de 5 cm au plus).

La courbe minimale représente un rendement de taille dans la roche massive ou sur des fronts de taille avec peu des roches dure et monolithique.

3.1.7. Type des pics du tambour de la machine 2500 SM

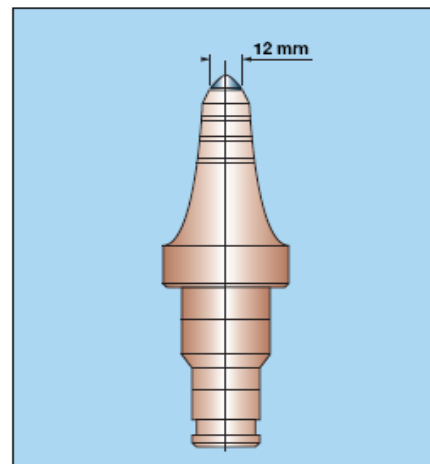
On distingue deux types des pics en fonction de la dureté de la roche, Fig.3.17, [3].

- Pics larges : pour tailler les roches de dureté importante;
- Pics étroit : pour tailler les roches de moindre dureté;



Caractéristique :

- Longue vie utile;
- Faible pénétration;
- Faible rendement de taille;
- Fragmentation fine;



Caractéristique :

- Courte vie utile;
- Bonne pénétration;
- Haut rendement de taille;
- Fragmentation grossière;

Fig.3.17. Type des pics du tambour de la machine 2500 SM

3.1.8. Transport de la machine 2500 SM

Pendant son transport le Surface Miner peut être démonté en deux parties :

La première partie comprend le cadre, la cabine de l'opérateur, et centrale électrique, le châssis, le convoyeur primaire et les chenilles, Fig.3.18, [3].

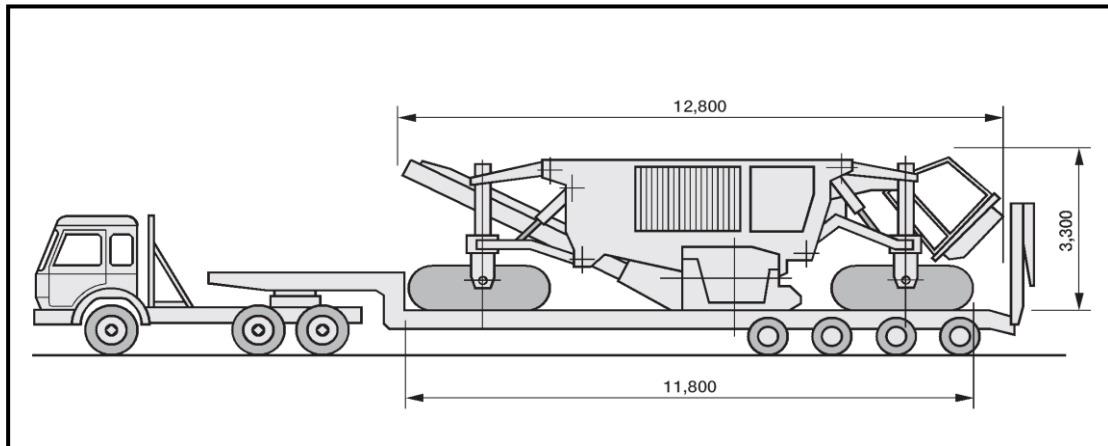


Fig.3.18. Transport de la 1^{ère} partie de la machine 2500 SM

La deuxième partie comprend les courroies de suspension, le tourne-disque et le convoyeur de déchargement plus une caisse supplémentaire contenant différentes parties restantes, Fig.3.19, [3].

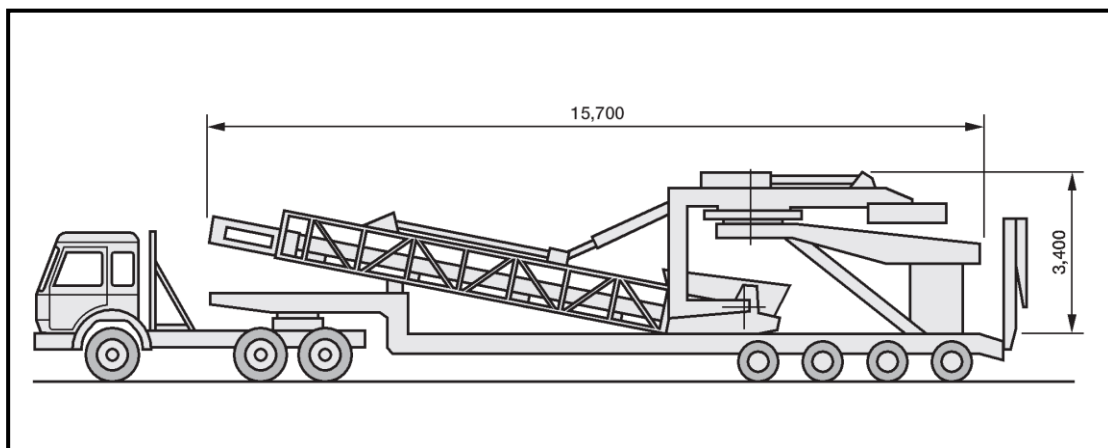


Fig.3.19. Transport de la 2^{ème} partie de la machine 2500 SM

3.2. Partie expérimentale

3.2.1. Influence de la profondeur de la taille sur la vitesse d'opération

Notre machine étant dotée deux trois vitesses de rotation du tambour, nos essais seront effectués pour différentes duretés du calcaire et avec différentes vitesses de rotation et différentes profondeurs de taille dans le but d'évaluer le rendement de la machine qui s'exprime par la formule :

$$Q = va * e * l; m^3 / mn (3.1).$$

Où :

va : La vitesse d'opération de la machine; m/mn

e : La profondeur de taille; m

l : Largeur du tambour de taille; mm

A. Pour une vitesse de rotation $n_r = 2100$ tr/mn

Les résultats des mesures expérimentales de la vitesse d'opération sur les différents niveaux d'exploitation pour différentes duretés sont représentés dans le Tableau.3.2.

