

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLICUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

3/87
1EX

وزارة التعليم و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE

DEPARTEMENT : Mine & Metallurgie

المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات
BIBLIOTHEQUE — المكتبة
Ecole Nationale Polytechnique

PROJET DE FIN D'ETUDES

SUJET

* ETUDE DE CONTRIBUTION
DES TUNNELIERS AU CREUSEMENT
DES GALERIES AU ROCHER *

Proposé Par :
A. Dojcar

Etudié par :
Djamel
Bentaha

Dirigé par :
A. Dojcar

PROMOTION : Janvier : 87

Medicaces

Et la memoire de mon père.

Et ma mère .

Et mes freres et soeurs .

Et tous ceux qui me sont chers.

je dédie ce modeste travail.

Mjamel Bentaha .

Remerciements .

Je tiens à remercier mon promoteur Mr A. DOJCAR,
pour l'aide précieuse qui m'a apportée .
Mes remerciements vont à Mr A. SAADA , ainsi que tous
les professeurs qui ont contribué à ma formation .
Enfin je remercie également tous ceux qui ont contribué
de près ou de loin à la réalisation de ce projet .

Djamel Bentoka .

Sommaire

I) Introduction.

II) Classification des machine de creusement .

A) 1) Outils de coupe d'une machine à pleine section .

2) Problemes des molettes.

3) Outils de coupe d'une machine à attaque ponctuelle .

4) Problemes des piques .

B) Parametres de destructibilité d'une roche .

1) Essai de compression uniaxiale .

2) Essai de traction .

3) Essai de dureté .

4) Facteur d'usure et d'abrasivité .

5) Essai d'abrasivité .

6) Teneur en quartz .

III) Machines de creusement à attaque ponctuelle .

1) Abattage .

2) Translation de la machine .

3) Chargement de deblais .

4) Stabilité de la machine .

5) Caracteristiques des roches à decouper .

6) Utilisation de bouclier .

7) Depoussierage .

- 8) Pente.
- 9) Frais d'investissement.
- 10) Formes de section creusées.
- 11) Variétés des têtes de coupe.

II) Les tunneliers.

A) Caractéristiques principales d'un tunnelier.

- 1) Machine proprement dite.
 - a) tête de coupe
 - b) Systeme d'ancrage de la machine.
 - c) Principe de fonctionnement et de propulsion de la machine.
- 2) Remorque .
- 3) Pont de transfert et bande de chargement.
- 4) Direction et niveau.
- 5) transport de matériel.
- 6) Soutènement.

B) Caractéristique du tunnelier de type Mini - FULFACER.

- 1) Machine proprement dite.
- 2) Remorque
- 3) Sequence d'un cycle de creusement.
- 4) évacuation des déblais vers l'arrière.

III) Amélioration technique du creusement mécanisé des galeries au rocher.

- 1) Coûts de creusement .
- 2) Comparaison des coûts entre le creusement mécanisé et le creusement à l'explosif .
- 3) Amélioration de la rentabilité par de nouvelles technologies.
 - a) Utilisation des molettes activées .
 - b) Utilisation des jets d'eau à haute pression .

IV) Conclusion .

I) - INTRODUCTION

L'apparition de la machine de creusement a eu lieu dans les années cinquante, quand les Sovietiques construisent des machines à attaque ponctuelle, pour le creusement de galeries au charbon. Les premiers essais ne furent qu'une expérience, car le temps d'avancement de l'engin était court vis à vis du temps d'arrêt dû à des pannes, et, des imprévus.

Il a fallu attendre une décennie, pour voir, la naissance d'autres engins s'attaquant aux roches dures, puis la diversité des machines qui répondaient mieux aux différents facteurs influant sur l'avancement de la machine.

Ces facteurs sont étroitement liés à la nature des roches à creuser et les plus importants sont :

La résistance des terrains, leur composition granulométrique, leur abrasivité et la constance de leurs propriétés physiques.

Tout cela explique le grand nombre et la diversité des machines existantes.

Certaines ont été construites pour creuser dans des terrains durs, d'autres conviennent mieux pour les terrains éboulés, certaines sont faites pour recouper les bancs, d'autres pour progresser en couche ...

La mécanisation du creusement s'avère aussi intéressante vis à vis du creusement à l'explosif, lequel n'était qu'un travail cyclique où les conditions de sécurité sont mauvaises, la vitesse d'avancement est faible, l'aération est insuffisante, l'effort physique est beaucoup plus important ...

Le creusement mécanisé s'avère aussi intéressant du moment que le rendement du travail arrive à dépasser de cinq à dix fois celui du creusement à l'explosif (Voir tableau n° 1).

I)- INTRODUCTION

L'apparition de la machine de creusement a eu lieu dans les années cinquante, quand les Sovietiques construisent des machines à attaque ponctuelle, pour le creusement de galeries au charbon. Les premiers essais ne furent qu'une expérience, car le temps d'avancement de l'engin était court vis à vis du temps d'arrêt dû à des pannes, et, des imprévus.

Il a fallu attendre une décennie, pour voir, la naissance d'autres engins s'attaquant aux roches dures, puis la diversité des machines qui répondaient mieux aux différents facteurs influants sur l'avancement de la machine.

Ces facteurs sont étroitement liés à la nature des roches à creuser et les plus importants sont :

La résistance des terrains, leur composition granulométrique, leur abrasivité et la constance de leurs propriétés physiques.

Tout cela explique le grand nombre et la diversité des machines existantes.

Certaines ont été construites pour creuser dans des terrains durs, d'autres conviennent mieux pour les terrains ébouleux, certaines sont faites pour recouper les bancs, d'autres pour progresser en couche ...

La mécanisation du creusement s'averait aussi intéressante vis à vis du creusement à l'explosif, lequel n'était qu'un travail cyclique où les conditions de sécurité sont mauvaises, la vitesse d'avancement est faible, l'aération est insuffisante, l'effort physique est beaucoup plus important ...

Le creusement mécanisé s'averait aussi intéressant du moment que le rendement du travail arrive à dépasser de cinq à dix fois celui du creusement à l'explosif (Voir tableau n° 1).

Données sur l'efficacité technique sur l'utilisation de la mécanisation lors du creusement des ouvrages miniers dans les pays de l'est.

An		Tunneliers			Methode traditionnelle		
		Nombre de galeries	LONGUEUR (km)	Rendement metre /mois	Nombre de galeries	Longueur (km)	Rendement metre /mois
65	Bulgarie	-	-	-	340	218	53
70		6	13	183	220	153	57
73		6	14	190	160	120	63
75		6	15	200	145	115	65
65	Roumanie	7	9,3	113	280	146	52,3
70		22	34,4	153	220	153	58,2
73		27	52,4	160	200	164	66,3
75		30	61,0	165	200	181	75,5
65	Tchecoslovaquie	72	41,4	233	555	538	78
70		96	44,2	223	410	387	82
73		108	69,6	253	355	360	93
75		115	79,9	295	331	325	96
65	URSS	355	520	178	9800	7760	67
70		633	1092	180	8010	5792	69
73		790	1570	190	6200	5040	74
75		820	1845	200	4900	4635	90

Tableau n° 1

CLASSIFICATION
DES MACHINES
DE CREUSEMENT

II)- CLASSIFICATION DES MACHINES DE CREUSEMENT :

A) Outils de coupe :

Les machines de creusement sont classées selon le mode de travail de la tête de coupe, jusqu'à présent on distingue deux genres de machines :

- Machine à attaque ponctuelle.
- Machine à pleine section.

Les outils de coupe constituent un poste très important dans le coût du creusement mécanique d'une galerie. Des que les roches deviennent dures et abrasives, l'usure des outils de coupe augmente rapidement ce qui nécessite leur remplacement entraînant un temps d'arrêt de la machine qui se répercute sur son amortissement.

1)

1) Outils de coupe d'une machine à pleine section :

Les machines à pleine section (Tunnelier) utilisent généralement des outils de coupe constitués de traillants à molettes qui se présentent sous trois (03) aspects :

a) Molettes dentées :

Elles ne sont utilisées généralement que lorsque les roches sont relativement tendres.

b) Molettes à disques :

La jante comportant le disque est revêtue d'une couche de carbure de tungstène.

La découpe des roches nécessite de très fortes poussées pour assurer la pénétration de l'outil de coupe et le cisaillement de morceaux de roches (Voir Fig. n° 1).

Schmid

Pour augmenter encore la puissance d'attaque le disque peut être équipé de pastilles de carbure de tungstène placées sur la jante.

On travaille à présent à améliorer les performances du disque, le rayon R du disque, son angle α , la poussée frontale F_t , la force de rotation F_R ... possèdent une influence considérable sur la pénétration de l'outil et sur son pouvoir d'attaque de roches de dureté différente.

c) Molettes à Picots :

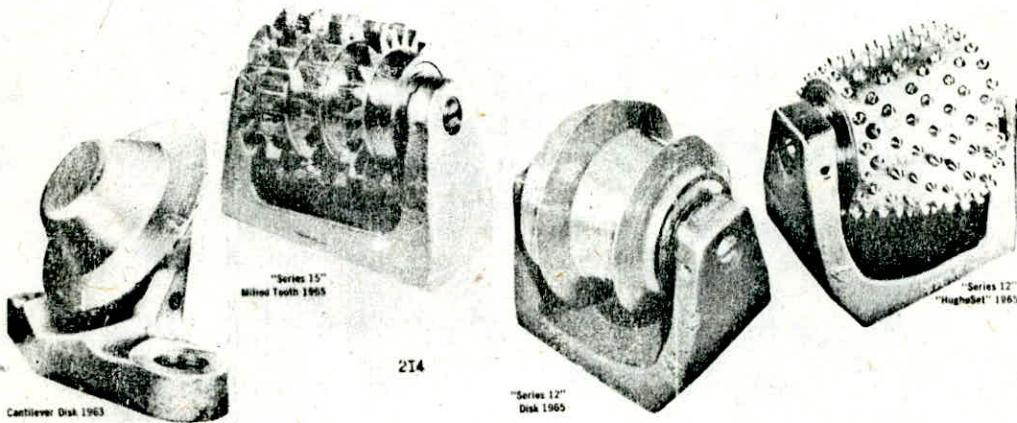
La molette a la forme d'un trou conique, et toute la surface périphérique est garnie de pastille ou picots en carbure de tungstène, ces molettes sont utilisées pour attaque des roches très dures et abrasives.