La vitesse d'opération est déterminée par la formule suivante :

$$va = d / t; m / mn (3.2).$$

Où :

d : La distance de parcours de la machine; m

t : Durée de parcours; mn

Tableau.3.2. Influence de la profondeur de la taille sur la vitesse d'opération pour
 $n_r = 2100 \text{ tr/mn}$

N°	f	$n_r(\text{tr} / \text{min})$	$d_{(m)}$	$e_{(m)}$	$t_{(\text{min})}$	$va_{(m / \text{min})}$	$va * e$
NIVEAU 907							
01	8	2100	110	0.15	14.23	7.64	1.146
02	8	2100	110	0.20	18.14	6.03	1.206
03	8	2100	110	0.25	24.17	4.52	1.130
04	8	2100	110	0.30	26	4.23	1.269
05	8	2100	110	0.35	27.03	4.06	1.421
06	8	2100	110	0.40	33.07	3.32	1.328
NIVEAU 916							
01	7	2100	110	0.15	13.36	8.08	1.212
02	7	2100	110	0.20	17.56	6.13	1.226
03	7	2100	110	0.25	22.22	4.92	1.230
04	7	2100	110	0.30	24.09	4.55	1.365
05	7	2100	110	0.35	25.33	4.30	1.505
06	7	2100	110	0.40	30.13	3.64	1.456
NIVEAU 925							
01	6	2100	110	0.15	10.24	10.57	1.585
02	6	2100	110	0.20	14.57	7.36	1.472
03	6	2100	110	0.25	18.03	6.09	1.522
04	6	2100	110	0.30	20.27	5.38	1.614
05	6	2100	110	0.35	22.12	4.95	1.732
06	6	2100	110	0.40	26.45	4.11	1.644

L'interprétation graphique des résultats du tableau pour les différentes duretés est donnée par les Fig.3.20, Fig.3.21 et Fig.3.22.

Table des résultats calculés

$e(m)$	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
$Va(m/min)$	7.64	6.03	4.52	4.23	4.06	3.32

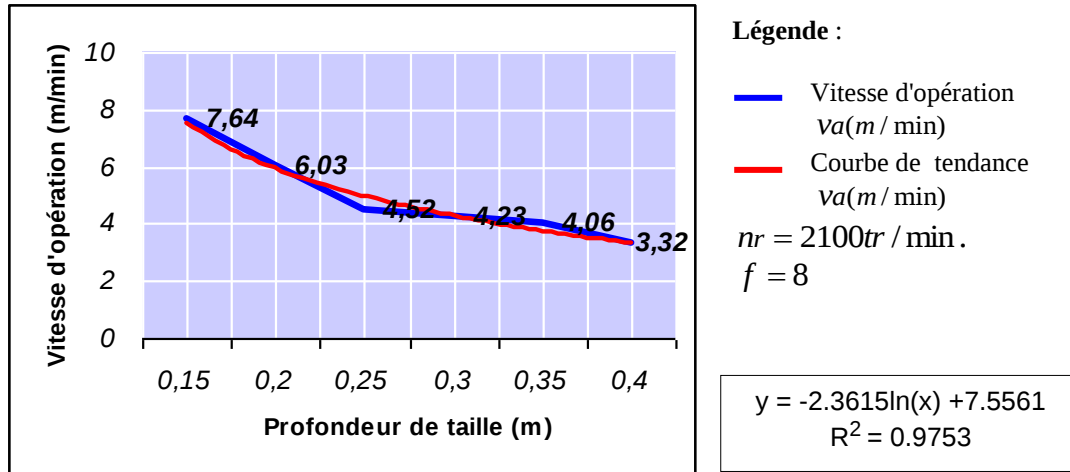
Fig.3.20. Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour
 $f = 8$

Table des résultats calculés

$e(m)$	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
$Va(m/min)$	8.08	6.13	4.92	4.55	4.30	3.64

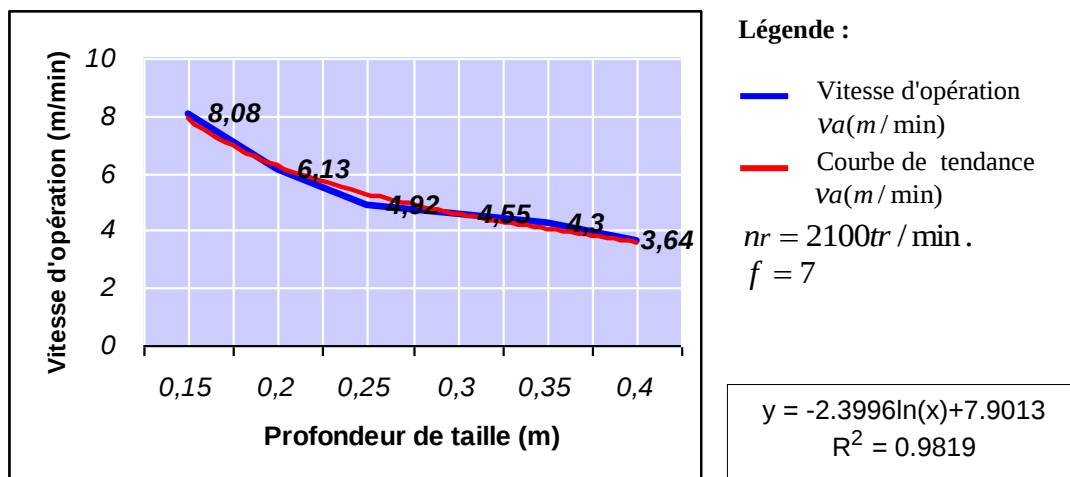
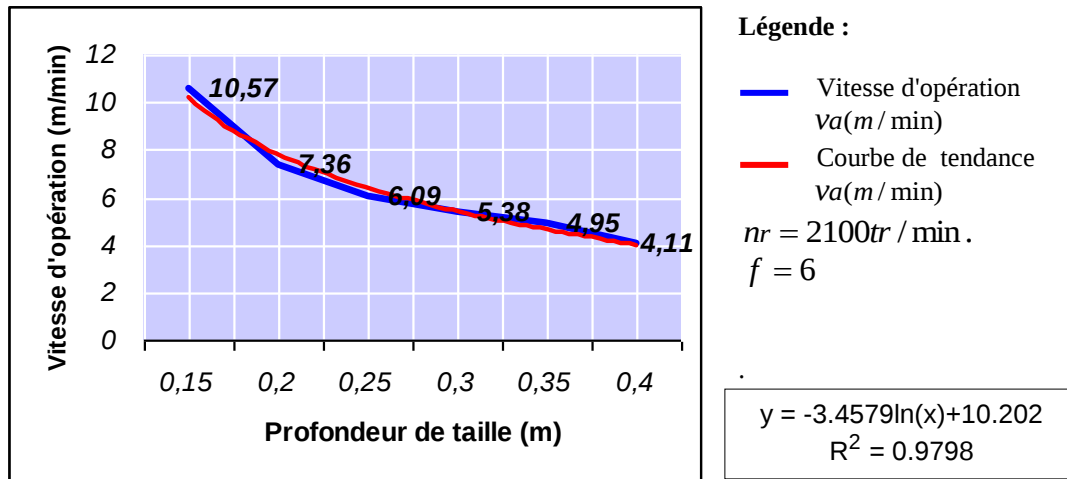
Fig.3.21. Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour
 $f = 7$