2) Problèmes des molettes :

Les molettes sont des outils qui travaillent sous une forte poussée ainsi, elles désagregent la roche. Leur essai sur les machines de creusement se heurte à deux difficultés :

- Obtention de la poussée globale nécessaire :

Elles deviennent vite prohibitive lorsque la section augmente, elles supposent un amarrage très poussé de la machine sur les parois de la galeries déjà creusée c'est pourquoi dans certaines machines on choisit de s'ancrer non seulement sur les parois mais aussi dans un trou pilote creusé en avant.



Different types de molettes.

- Les mollettes sont souvent encrassées et leur nettoyage est fréquemment négligé.

3) Outils de coupe d'une machine à attaque ponctuelle :

La tête de coupe des machines à attaque ponctuelle découpe la roche soit radialement soit frontalement. Si la découpe est radiale avec des tambours cylindriques ou trou coniques, les roches du front sont attaquées latéralement mais la face frontale du tambour est aussi armée de pics pour avoir une première pénétration dans la roche.

La composante des forces de coupe est oblique par rapport au corps, ce qui peut provoquer un baseulement ou un glissement latéral de la machine : la machine doit être bien calée.

Si l'attaque est frontal, l'axe de rotation du tambour est perpendiculaire à l'axe du bras et donc parallèle au front.

Sur ces ^{tambours} ~~tambours~~ il existe une partie centrale non armée des pics, de sorte que la pénétration frontale doit se faire en balayant une zone assez large.

La réaction des forces de coupe est située dans l'axe du bras de la machine et est parallèle au sens de progression.

Le calage latéral de la machine n'est pas nécessaire car les composants de la réaction de coupe sont compensées par le poids de l'engin.

Les pics sont disposés en spirale, leur consommation est faible dans les roches de durête moyenne, elle devient importante dans un banc dur.

4) Problèmes des pics :

Pour les roches tendres, le pic est sans discussion l'outil le plus commode, il est largement utilisé sur toute la machines d'abattage ou de creusement de matière telles que le charbon ou la potasse. Il était tendant d'essayer d'étendre son utilisation à des matériaux plus durs qu'en est apparu un certain nombre de problèmes.

Pour creuser des roches plus dures, on a songé à utiliser des plaquettes en matière plus dure, malheureusement cette augmentation de la durête implique une fragilité du pic.

On a également chercher à diminuer l'effort auquel est soumis le pic pour un travail donné, en choisissant des positions relatives d'outils permettant d'utiliser les surfaces de dégagement.

En outre on peut améliorer la tenue au pic en le protégeant contre l'échauffement grâce à une circulation d'eau.

Enfin tous ces moyens ne permettent pas encore de dépasser certaines limites dans lesquelles l'abrasivité joue un rôle aussi important que la dureté et c'est ainsi qu'on cherche à mesurer ces deux caractéristiques dans les roches qu'on veut creuser.

B) Paramètres de destructibilité d'une roche :

Il existe plusieurs paramètres influençant la destructibilité des roches, et jusqu'à présent on n'a pas pu s'arrêter sur les facteurs prédominants à prendre en considération en vue de caractériser une roche dans laquelle on envisage le creusement mécanique d'une galerie.

Parmi ces facteurs on peut citer, la résistance à la compression, la résistance à la traction, la dureté l'abrasivité, la teneur en quartz, la texture de la roche, la dimension des grains de quartz...

A) Essai de compression uniaxiale :

Réalisé sur des éprouvettes cylindriques de dimensions pouvant varier.

Si l'on utilise des éprouvettes cylindriques à dimensions standards de 25,4 mm de diamètre et de 50,8 mm de hauteur on peut utiliser les deux formules suivantes :

$$(1) \quad \sigma_2 = \frac{\sigma_2}{\frac{(25,4)^2}{D}}$$

$$(2) \quad \sigma = \frac{\sigma_2}{0,304 \times 25,4 + 0,848 D}$$

où : σ : Résistance à la compression obtenue sur un cylindre de diamètre D et de hauteur h.

σ_2 : Résistance corrigée qui aurait été obtenue sur un cylindre de diamètre 25,4 mm et de hauteur h.

σ : Résistance corrigée qui aurait été obtenue sur un cylindre de diamètre 25,4mm et de hauteur 50,8 mm.

n : Facteur correctif variant de 0,1 à 0,5.

On peut aussi utiliser la forme souvent utilisée en R.D.A.

$$\sigma_2 = \sigma \times \frac{7 \times \frac{2d}{h}}{9}$$

où : σ : Résistance mesurée sur carotte de diamètre d et de hauteur h.

σ_2 : Résistance corrigé d'une carotte de diamètre 42 mm et de hauteur 42 mm.

2) Essai de traction (par fendage entre plateaux) :

L'éprouvette cylindrique est glissée entre deux plateaux d'une machine de compression de manière que l'axe du cylindre soit parallèle aux forces du plateaux ; la rupture se produits par fendage du cylindre.

La résistance à la traction est mesurée au moyen de la formule suivante:

$$\sigma_t = \frac{2 P}{\pi \cdot d \cdot h}$$

où : σ_t : Résistance à la traction (Kg/cm²).

P : Charge maximal atteinte (Kg).

d : Diamètre du cylindre (Cm).

h : Hauteur du cylindre (Cm).

3) Essai de dureté (Methode Cerchar) :

La dureté est mesurée par un essai de forabilité, la profondeur de pénétration de l'outil est enregistrée en fonction du temps, ce qui donne une courbe déterminée.

La durée définie par Cerchar est basée sur une vitesse initiale de pénétration donnée par la pente de la courbe enregistrée. (Voir Fig. n° 4).

4) Facteur d'usure et d'abrasivite :

L'abrasivite et l'usure peuvent être déterminés par le facteur d'usure F, établi par la formule de Shimazek, en fonction de la résistance à la traction, de la teneur en quartz et des dimensions des grains de quartz et des dimensions des grains de quartz.

La formule est la suivante :

$$F = \frac{t}{100} \times d \times R_t \times 1,4$$

où : F : Facteur d'usure exprimée en Kg/Cm.

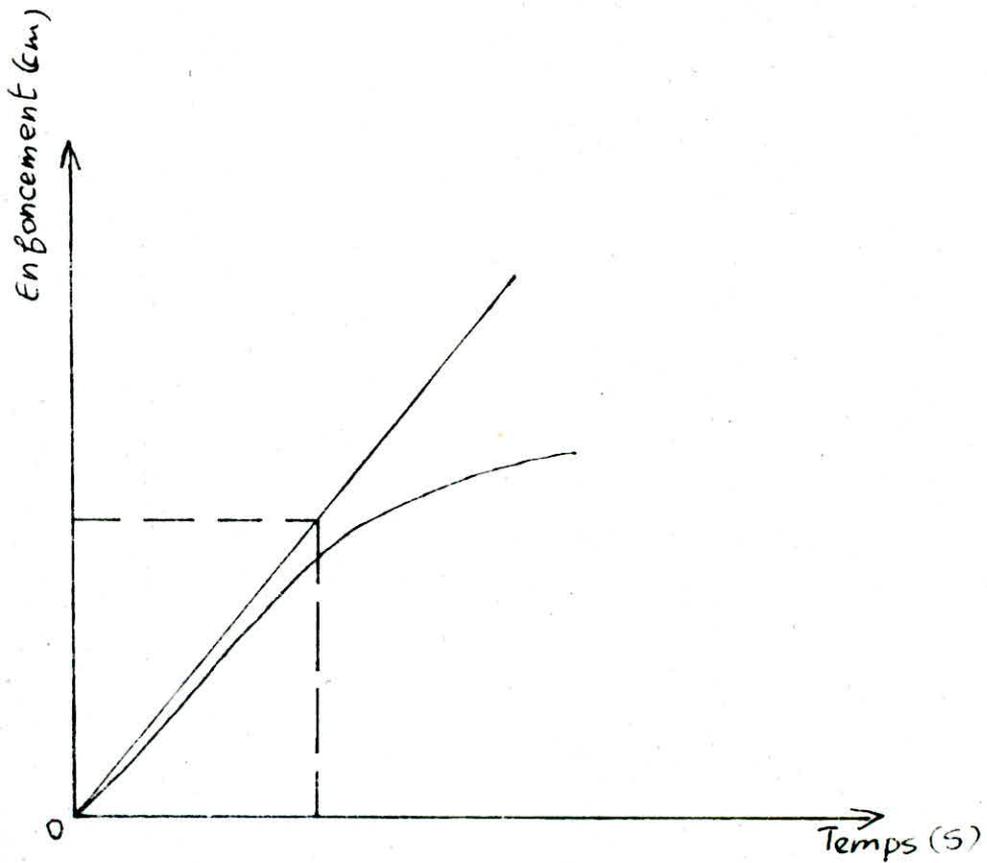
t : Teneur en quartz exprimée en %.

R_t : Résistance à la traction en Kg/Cm².

d : Dimensions moyenne des grains de quartz en Cm.

1,4 : Facteur correctif.

Mesure de la dureté par la méthode Cerchar.



Graphique n° 1

Les valeurs limites selon cette formule sont :

Pour les pics : $F_L = 0,50 \text{ Kg/Cm.}$

Pour les molettes: $F_L = 2,7 \text{ Kg/Cm.}$

5) Essai d'abrasivité :

L'essai d'abrasivité est important du moment qu'il nous permet de apprécier l'usure des outils de coupe et par suite leur coût lors du creusement.

L'abrasivité est mesurée par un essai d'usure, on applique contre la roche une tige métallique terminée par une forme conique puis on déplace la roche de 1 Cm à vitesse lente. L'abrasivité est déterminée par le diamètre du meplat d'usure crée a la pointe par le frottement de l'outil.

Ce meplat est déterminé au microscope.

Des expériences ont laissé entendre qu'il existe une corrélation étroite entre les abrasivité mesurées par Cerchar et les vitesses d'usure pour un type de pics donné et des conditions de travail précises.

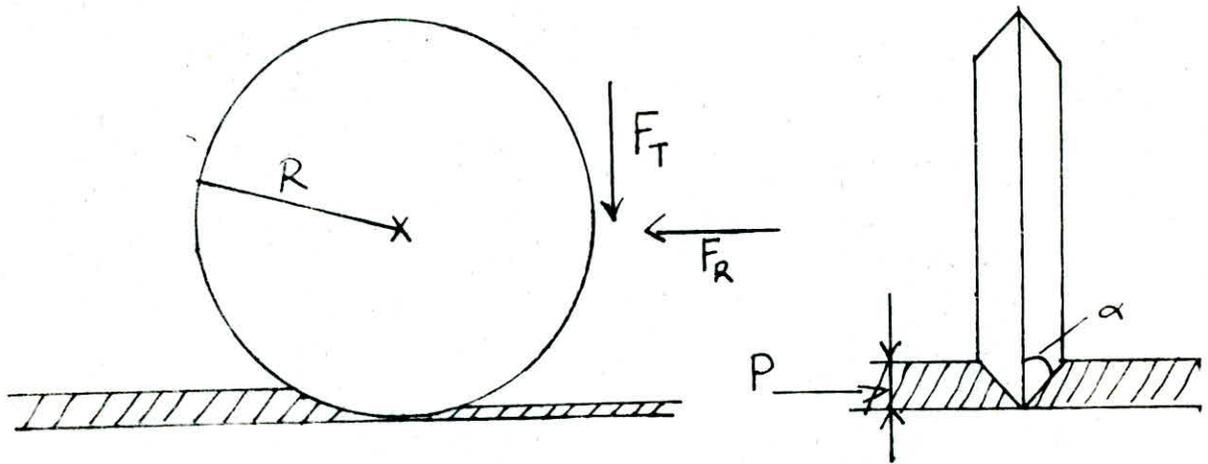
6) Teneur en quartz :

On prélève des lames minces dans les échantillons de roches pour déterminer d'un côté la teneur en quartz et d'autre côté les diamètres des grains de quartz.

Généralement on ne tient compte pour la teneur en quartz que des grains de diamètre dépassant 30μ .

Mais il est intéressant de connaître les diamètres maximum, minimum et moyens de ces grains.

Parametres influençant le travail des molettes à disque.



F_T : Force de poussée.

F_R : Force de rotation.

R : Rayon du disque.

P : Penetration de la lame du disque.

α : Angle de la lame du disque.

Schema n° 1

MACHINES
DE CREUSEMENT
A ATTAQUE
PONCTUELLE

III)- MACHINES DE CREUSEMENT A ATTAQUE PONCTUELLE :

En premier experience ces machines ne creusaient que des galeries au charbon, mais par suite beaucoup de modification dans la conception et la construction de ces machines ont été apportées et qui ont fait de cette machine un moyen de creuser des galeries en roches tendres et en roches de durété moyenne.

A) Caractéristiques principales des machines à attaque ponctuelle :

* 1) Abattage :

L'abattage des roches par les machines à attaque ponctuelle est effectuée par une tête ou deux armés de pics. La tête peut avoir une forme tronconique, cylindrique ou hemisphérique, elle se trouve fixer a l'extrémité d'un bras mobil dans le plan horizontale et verticale.

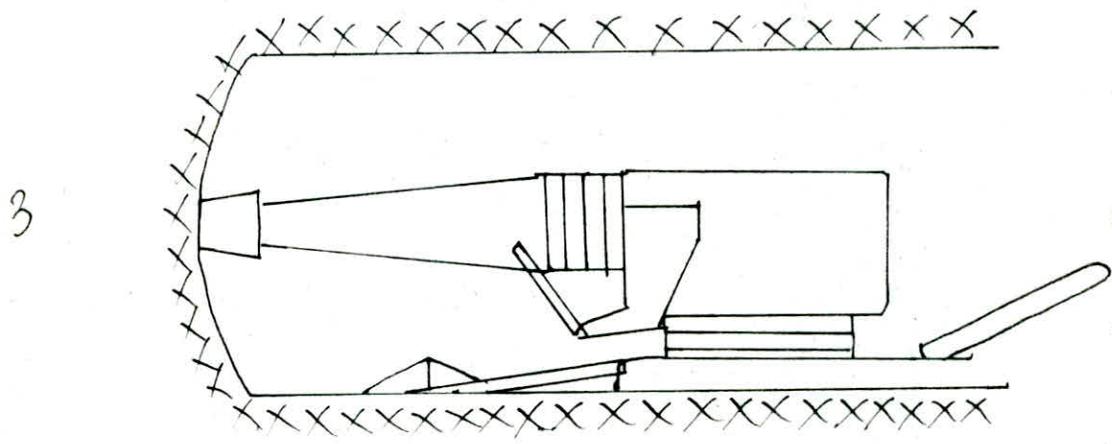
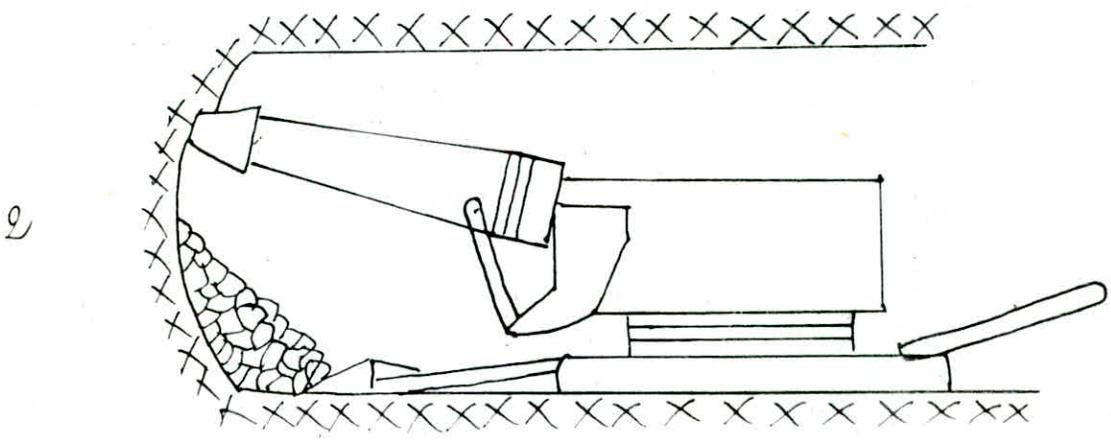
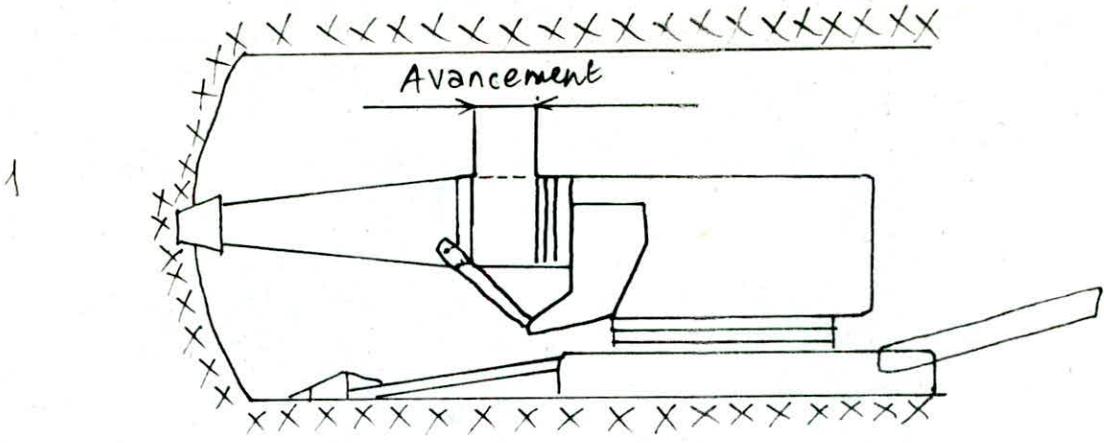
Les mouvements du bras sont commandes par deux paires de verins, la tête de coupe de diametre variant de 0,50 m à 1,50 m peut ainsi balayer tous les points de la section à couper. (Voir Fig. n° 2).

Le moteur actionnant la tête de coupe, l'accouplement et la boite vitesse sont logés dans le bras.

La tête et son mode de coupe ne sont pas les mêmes pour toutes les machines.

2) Translation de la machine :

La translation des machines est effectuée au moyen de chevilles, mais peut dans certains cas être réalisé par une base marchante, cependant les chevilles donnent une mobilité plus grandes aux machines qui peuvent se déplacer latéralement et découper une largeur de voie supérieur a la largeur théorique de coupe de bras, à partir d'une position unique.



- 1: Penetration de la tête de coupe.
- 2: Travail de la tête de coupe.
- 3: Retour à la position initiale.

Schema sur le systeme de progression des machines à attaque ponctuelle.

Schema n° 2

3) Chargement de déblais :

On note une variété de mode de chargement de déblais variant d'un type à l'autre :

Rones étoiles - Pince de Homard - Convoyeurs à raches curvilignes - va et vient d'un plateau.

Les déblais sont évacués et dirigés vers un train de convoyeurs à raches jusqu'à l'installation de transport de la voie.

4) Stabilité de la machine :

Généralement la stabilité de la machines est assurée par son poids, mais dans certains cas particulier il est nécessaire d'utiliser des verins auxilliaires qui prennent appui sur le mur où contre les parois de la galerie.

Les machines pèsent entre 47 et 70t suivant le type de la machine.

5) Caractéristiques des roches à découper :

Les machines à attaque ponctuelle peuvent découper des roches ayant une résistance limite à la compression variant de 600-1200 Kg/Cm².

S'il s'agit de creuser dans des bancs épais et homologues (Schiste moyennement dur avec résistance à la compression 600 Kg/Cm²), les roches peuvent être abattues d'une façon économique. Cependant si on a affaire à des bancs bien stratifiés, les roches peuvent avoir une dureté limite de 600 à 1000 Kg/Cm².

Le mode d'attaque selectif fait que l'opérateur peut choisir les points d'attaque et dégager un banc dur des roches encaissantes qui l'entourent avant de l'attaquer.

6) Utilisation de bouclier :

Pour ne pas arrêter l'abattage des roches lors de la pose du soutènement, certaines machines sont équipées de bouclier qui se trouvent serrés au toit hydrauliquement.

Mais le serrage et le desserrage du bouclier peuvent avoir un effet nuisible sur les terrains tendres qui peut être aggravé par les vibration transmise aux terrains.