Table des résultats calculés

$e(m)$	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
$Va(m/min)$	10.57	7.36	6.09	5.38	4.95	4.11

Fig.3.22. Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour
 $f = 6$

Remarque

L'analyse des courbes obtenues nous montre que la vitesse d'opération diminue avec l'augmentation de la profondeur de la taille et cela pour les différentes duretés du calcaire pour la même vitesse de rotation du tambour. Ceci s'explique par l'augmentation de la résistance opposée par le massif à l'avancement de la machine.

Pour une dureté qui varie de 6 à 8 dans les conditions de la carrière de Ain-Touta, l'approfondissement optimal $e = 0.35 \text{ m}$ pour une vitesse de rotation $n_r = 2100 \text{ tr/mn}$.

B. Pour une vitesse de rotation $n_r = 1200 \text{ tr/mn}$

Les résultats des mesures expérimentales de la vitesse d'opération sur les différents niveaux d'exploitation pour différentes duretés sont représentés dans le tableau.3.3.

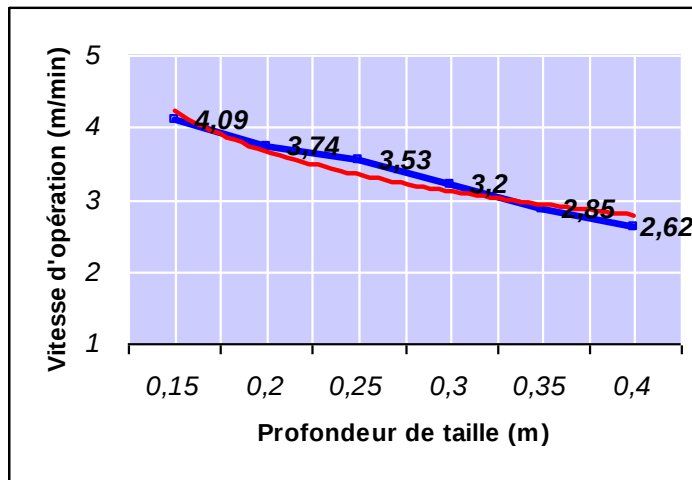
Tableau.3.3. Influence de la profondeur de la taille sur la vitesse d'opération Pour
 $n_r = 1200$ tr/mn

N°	f	$nr_{(tou / min)}$	$d_{(m)}$	$e_{(m)}$	$t_{(min)}$	$va_{(m / min)}$	$va * e$
NIVEAU 907							
01	8	1200	110	0.15	26.51	4.09	0.613
02	8	1200	110	0.20	29.22	3.74	0.748
03	8	1200	110	0.25	31.09	3.53	0.882
04	8	1200	110	0.30	34.17	3.20	0.960
05	8	1200	110	0.35	38.32	2.85	0.997
06	8	1200	110	0.40	41.57	2.62	1.048
NIVEAU 916							
01	7	1200	110	0.15	25.43	4.27	0.640
02	7	1200	110	0.20	28.17	3.88	0.776
03	7	1200	110	0.25	31	3.54	0.885
04	7	1200	110	0.30	33.11	3.31	0.993
05	7	1200	110	0.35	38	2.89	1.011
06	7	1200	110	0.40	39.06	2.81	1.124
NIVEAU 925							
01	6	1200	110	0.15	21.14	5.18	0.777
02	6	1200	110	0.20	24.37	4.46	0.892
03	6	1200	110	0.25	27.56	3.93	0.982
04	6	1200	110	0.30	31.04	3.54	1.062
05	6	1200	110	0.35	33.21	3.29	1.151
06	6	1200	110	0.40	35	3.14	1.256

L'interprétation graphique des résultats du tableau pour les différentes duretés est donnée par les Fig.3.23, Fig.3.24 et Fig.3.25.

Table des résultats calculés

$e(m)$	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
$Va(m/min)$	4.09	3.74	3.53	3.20	2.85	2.62



Légende :

— Vitesse d'opération

 $Va(m/min)$

— Courbe de tendance

 $Va(m/min)$ $nr = 1200tr/min.$ $f = 8$

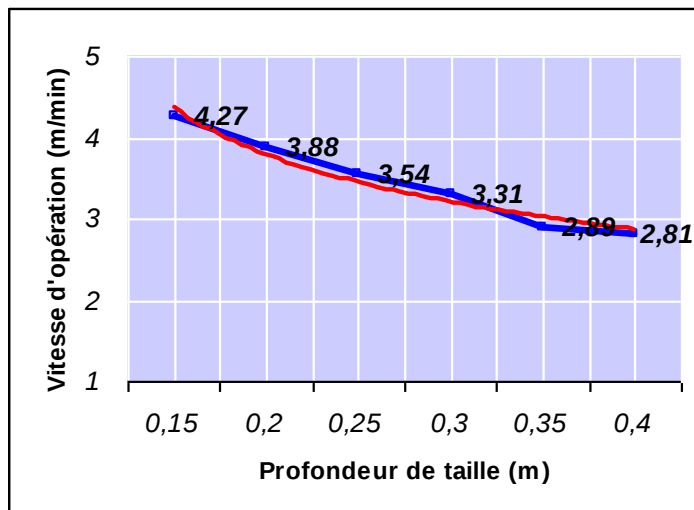
$$y = -0.8088\ln(x) + 4.2253$$

$$R^2 = 0.9347$$

Fig.3.23. Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour
 $f = 8$

Table des résultats calculés

$e(m)$	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
$Va(m/min)$	4.27	3.88	3.54	3.31	2.89	2.81