7) Depoussierage :

De grandes quantités de poussières se dégagent lors de l'abattage des roches, pour lutter contre ce phénomène, on a installé de puissants pulvérisateurs à proximité de la tête de coupe.

L'air chargé de poussière passe dans un depoussièrent mobil avant de se dégager vers l'arrière.

8) Pente :

Les machines à attaque ponctuelle peuvent être utilisées dans des galeries montantes ou descendantes ayant une pente de 10° à 12° alors que la pente latéral est limitée à 4° .

9) Frais d'investissement :

Les frais d'acquisition, les travaux de montages et de démontage des machines et l'amorçage des galeries à creuser font que l'emploi de ces machines n'est recommandé économiquement que si les galeries à creuser ont une longueur suffisante pouvant amortir les dépenses supplémentaires causées par la mise en oeuvre de ces machines.

10) Formes de sections creusées:

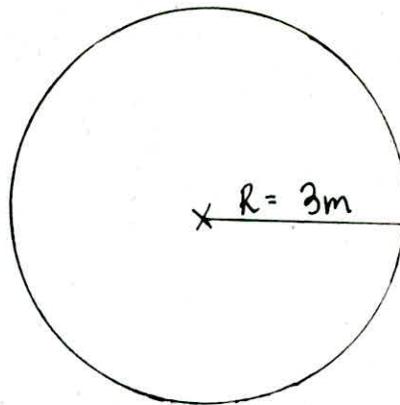
Nous avons jugé bon de dresser un tableau (Tableau n° 2) regroupant les caractéristiques principales de la machine et les caractéristiques des galeries à creuser, à savoir la résistance à la compression, les mouvements des outils de coupe et leur nature, le

17
18

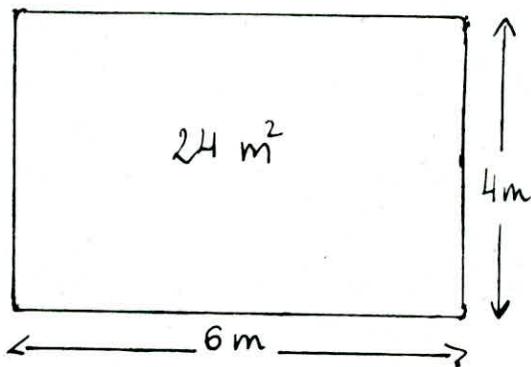
Classification des machines de creusement à attaque
ponctuelle pour le creusement continu des ouvrages miniers.

Roches	Non cohérentes	Compactes	Durité moyenne
Caractéristiques des roches	très tendres	tendre	Durité moyenne
Résistance à la compression kg/cm ²	Max 200	Max 600	600 à 1200
Forme de profil	Circulaire	Trapezoidale	Rectangulaire
Action du travail de la machine	Att. ponctuelle et pleine section	Att. ponctuelle et pleine section	Att. ponctuelle
Mouvement de l'organe de coupe	Pendulaire ou rotatif	Rotatif	Planétaire ou Pendulaire
Outils de coupe			
Système de déplacement de la machine	Pics ou molettes à disque	Pics ou molettes dentées	Molettes dentées ou molettes à disque
Type de machine	BAD Holtzman CALWELD	CALWELD ROBBINS ATLAS-COPCO	DEMA KRUPP ATLAS COPCO

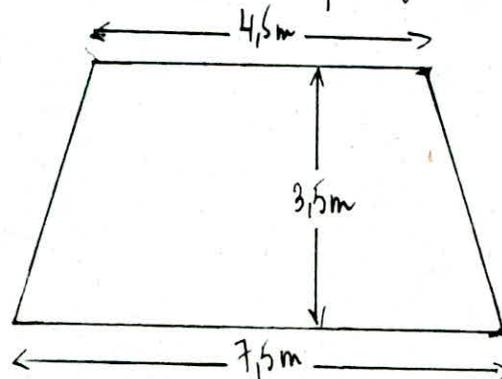
Tableau n° 2



Section de forme circulaire creusée par machine à attaque ponctuelle de type CALWELD.



Section de forme rectangulaire creusée par machine à attaque ponctuelle de Type KRUPP.



Section de forme trapézoïdale creusée par machine à attaque ponctuelle de type PURRAT.

Schemo n° 2

Caracteristiques techniques des machines de creusement
avec tête de coupe en tambour.

TYPE DE MACHINE	PK - 9P	VS 2E	RH - 20	EV 100 - B	MK - 2A	AM 50	VM 08 H20	
CONSTRUCTEUR	URSS	DEMAG RFA	ANDERSON GB	EIKHOFF RFA	DOSCO GB	ALBINE AUTRICH	WESTFALIA RFA	
Dimensions des ouvrages miniers	Hauteur (m) Largeur	2,2 - 3,9	2,0	1,7 - 4,3	Max 5,0	1,80 - 4,04	1,1 - 2,0	
		3,0 - 5,8	4,0	3,6 - 6,3	Max 6,0	3,05 - 5,57	3,9 - 4,8	
Surface de la section (m ²)	7,0 - 16,0	8,0	6,1 - 27	30,0	5,7 - 22,0	6,2 - 22,6	4,3 - 5,6	
Nombre de moteurs	8	-	2	-	2	-	-	
Puissance des moteurs (kw)	172,8	165,0	100,0	309,0	104,5	155,0	180,0	
Puissance de la tête de coupe (kw)	88	75,0	48,0	60,0 - 129,0	48,5	100	90,0	
Dimensions principales de la machine	LONG (MAX) m LARG (MAX) m HAUT (MAX) m	7,70	7,80	8,46	15,00	6,93	7,470	
		1,80	4,00	1,55	3,50	2,90	1,865	3,80
		1,83	Min 2,27 Max 4,3	1,70	2,45	1,64	1,645	3,86 1,07
Poids de la machine (t)	309,0	500	24,0	65,0	23,4	9,0	15,0	
Resistance à la compression de la roche kg/m ²	400	700 - 800	500 - 550	Charbon	-	1000	600	

Tableau n° 3

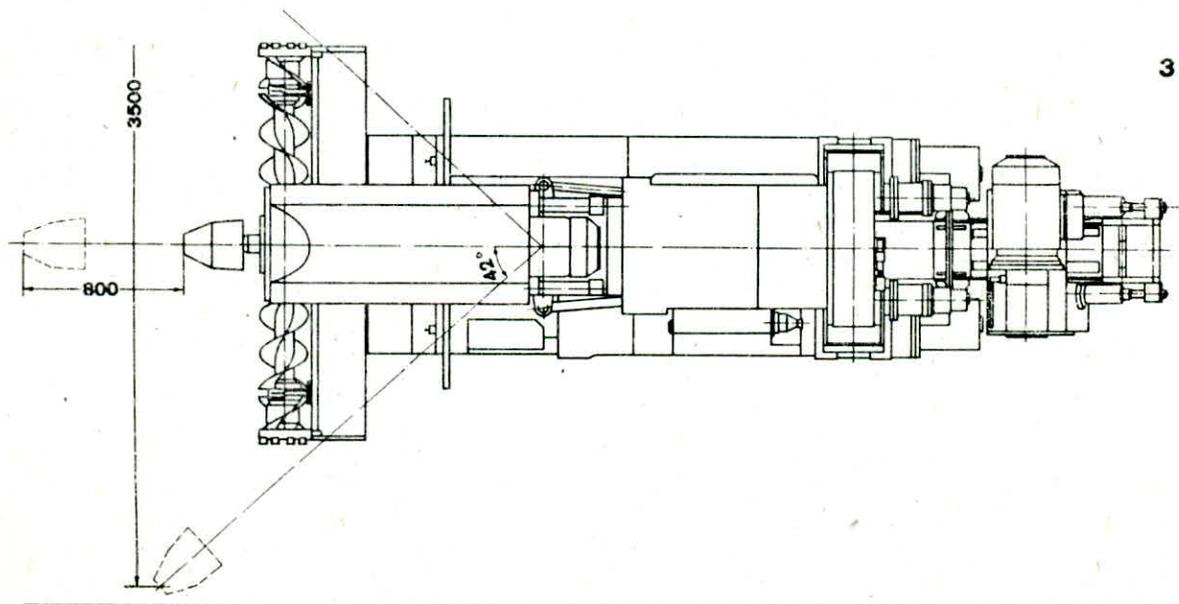
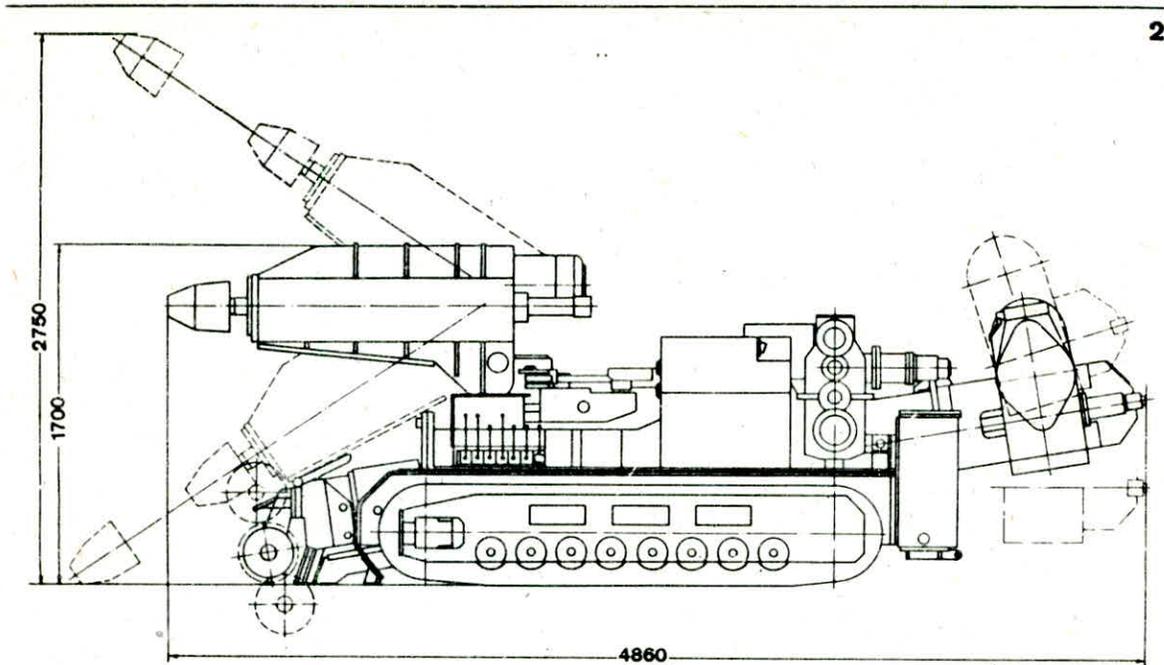
systeme de deplacement de la machine et enfin les formes et des sections creusees par ces machines qui sont representees par les schemas (N° 2).

11) Variétés des têtes de coupe :

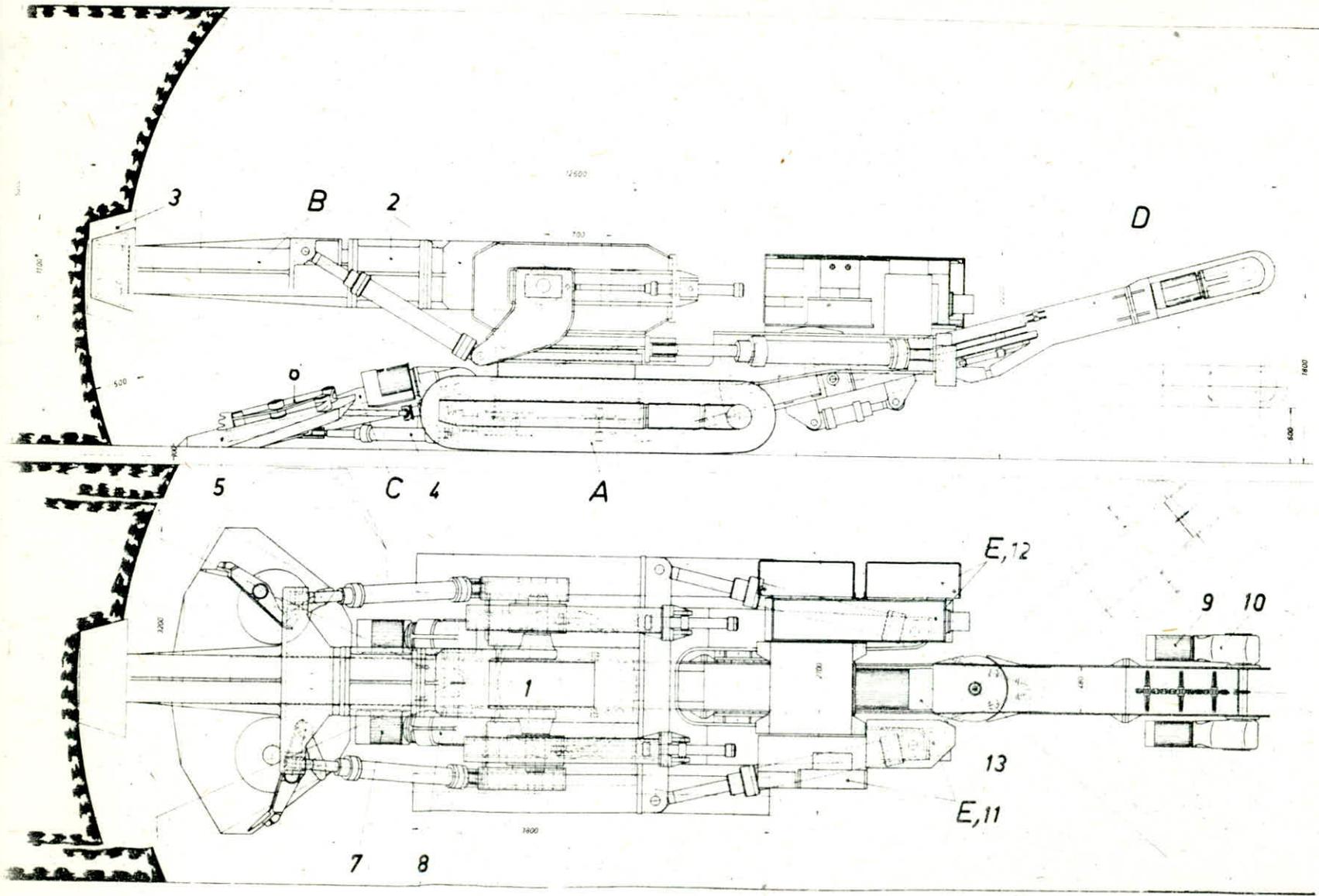
On note une variété des modes de coupe dans les machines à attaque ponctuelle que nous l'énumérons comme suit :

- 1) Machine avec chaîne de coupe.
- 2) Machine avec tête de coupe rotative.
- 3) Machine avec tête de coupe combiné.
- 4) Machine avec tête de coupe planétaire.
- 5) Machine avec tête de coupe avec tambour.
- 6) Machine avec molette à disque.
- 7) Machine avec tête de coupe avec piquer.

Notons que les machines avec tête de coupe avec tambour sont très utilisées en Europe puisqu'elles permettent d'avoir une variété de profils. (Voir tableau n° 3).



~~MACHINE DE CREUSEMENT DEGALE VB 2~~
 Machine de creusement DEGALE VB 2



Machin de creusement de galerie EV 100

23

LES
TUNNELIERS

IV) LES TUNNELIERS PLEINE SECTION :

Les tunneliers pleine section permettent d'atteindre des vitesses d'avancement très appréciables.

De plus un tunnel creusé mécaniquement ^{tient bon} qu'un tunnel creusé à l'explosif du fait que la roche n'est pas ébranlée.

Notons aussi qu'il n'y a pas de surprofil et qu'il est facile d'appliquer un soutènement métallique ou en panneaux de béton.

Les équipes du personnel sont réduites, les rendements en mètre par homme poste se trouvent quintuplés. Alors que la sécurité est fortement accrue on note aussi l'absence complète des risques d'ébranlement l'élimination des travaux physiques et une lutte contre les poussières efficaces.

A) Caractéristiques principales d'un tunnelier :

Le tunnelier se constitue de plusieurs ensembles qui sont :

- La machine proprement dite.
- La remorque qui porte les accessoires.
- Le pont de transport.
- La bande de chargement.

1) Machine proprement dite :

La machine proprement dite se compose de plusieurs organes ayant des tâches particulières et qui sont :

a) La tête de coupe :

La tête de coupe comprend un tricône central à picots et des taillants à disques ou à picots qui se trouvent répartis sur toute la section selon un schéma bien étudié. Les anneaux de roches éclatent par cisaillement entre deux disques.

Les déblais sont évacués à l'aide de godets placés dans l'arrière de façon à les déverser dans une goulotte. Ils existent deux trous d'homme pour accéder à l'avant de la machine afin de recharger les molettes ou les pièces usées.

La tête de coupe est actionnée par plusieurs moteurs (6 à 8) électriques ou hydrauliques ayant une puissance totale de 800Kw à 1000Kw.

b) Système d'ancrage de la machine :

Le système d'ancrage est un système hydraulique qui comprend un circuit à basses pressions destiné aux services auxiliaires et un circuit à haute pression pour l'alimentation des verins ^{de} poussés sur la tête, des verins de calage au terrain, du verin stabilisateur placé derrière la tête de coupe et enfin du verin de l'appui arrière. La course des verins de poussés peut varier de 1m à 1m50, ceci est important du moment qu'on peut creuser 1m 50 par cycle d'avancement de la machine.

Pour ce qui est de la poussée, elle peut atteindre 750t ce qui veut dire une poussée voisine de 10t par disque. L'importance de cette poussée a permis d'abattre les roches les très dures.

Pour les verins de calage latéraux, leur poussée d'ancrage est de l'ordre de 1800 à 2000t.

Les tunneliers sont capables de travailler sur des courbures en exerçant une poussée différentes sur les verins de droite ou de gauche. Notons qu'au début le rayon de courbure minimum était de 120m mais actuellement on a pu concevoir des machines pouvant découper des tunnels incurvés avec un rayon de 30m.

L'ancrage est souvent réalisé en croix (les verins sont placés à 45° par rapport à l'axe du tunnel).

Les surfaces d'appui doivent être tellement large pour éviter de détruire les roches et par suite les chutes de blocs suite aux effets de serrage et de desirrage, ceux-ci nous évite de nettoyer à la pelle les déblais tombés car ils sont difficile à évacuer surtout si le chargement de

déblais est placé à l'avant de la machine.

Aussi on utilise le calage horizontal dans les terrains de surcontraintes aux endroits les moins sollicités alors que le calage en croix est utilisé aux endroits fortement surcomprimés.

c) Principe de fonctionnement et de propulsion de la machine :

La machine progresse en 4 temps comme l'est expliqué dans les figures (3).

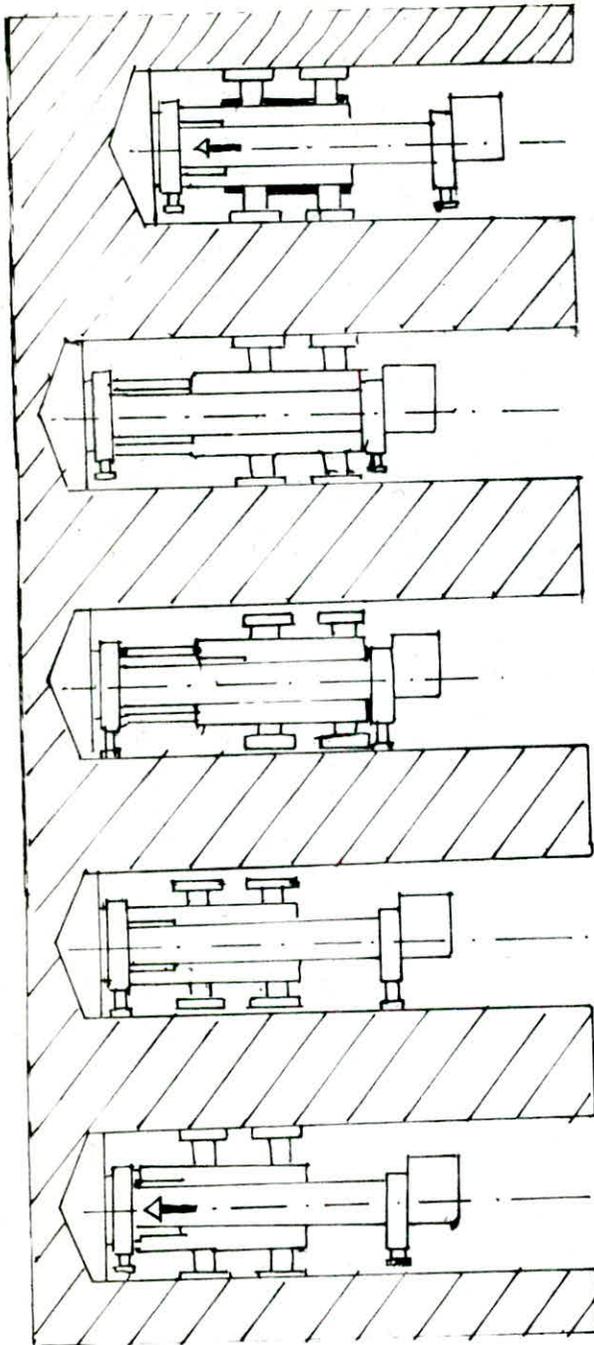
- Pendant la coupe la machine se trouve ancrée au terrain et la poussée s'exerce sur la tête.
- A la fin de course des verins la poussée est arrêtée, on laisse descendre les deux verins d'appui, avant et arrière et on desserre l'ancrage du terrain.
- En admettant la pression dans les verins de poussée qui sont à doubler effet, c'est le corps extérieur de la machine qui avance.
- En fin de course, on ancre de nouveau la machine au terrain puis on relève les patins d'appuis et on recommence la découpe de nouveau.