Légende :

— Vitesse d'opération

 $Va(m/min)$

— Courbe de tendance

 $Va(m/min)$ $nr = 1200tr/min.$ $f = 7$

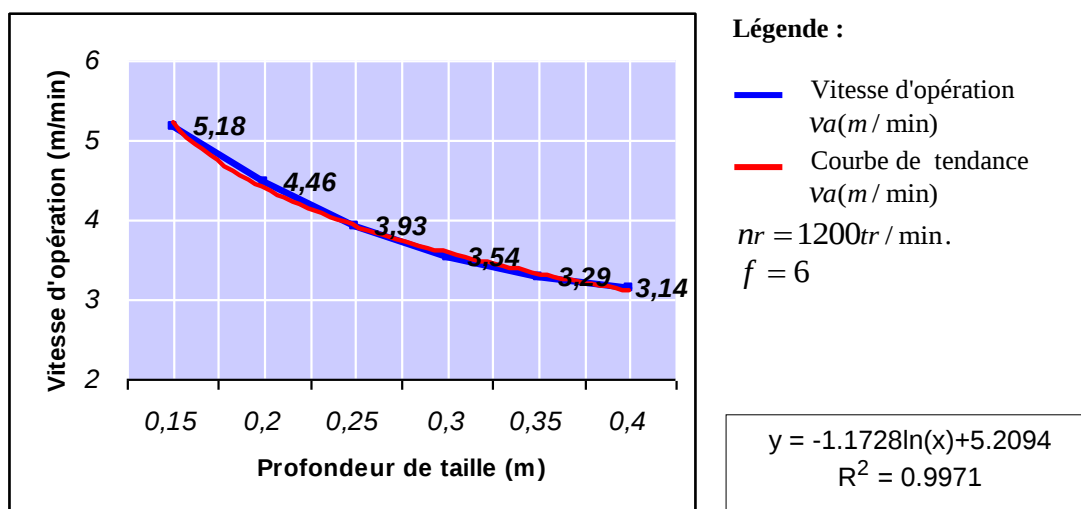
$$y = -0.8404\ln(x) + 4.3716$$

$$R^2 = 0.9643$$

Fig.3.24. Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour
 $f = 7$

Table des résultats calculés

$e(m)$	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
$Va(m/min)$	5.18	4.46	3.93	3.54	3.29	3.14

Fig.3.25. Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour
 $f = 6$

Remarque

L'analyse des courbes obtenues nous montre toujours que la vitesse d'opération diminue avec l'augmentation de la profondeur de la taille et cela pour les différentes duretés du calcaire pour la même vitesse de rotation du tambour.

La profondeur de taille optimale augmente avec la diminution de la vitesse de rotation $n_r = 1200tr/min$ et constitue $e = 0.4m$.

C. Pour une vitesse de rotation $n_r = 800 tr/mn$

Les résultats des mesures expérimentales de la vitesse d'opération sur les différents niveaux d'exploitation pour différentes duretés sont représentés dans le tableau.3.4.

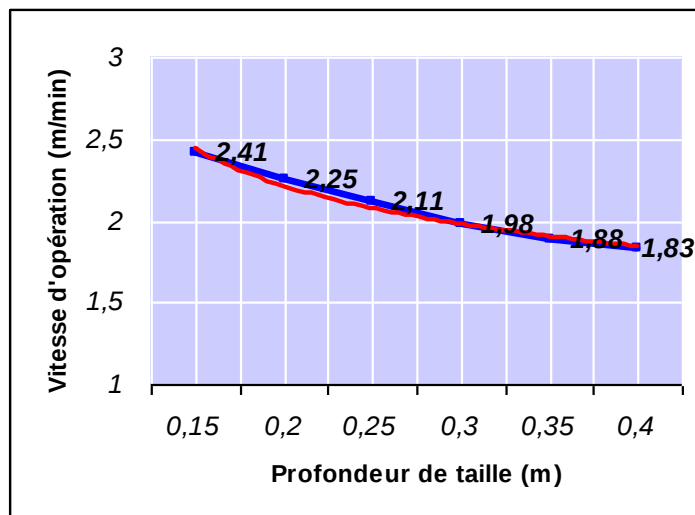
Tableau.3.4. Influence de la profondeur de la taille sur la vitesse d'opération Pour
 $n_r = 800 \text{ tr/mn}$

N°	f	$nr_{(tou / \text{min})}$	$d_{(m)}$	$e_{(m)}$	$t_{(\text{min})}$	$va_{(m / \text{min})}$	$va * e$
NIVEAU 907							
01	8	800	110	0.15	45.32	2.41	0.361
02	8	800	110	0.20	48.51	2.25	0.450
03	8	800	110	0.25	52.03	2.11	0.520
04	8	800	110	0.30	55.23	1.98	0.594
05	8	800	110	0.35	58.15	1.88	0.658
06	8	800	110	0.40	60	1.83	0.732
NIVEAU 916							
01	7	800	110	0.15	43	2.55	0.382
02	7	800	110	0.20	44.25	2.47	0.494
03	7	800	110	0.25	47.11	2.33	0.582
04	7	800	110	0.30	50.44	2.16	0.648
05	7	800	110	0.35	54.58	2.00	0.700
06	7	800	110	0.40	58.29	1.88	0.750
NIVEAU 925							
01	6	800	110	0.15	38.11	2.88	0.432
02	6	800	110	0.20	40.02	2.74	0.548
03	6	800	110	0.25	43.51	2.50	0.625
04	6	800	110	0.30	46.23	2.37	0.711
05	6	800	110	0.35	52.39	2.06	0.721
06	6	800	110	0.40	56	1.96	0.784

L'interprétation graphique des résultats du tableau pour les différentes duretés est donnée par les Fig.3.26, Fig.3.27 et Fig.3.28.