2) La Remorque :

La remorque est reliée à la machine par une articulation ceci afin d'être halée au moment de l'avancement de la machine.

La remorque porte, les pompes, les coffrets électriques les transformateurs, le dépoussiéreur et un réfrigérateur d'air.

Au dessus se trouve le convoyeur pour l'évacuation.



1^{er} Stade

La machine est ancrée par ses patins latéraux, les appuis au sol sont libres: le forage démarre.

2^{em} Stade

Les verins de poussée sont à fond de course: le forage d'une passe est terminée.

3^{em} Stade

Les appuis au sol sont abaissés, les patins d'ancrage sont desserrés, le corps extérieur de la machine est avancé, grâce aux verins horizontaux qui sont à double effet.

4^{em} Stade

La machine se trouve en position de repos, elle est alignée correctement.

5^{em} Stade

Les patins d'ancrage sont appliqués au terrain, les patins d'appui au sol sont relevés. La tête de forage est remise en marche et appliquée contre le front par les verins de poussée.

Schéma de principe de progression d'un tunnelier

Schema n° 3

3- PONT DE TRANSFERT ET BANDE DE CHARGEMENT:

La bande de chargement est fréquemment reliée à la remorque par un convoyeur pont: La bande de chargement peut avoir une longueur de 50 à 100m afin de reporter le point de chargement des déblais plus loin de la tête de coupe. Aussi on aura un espace libre convenable pour le déchargement du matériel, pour le remplissage du vadier, la pose du rails ainsi que la réserve d'outils.

4- DIRECTION ET NIVEAU.

On matérialise la direction par un rayon laser, celui-ci passe par la croisée des fils de deux écrans suspendus, l'autre à l'arrière de la tête de coupe. Ainsi la trajectoire que doit suivre la machine est matérialisée de façon permanente et le machiniste peut maintenant constamment la direction et le niveau

5- TRANSPORT DU MATERIEL.

Le matériel du soutènement est amené sur des moyens spériaux, pour ce qu'est ^{du} déchargement, il ^{se} souvent transporté par monorail jusqu'à derrière la tête de coupe l'approvisionnement des fronts neussite une planification adéquate pour éviter tout engorgement.

6-SOUTÈNEMENT:

Les spécialistes du soutènement ont jugé que la galerie était auto-portante, les roches ne sont pas ébranlées, ni fissurées cas de l'explosif, et l'on constate très peu de chute de pierres.

nous a amené à utiliser un soutènement léger qui peut être placé immédiatement derrière le front. Les têtes de coupe sont généralement ^{équipées} à l'arrière d'un bouclier permettant la pose du soutènement en toute sécurité. Les cadres de soutènement sont constitués de plusieurs segments en poutrelles légers, assemblés par emboîtement. Le cercle est fermé en couronne par une eclisse coulissante dont le jeu ^(j) peut varier de 18 à 23cm. On s'efforce

démeter au point des dispositifs de mise en place automatique de soutènement. cependant ils sont jusqu'à présent encombrants et fréquemment situés très loin de la tête de coupe.

Actuellement sans machine de pose on arrive à placer une douzaine de cadre dans un temps de travail effectif de six (06) heures.

Caractéristiques techniques des tunneliers de différentes firmes à motrices cylindriques.

Type de la machine	MARK 10	MARK 12	MARK 15	MARK 18	MARK 22	156 CLIMAX	-	ALKIRK HRT 12	SYM 40
Constructeur	JARVA	JARVA	JARVA	JARVA	JARVA	CALWELD	CALWELD	LAWRENCE	BAID
PAYS	USA	USA	USA	USA	USA	USA	USA	USA	RFA
Section du profil (m ²)	2,4-3,0	3,0-3,7	3,7-4,6	4,6-5,5	5,5-6,7	4,0	5,1	3,65	4,0
Nombre de disques	32	40	52	66	82	30	24	-	-
Pression maximale utilisée (MP)	410	545	680	795	915	564	545	-	-
Pression d'appui maximale (MP)	1000	1690	2110	2380	2720	1128	-	-	-
Puissance électrique fournie (kw)	290	385	480	575	770	615	615	530	550
Moment de torsion max des organes de coupe (Kgm)	243000	390000	610000	980000	1370000	640000	780000	-	-
Poids maximal de la machine (t)	50	70	125	200	250	83	155	645	100

Tableau n° 4

Caractéristiques techniques des tunneliers de différentes firmes à motrices cylindriques.

Type de la machine	MARK 10	MARK 12	MARK 15	MARK 18	MARK 22	156 CLIMAX	-	ALKIRK HRT 12	SVM 40
Constructeur	JARVA	JARVA	JARVA	JARVA	JARVA	CALWELD	CALWELD	LAWRENCE	BAD
PAYS	USA	USA	USA	USA	USA	USA	USA	USA	RFA
Section du profil (m ²)	2,4-3,0	3,0-3,7	3,7-4,6	4,6-5,5	5,5-6,7	4,0	5,1	3,65	4,0
Nombre de disques	32	40	52	66	82	30	24	-	-
Pression maximale utilisée (MP)	410	545	680	795	915	564	545	-	-
Pression d'appui maximale (MP)	1000	1690	2110	2380	2720	1128	-	-	-
Puissance électrique fournie (kw)	290	385	480	575	770	615	615	530	550
Moment de torsion max des organes de coupe (Kgm)	243 000	390 000	610 000	980 000	1370 000	640 000	780 000	-	-
Poids maximal de la machine (t)	50	70	125	200	250	83	155	645	100

Tableau n° 4

Q CARACTERISTIQUES DU TUNNELIER DE TYPE MINI-FULLFACER

Le mini-ful facer est un tunnelier comportant une tête de coupe pivotant de haut en bas, il est utilisé pour creuser mécaniquement des galeries de petites sections, il se compose de deux parties: la machine de creusement proprement dite et la remorque

1-Machine proprement dite:

Elle se compose de la tête de coupe, d'un premier convoyeur à raillettes et des dispositifs de réglage. La tête de coupe équipée d'un plateau de 1,40m à 1,60m de diamètre attaque le rocher pendant la montée du bras, pendant la descente les déblais sont évacués, ils sont poussés vers le convoyeur à raillette par la tête de coupe elle-même. La machine avance par pas de 10 à 20cm selon la dureté de la roche prenant appui sur les 2 parois de verins qui servent à caler la machine. Le poids de la machine proprement dite est de 16t.

2- La remorque:

Elle contient le poste de commande, la centrale hydraulique et le deuxième convoyeur à raillette elle pèse 10t.

3- Séquence d'un cycle de creusement:

Les différentes phases de travail d'un Min-Ful face sont les suivants.

- La tête de coupe est arrivée en position basse et les déblais ont été évacués, les 2 patins avant sont devalés.
- Les deux patins arrière restent calés entre les parois du temps la machine est ripée vers l'avant.
- Les patins avant sont calés contre les parois, puis on relève les patins arrière après les avoir décalés.
- Les quatre patins étant calés contre les parois, la tête abat les roches, le bras pivotant vers en haut.
- Lors de la descente du bras, la tête de coupe pousse les déblais vers le convoyeur à raclettes.

4- Evacuation des déblais vers l'arrière:

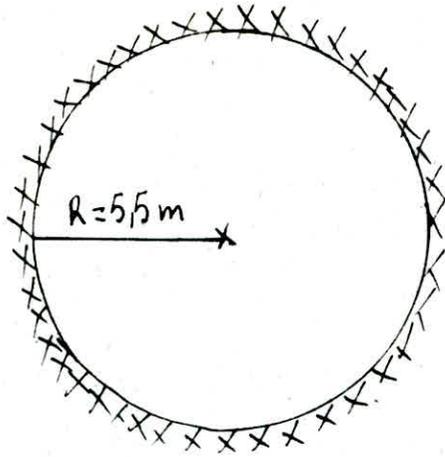
Les déblais sont évacués vers l'arrière au moyen de deux camions-navettes.

Le premier camion relié au tunnelier sert de tremie de stockage des deblais, ce qui permet de remplir le deuxième lorsqu'il revient apres avoir dechargé les deblais.

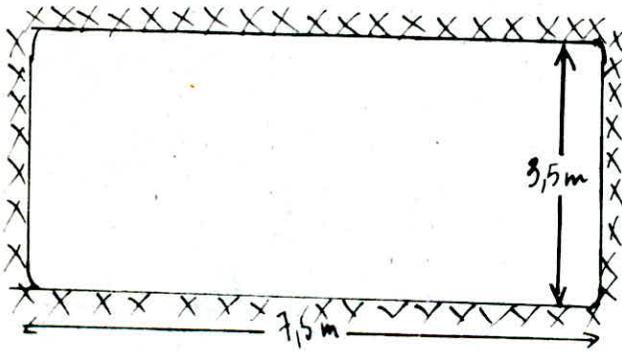
Caractéristiques techniques des tunneliers FF Atlas COPCO.