Table des résultats calculés

$e(m)$	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
$Va(m/min)$	2.41	2.25	2.11	1.98	1.88	1.83



Légende :

— Vitesse d'opération
 $Va(m/min)$
 — Courbe de tendance
 $Va(m/min)$
 $nr = 800tr/min.$
 $f = 8$

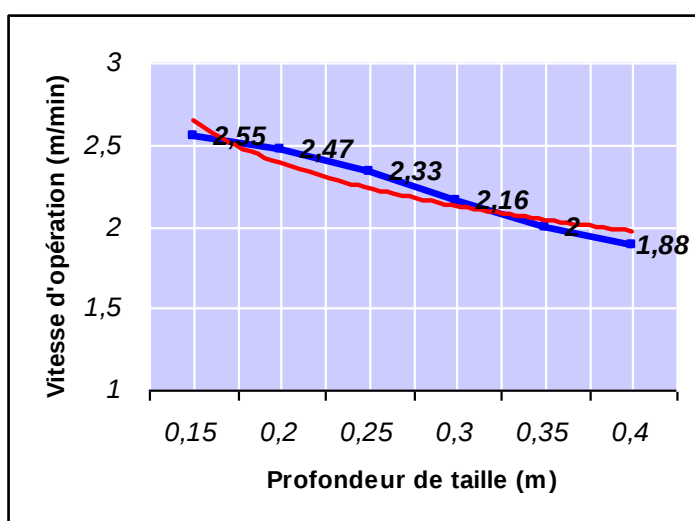
$$y = -0.3351\ln(x) + 2.4441$$

$$R^2 = 0.9818$$

Fig.3.26. Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour
 $f = 8$

Table des résultats calculés

$e(m)$	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
$Va(m/min)$	2.55	2.47	2.33	2.16	2.00	1.88



Légende :

— Vitesse d'opération
 $Va(m/min)$
 — Courbe de tendance
 $Va(m/min)$
 $nr = 800tr/min.$
 $f = 7$

$$y = -0.3776\ln(x) + 2.6458$$

$$R^2 = 0.8938$$

Fig.3.27. Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour
 $f = 7$

Table des résultats calculés

$e(m)$	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40
$Va(m / \min)$	2.88	2.74	2.50	2.37	2.06	1.96

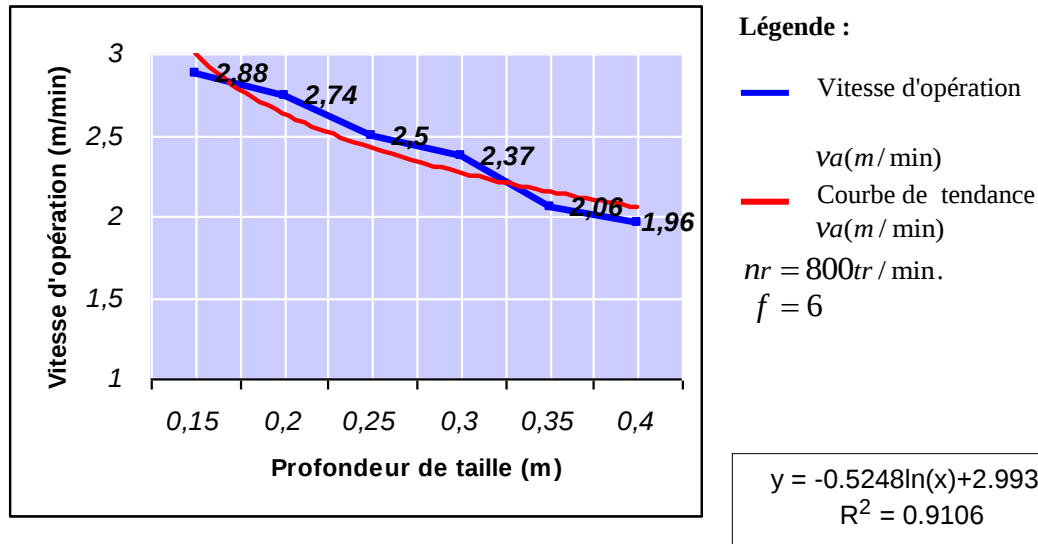


Fig.3.28. Variation de la vitesse d'opération en fonction de la profondeur de taille pour $f = 6$

Remarque

L'analyse des courbes obtenues nous montre que la vitesse d'opération diminue avec l'augmentation de la profondeur de la taille et cela pour les différentes duretés du calcaire pour la même vitesse de rotation du tambour. Cependant la profondeur de taille optimale dans ce cas devient $e = 0.4 m$.

3.2.2. Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement

Les résultats des mesures expérimentales du rendement de la machine 2500SM sur les différents niveaux d'exploitation pour différentes vitesses de rotation du tambour sont représentés dans les tableaux.3.5, 3.6 et 3.7.

A. Pour une vitesse de rotation de $n_r = 2100$ tr/mn**Tableau.3.5. Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement**

N°	$nr_{(tour/min)}$	f	$e_{(m)}$	$l_{(mm)}$	$va * e$	$Q_{(m^3/min)}$
01	2100	8	0.35	2500	1.421	3.55
02	2100	7	0.35	2500	1.505	3.76
03	2100	6	0.35	2500	1.732	4.33

L'interprétation graphique des résultats du tableau pour les différentes duretés est donnée par la Fig.3.29.

Table des résultats calculés

f	6	7	8
$Q_{(m^3/min)}$	4.33	3.76	3.55

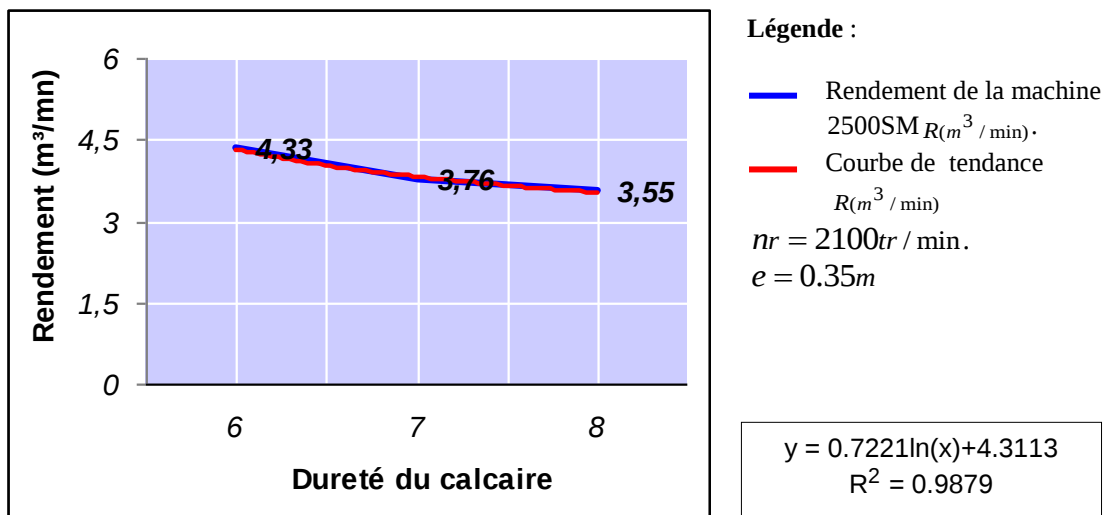


Fig.3.29. Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement Pour
 $n_r = 2100$ tr/mn

B. Pour une vitesse de rotation de $n_r = 1200$ tr/mn**Tableau.3.6. Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement**

N°	$nr_{(tour/min)}$	f	$e_{(m)}$	l	$va * e$	$Q(m^3/min)$
01	1200	8	0.40	2500	1.048	2.62
02	1200	7	0.40	2500	1.124	2.81
03	1200	6	0.40	2500	1.256	3.14

L'interprétation graphique des résultats du tableau pour les différentes duretés est donnée par la Fig.3.30.

Table des résultats calculés

f	6	7	8
$Q(m^3/min)$	3.14	2.81	2.62

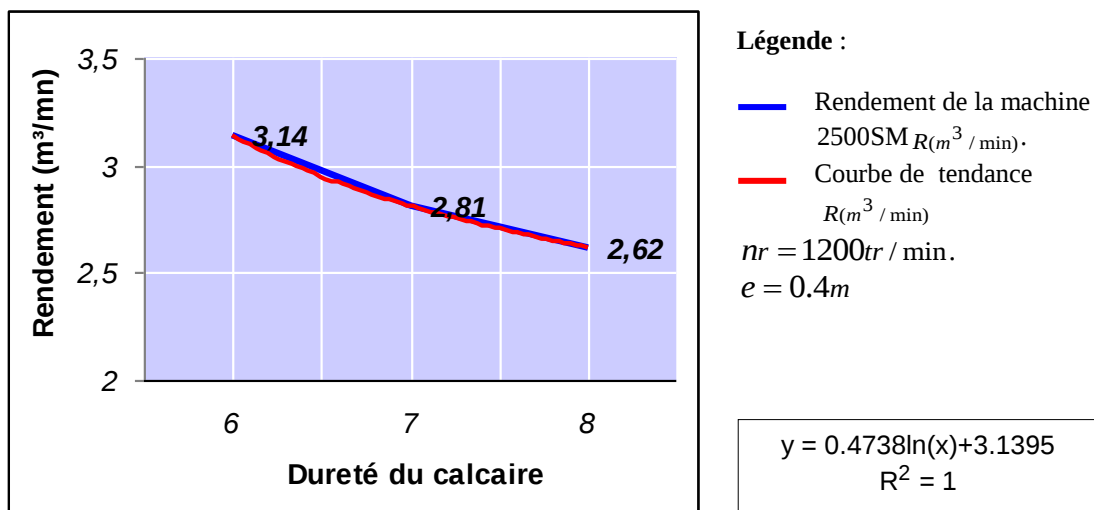


Fig.3.30. Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement Pour
 $n_r = 1200$ tr/mn

C. Pour une vitesse de rotation de $n_r = 800$ tr/mn**Tableau.3.7. Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement**

N°	$nr_{(tou/min)}$	f	$e_{(m)}$	l	$va * e$	$Q(m^3/min)$
01	800	8	0.40	2500	0.732	1.83
02	800	7	0.40	2500	0.750	1.87
03	800	6	0.40	2500	0.784	1.96

L'interprétation graphique des résultats du tableau pour les différentes duretés est donnée par la Fig3.31.

Table des résultats calculés

f	6	7	8
$Q(m^3/min)$	1.96	1.87	1.83

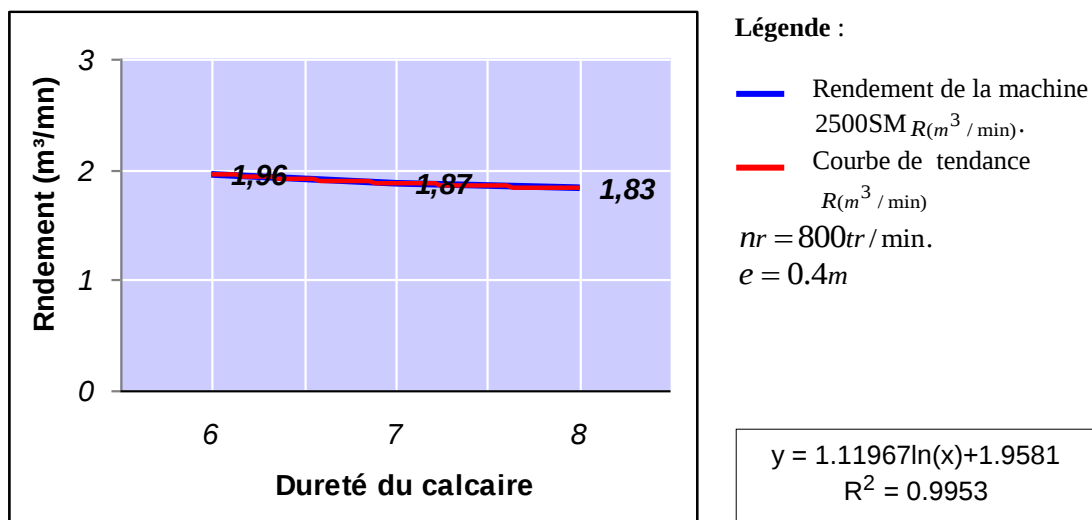


Fig.3.31. Influence des différentes duretés du calcaire sur le rendement Pour $n_r = 800$ tr/mn

3.2.3. Influence de la vitesse de rotation du tambour sur le rendement

Le tableau 3.8 représente les résultats des calculs des rendements de la machine Surface Miner 2500 SM en fonction de la dureté du calcaire pour différentes vitesses de rotation du tambour et la profondeur de taille optimale.

Tableau.3.8. les résultats des calculs des rendements en fonction de la dureté pour différents vitesse de rotation du tambour

$f \backslash nr(tou/min)$	2100	1200	800
6	4.33	3.14	1.96
7	3.76	2.81	1.87
8	3.55	2.62	1.83
Rendement moyenne	3.88	2.85	1.88

La Fig.3.32 montre l'influence de la vitesse de rotation du tambour sur le rendement de la machine.