Profil de l'ouvrage creusé	TYPE De la machine	Dimension de l'ouvrage (m)	LONG max de la machine (m)	Poids de la partie principale (t)	Puissance développée (Kw)	Rayon min du ouvrage (m)
Circulaire	FF 260	2,60	13,40	63	250	70
	FF 280	2,80	13,40	70	360	60
	FF 310	3,10	13,40	78	360	50
	FF 400	4,00	15,20	106	430	50
	FF 480	4,80	15,20	150	520	50
	FF 550	5,50	15,00	190	650	50
Rectangulaire 	FF 1321	13 x 2,1	12,100	24	150	100
Rectangulaire 	FF 4826	4,88 x 2,6	15,100	90	500	-

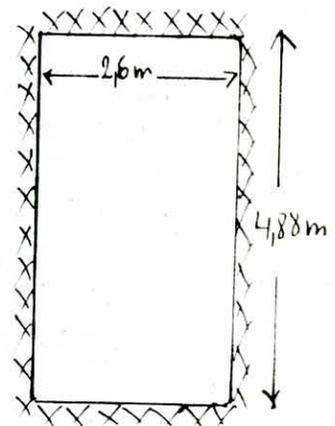
Tableau n° 5



Forme de section circulaire
creusée par un tunnelier
de Type FF 550

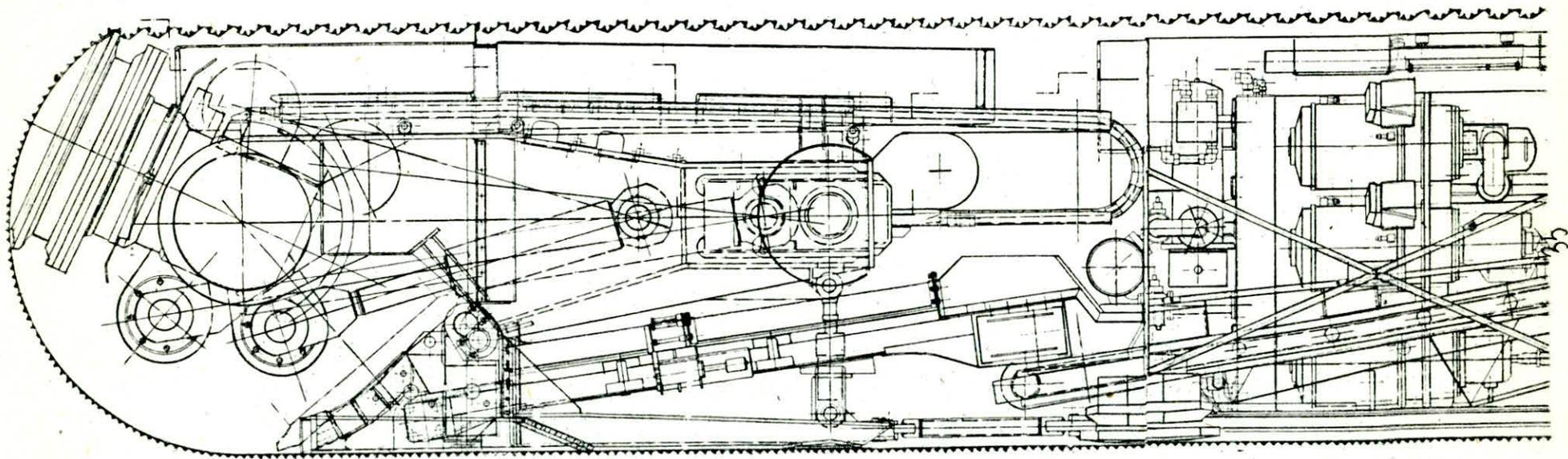


Forme de section rectangulaire
creusée par un tunnelier de
type FF 7535.



Forme de section rectangulaire
creusée par un tunnelier
de type FF 4826

Schema n° 3



Obj. 01.234. Konstrukce razítko stroje Mini fullface Atlas Copco

Tunnelier de type Mini fullface ATLAS COPCO

AMELIORATION TECHNIQUE
DU CREUSEMENT
MECANISE

IV- AMELIORATION TECHNIQUE DU CREUSEMENT MECANISEE DES GALERIES AU ROCHER.

La machine de creusement des galeries, contrairement aux explosifs n'ebbranle pas les roches et ne blesse pas les terrains encaissants, il en resulte des galeries meulleur donc une durée de vie plus importante et des frais de soutènement reduits. Les galeries creusées mecaniquement presentent aussi l'avantage d'avoir les parois lisses offrant ainsi une resistance plus faible au courant d'eau ou d'aerage. Les difficultes ou l'impossibilite de trouver des resultats sur l'utilisation des machines de creusement en Algerie nous ont poussé à commenter des resultats obtenus par des machines de creusement utilisées en R.F.A. Depuis 1971 à 1979, on a utilisé dans six mines Allemands des machines de creusement à pleine section de diametre variant de 3,0 à 6,1m, la longueur total creusie a été de 28 km. Le tableau n°6 resume les caracteristiques techniques des machines et des galeries creusées par les machines. La vitesse d'avancement maximal atteinte etait de 35m/j alors que la vitesse moyenne de creusement se trouve à 13m/j (jours d'arrêr exclus) et de 12m/j (jours d'arrête inclus).

1 - Coûts des creusements:

La machine à plein section d'un diametre de tte de coupe de 6m coûte, y compris les appareier auxilliaires, environ 9 millions de DM. Les machines sont generalement amorties sur une longueur de 10.000m. Les coûts net du creusement de galerie sont compris entre 5000 et 6000 DM/m. Les travaux avant et après creusement interviennent pour une part importante dans le coût du creusement. Le creusement de la chambre de montage de la galerie de demarrage et l'autre galeriède preparation necessite une depense de 1,5 million de DM environ. A cela s'ajoute les frais de transport et de montage qui s'elevent à 1 million de DM. Les frais de main d'oeuvre sont compris entre 20000 et 25000 DM/j, alors que le transfert de la machine au fond entre diffirents chantiers revient à 1million de DM environ. C'est pour ces raisons que la rentabilite de ces machines n'est obtenue que pour des vitesses de creusement très elevées et qui ne sont pas realisables actuellement.

Valeurs caractéristiques des galeries creusées dans le bassin de la Ruhr à la date du 15 novembre 1978, avec des machines de creusement à pleine section.

	MINES					
	Minister Stern.	Sophia Jacoba	Consolidation.	Rheinland.	Monopol.	Victoria.
Longueur de galerie prévue ----- m	6956	138	1560	21230	7200	5900
Longueur de galerie creusée ----- m	6956	138	1560	10441	4774	4233
Diamètre de la tête de coupe ----- m	4,8 et 5,1	5,3	3,0-5,3	6,0	5,4	6,1
Vitesse de creusement maximal ----- m/j	35,2	15,1	15,6	34,0	35,5	30,8
Vitesse de creusement -- m/j	9,0	5,6	7,2	9,3	11,6	12,8
Constructeur	Robbins	Wuth	Wuth	Demag	Robbins	Demag
Période	71-73	72	71-72	depuis 73	depuis 77	depuis 77

Tableau n° 6

2) COMPARALSON DES COUTS ENTRE LE CREUSEMENT MECANISE ET LE CREUSEMENT A L'EXPLOSIF.

Si l'on compare les coûts de creusement mécanisé de galerie y compris les travaux ^{avant} et après creusement en fonction, de la longueur du creusement et de la vitesse de creusement, aux coûts moyens du même creusement à l'explosif et ce pour une section de 28m^2 .

Il apparait que la rentabilité en fonction de la longueur de creusement n'est obtenue qu'à partir de vitesse de creusement trop importante et qu'il est difficile d'atteindre.

Alors, qu'avec des vitesses moyennes de 13m/j on peut atteindre le point de croisement entre rentabilité de creusement mécanisé et celui du creusement à l'explosif, pour une longueur de 10000m . (Voir graphes 2,3).

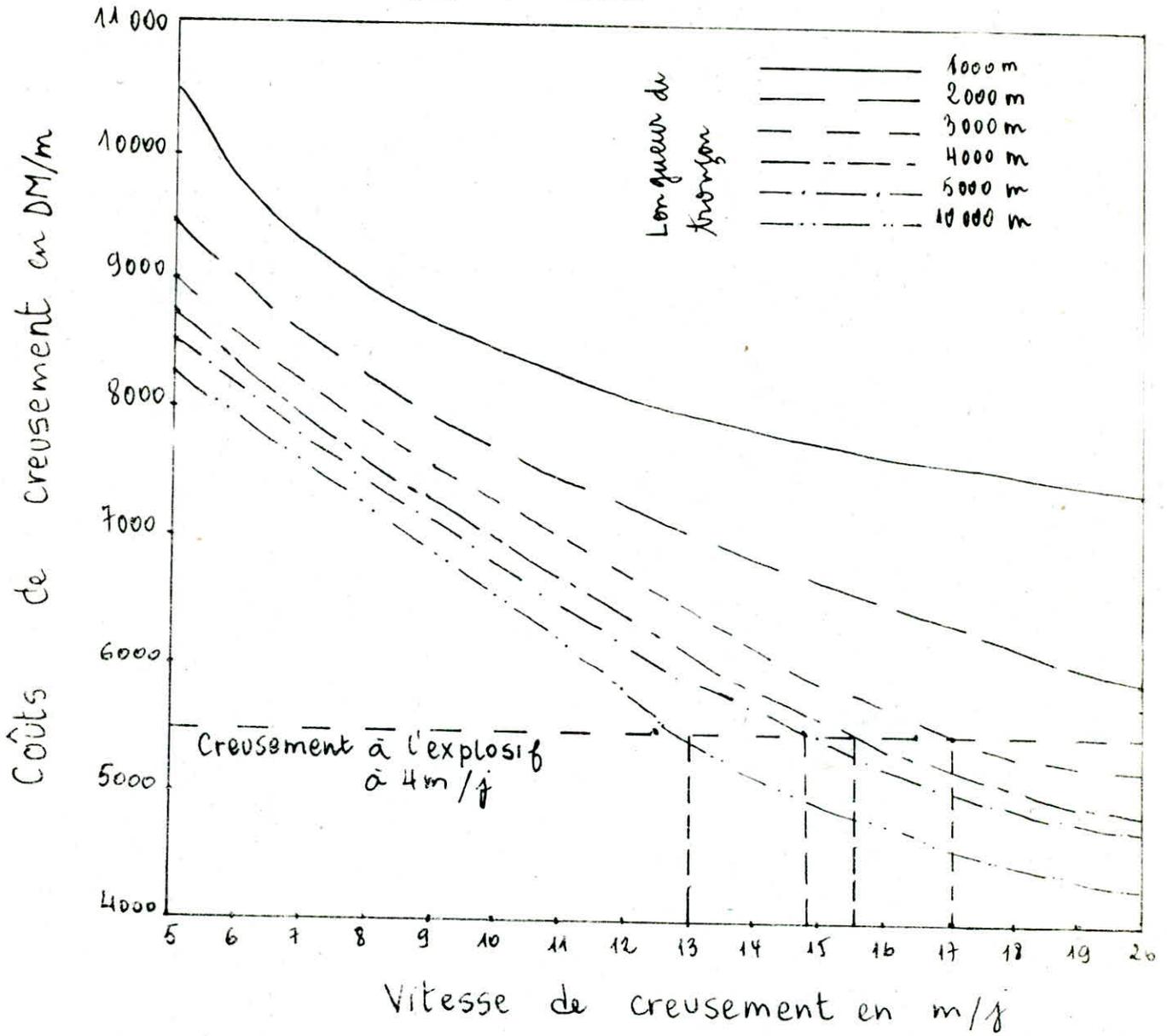
Cependant un résultat analogue est obtenu en considérant, les frais de transfert chaque fois nécessaires, quand le creusement est réalisé en tronçons de 5000m de longueur (Voir graphes 4,5)