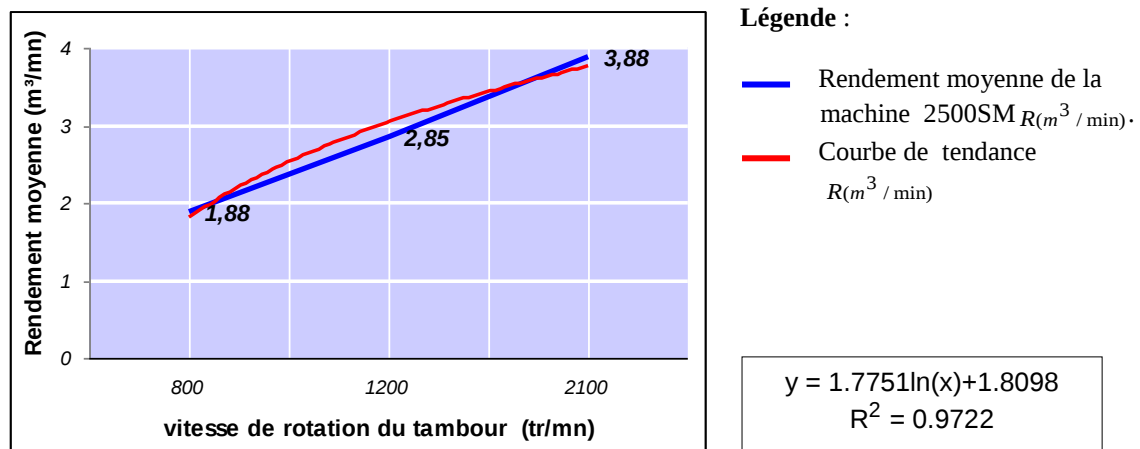


Fig.3.32. Influence de la vitesse de rotation du tambour sur le rendement de la machine

Conclusion

L'analyse des résultats expérimentaux nous montrent que pour les conditions de la carrière de Ain Touta où la dureté du calcaire varie de 6 à 8, les plus grands rendements sont obtenus avec une vitesse de rotation du tambour $n_r = 2100 \text{ tr/mn}$ pour une profondeur de taille optimale $e = 0.35 \text{ m}$.

3.3. L'impact sur l'environnement

Introduction

L'industrie algérienne a connu un développement remarquable tant dans sa diversité que dans sa capacité. Il faut noter que le processus d'industrialisation s'est effectué dans des conditions qui n'ont pas respecté les critères de protection de l'environnement.

Les travaux miniers induisent des perturbations mécaniques, hydrauliques et chimiques du milieu géologique, avec pour conséquences des affaissements des terrains, des modifications des écoulements, et l'évolution de la composition chimique de l'eau.

L'industrialisation pose également le problème de cas graves de pollutions diverses dans de nombreuses régions du pays, [1].

Prenons le cas des plusieurs cimenteries qui sont réparties sur l'ensemble du pays constituant des sources importantes de pollution par les poussières mais également par les gaz ont un impact nuisible sur la végétation, sur la santé publique, le cadre et la qualité de vie.

Aussi, les vibrations ainsi que le bruit généré par les tirs constituent un point particulièrement sensible pour les populations avoisinantes.

Aujourd'hui la nouvelle technologie Surface Miner innovante répond à la demande croissante en solutions respectueuses de l'environnement. Cette technologie se pratique sans vibrations ni éboulements incontrôlables, et avec un minimum de bruit et de poussière. Ceci permet de travailler jusqu'à proximité immédiate de quartiers d'habitation ou de zones industrielles.

3.3.1. Principe de fonctionnement du système de pulvérisation d'eau de la technologie du Surface Miner 2500 SM

Dans le monde entier, les entreprises minières et de construction profitent des avantages offerts par les Surfaces Miners au cours de missions d'abattage les plus diverses. Forage et explosifs superflus, pas des vibrations, pas de projection des pierres, réduction des émissions de bruit et de poussières.

Avec les Surfaces Miners, le processus d'abattage de la roche a lieu dans un compartiment fermé, ce qui a l'avantage de réduire fortement le dégagement des poussières.

Le dégagement des poussières sur les chantiers utilisant des Surfaces Miner se limite à la zone du convoyeur et à la poussière soulevée à la surface de l'exploitation à ciel ouvert.

Le Surface Miner 2500 SM est équipé d'un système intégré de pulvérisation d'eau dans les zones, du tambour, du joint du tambour, du transfert du matériau d'un convoyeur à l'autre, du déversement du matériau au niveau du bras de déversement.

Le système à buses des zones mentionnées peut être activé ou arrêté individuellement en fonction des besoins. En règle générale, seule la pratique permet de déterminer à quel endroit et en quelle quantité les buses devront être activées afin d'obtenir les meilleurs résultats possibles. Il est recommandé de faire un usage modéré du système de pulvérisation afin de réduire au maximum la consommation d'eau et donc les arrêts nécessaires au remplissage du réservoir, [16].

Le système de pulvérisation d'eau ne se substitue pas à l'arrosage de la surface à l'aide de camions citernes également chargés de l'arrosage des voies de circulation.

A. Pulvérisation du tambour

La pulvérisation à l'intérieur du carter du tambour peut dans certains cas augmenter la longévité des pics car elle permet de refroidir leurs pointes et d'améliorer leur rotation.

B. Pulvérisation du joint du tambour

La poussière et la chaleur endommagent les joints des roulements du tambour. Une pulvérisation à l'eau permet de rincer et de refroidir cette zone. Il est recommandé d'activer ce système de pulvérisation lors de travaux effectués à une température supérieure à 5°C.

C. Pulvérisation au niveau du transfert du matériau entre les convoyeurs et de la bande de déversement

La pulvérisation de ces zones sert principalement à fixer les poussières et en permanence à réduire la pollution.

3.3.2. Les avantages de la technologie du Surface Miner par rapport à la méthode traditionnelle

Le Surface Miner est un procédé internationalement reconnu pour l'extraction des minerais et qui opère sans forage conventionnel et sans dynamitage, les principaux avantages de la technologie du Surface Miner par rapport à la méthode traditionnelle sont donnés dans le tableau.4.1, [1].

Tableau.3.9. Les avantages de la technologie du Surface Miner par rapport à la méthode traditionnelle

	Avantages	
	Méthode traditionnelle	Nouvelle technique Surface Miner
Bruit et vibration	Propagation d'ondes sismiques (tir à l'explosif)	Absence des nuisances acoustiques et vibratoires
Dégagement des poussières	Rejets des poussières durant la réalisation des opérations de foration et de l'abattage	Pas de poussière durant l'extraction du calcaire
Coût DA/T	60	39
Matières et Équipements	Chariot de foration, Bull, Chargeuse, Dumpers et explosifs	Machine et Camions à bennes
Granulométrie	Gros bocs (hors gabarits > 2m x 2m x 2m), nécessitant débitage secondaire	0 à 350 mm
Énergie kWh/t	1,6	0,95
Débit Concasseur T/H	500	750

Conclusion

L'énorme avantage de la méthode mécanique au moyen du Surface Miner est que l'enlèvement du matériau, sans vibrations, sans forage ni minage, ne génère que peu de poussière et de bruit. En même temps, le faible impact sur l'environnement permet d'obtenir un taux d'exploitation élevé des gisements, même à proximité de zones résidentielles.

Conclusion générale et recommandations

Dans ce présente travail, nous avons porté notre contribution pour une meilleure utilisation de la nouvelle technologie d'abattage mécanique des roches au moyen du Surface Miner 2500 SM introduit récemment dans nos carrières de calcaires et plus particulièrement à Ain-Touta.

L'analyse des domaines d'application de cette technologie montre qu'elle peut être utilisée aisément dans les conditions des gisements de calcaires fissurés.

L'étude du régime de travail de la machine réside dans la détermination des principaux paramètres de fonctionnement de la machine en fonction de la résistance opposée par le massif autrement dit la dureté de la roche et la fissuration du massif.

L'analyse des résultats obtenus sur la base de l'expérimentation du Surface Miner 2500 SM in situ nous ont permis de faire les recommandations suivantes pour les conditions de la carrière de Ain-Touta.

1. de choix du type des pics en fonction de la dureté des roches à tailler est prédéterminant, c'est pourquoi, on recommande pour les conditions du gisement de Ain-Touta des pics de diamètre 42mm à écartement espacé ce qui nous permet de réaliser un rendement plus élevé.

2. Pour les quartiers de dureté $f = 8$, la vitesse optimale de rotation du tambour n_r doit être égale à 2100tr/min et la profondeur de taille optimale $e = 0.35m$ ce qui correspond à une vitesse d'avancement de 4.06 m/min, ce qui nous donne un rendement $3.55 m^3/min$.

3. Pour les quartiers de dureté $f = 7$, la vitesse optimale de rotation du tambour n_r doit être égale à 1200tr/min et la profondeur de taille optimale est $e = 0.4m$ ce qui correspond à une vitesse d'avancement de 2.81 m/min, ce qui nous donne un rendement $2.81 m^3/min$.

4. Pour les quartiers de dureté $f = 6$, la vitesse optimale de rotation du tambour n_r doit être égale à 800tr/min et la profondeur de taille optimale est $e = 0.4m$ ce qui correspond à une vitesse d'avancement de 1.96 m/min, ce qui nous donne un rendement $1.96 m^3/min$.

L'application des recommandations sus-citées permettent d'atteindre les rendements les plus élevées avec le minimum d'échauffement des pics et par conséquent l'augmentation de leur durée de vie ce qui influera positivement sur le coût de l'exploitation.

BIBLIOGRAPHIE

1. ANNABA Ferphos . Acquisition du premier Surface Miner_Annaba city
www.annabacity.net
2. Cerchar – Centre d’Etude et recherche de Charbonnages de France (1986) The Cerchar Abrasiveness Index.- 12, Verneuil.
3. Champ d'application et aide à la planification
www.wirtgen.de/media/...surface_miner/_.../sm.../p_manual_SM_FR_.pdf
4. Expériences du Surfaces Miners.
www.Wirtgen.com
5. GOUCHINE V.I Les travaux de tir dans les carrières, NEDRA 1975 Moscou.
6. KOUZNETSOV B.A Le transport dans les entreprises minières, NEDRA 1976 Moscou.
7. L'univers des Wirtgen Surface Miner 1999
www.wirtgen.de/media/...surface_miner/_...surface_miner/p_miner_f.pdf3.
8. Projet d’exploitation de la carrière de Ain-Touta, Année 2008.
9. Rapport géologique de l’entreprise de Ain-Touta, 1979.
10. RJEFSKY V.V Les processus des travaux miniers a ciel ouvert, NEDRA 1978 Moscou.
11. RJEFSKY V.V, NOVOJILOV M.G, YOUMATOV B.P et autres Bases Economiques de la projection des carrières, NEDRA 1971 Moscou.
12. RJEFSKY V.V Technologie et mécanisation complexe des travaux miniers à ciel ouvert, NEDRA 1980 Moscou.
13. ROGATINE N.N Technologie et mécanisation des travaux miniers a ciel ouvert, NEDRA 1982 Moscou.
14. Schimazek J, (1970) Der Einfluß des Gesteinsaufbaus auf die Schnittgeschwindigkeit und den Meißelverschleiß von Streckenvortriebsmaschinen. Glückauf 106: 274-278.
15. Wirtgen **Surface Miner 2500 SM** in bauxite Mine Friguia Guinea. « TANJI »
www.electrotanji.com/?p=37180
16. Surface Miner 2500 SM
www.kleemannusa.info/media/local/1.../surface_miners/d2500smf.pdf

17. Surface Miner **2200 SM**
www.tps-algeria.com/pages/pdf/fiche_technique59.
18. Surface Miner 2500 SM
www.wirtgen.de/...surface_miner/2500sm/.../p_2500sm_f.pdf
19. Wirtgen France_wirtgen_Surfaces Miners
www.Wirtgen.fr/fr/products/.../Surfaces_Miners/index.php.
20. 03.0367 Lieferprogramm-FR:Layout 1
Surface Miner en opération dans l'exploitation de charbon et de.... Surface
Miner 2500 SM. Surface Miner destiné à l'exploitation sélective des minéraux
87.230.75.50:8080/project_3598/media/redaktion/.../p_lpgmbh_f.pdf