Notons que cela est fait, tout en considérant que les coûts de creusement à l'explosif sont très favorables et que tout le prix de revient ne dépasse pas 6000 DM /m .

Avec les contraintes et pour une vitesse moyenne d'avancement de 13m/j on a pu atteindre ^{Présent le point de croisement entre} le point de creusement mécanisé et celui à l'explosif pour des tronçons de 3000m .

D'où la rentabilité du creusement mécanisé n'est obtenue à présent que pour des tronçons de longueur d'au moins 3000m .

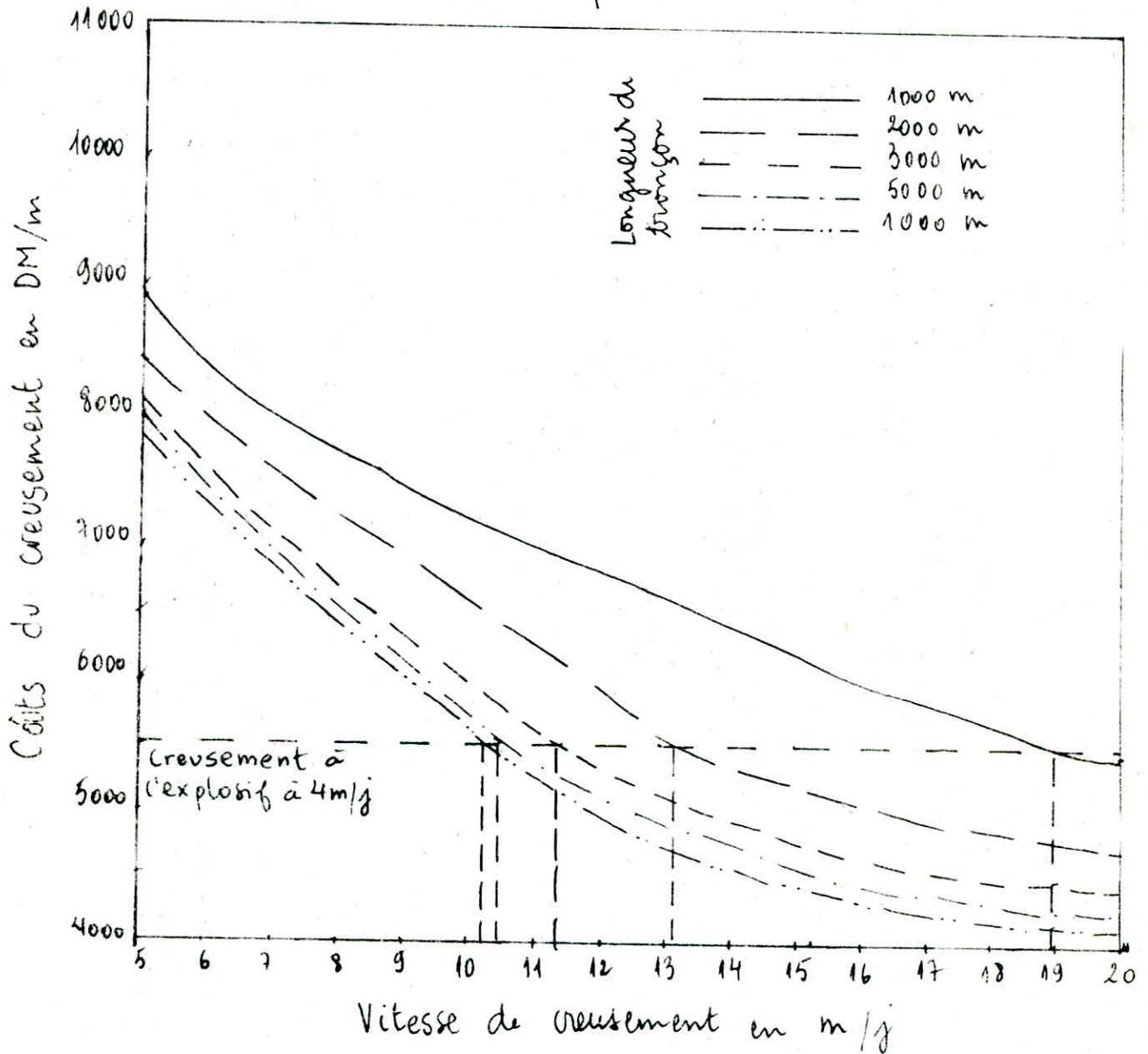
Valeurs reelles



Comparaison des coûts de creusement d'après les valeurs reelles entre le creusement mecanisé et le creusement à l'explosif.

Graphe n° 2

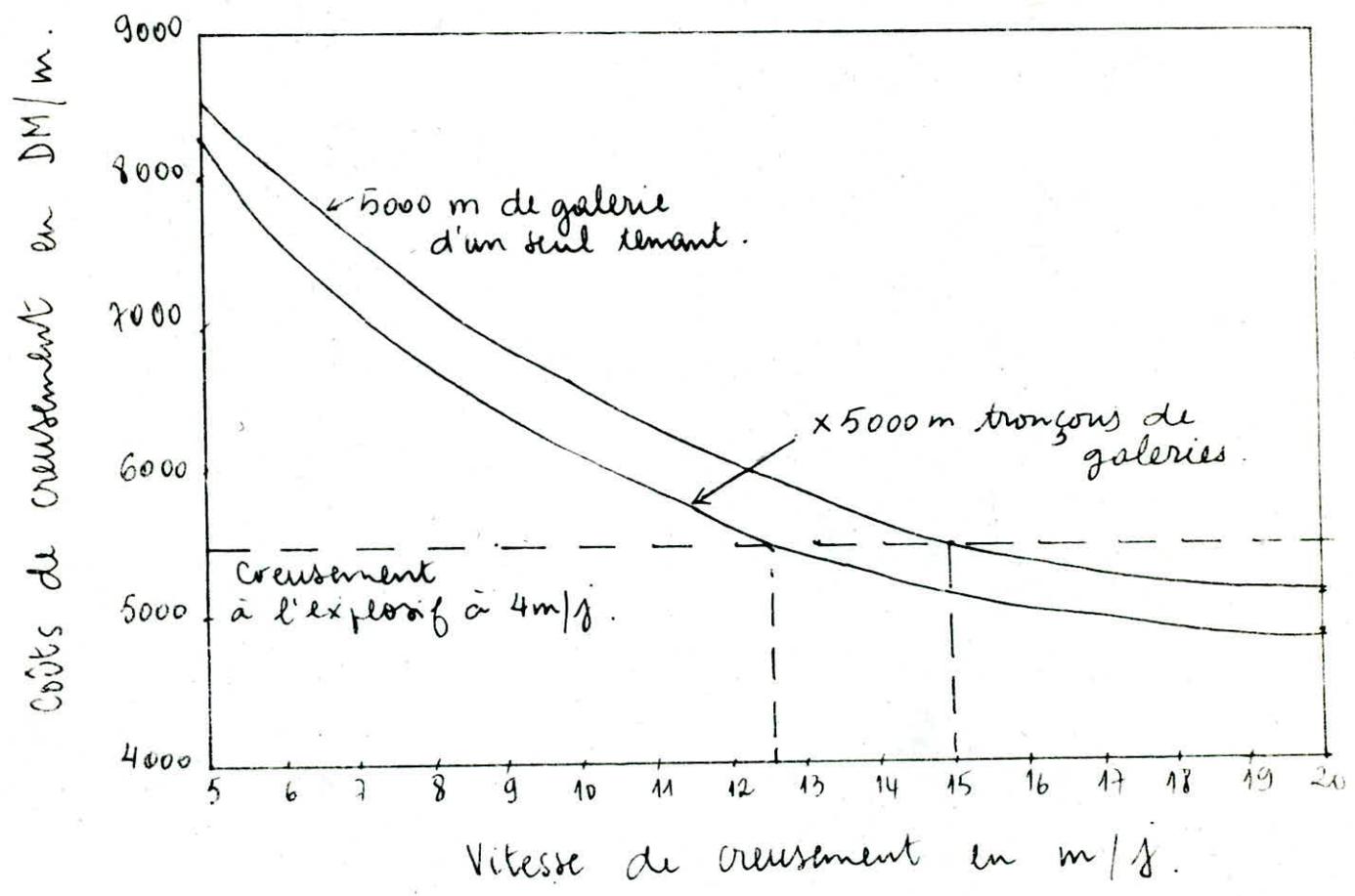
Valeurs theoriques



Comparaison des coûts de creusement d'après les valeurs théoriques pour des coûts réels des outils ainsi que du travail avant et après creusement.

Graphe n°=3

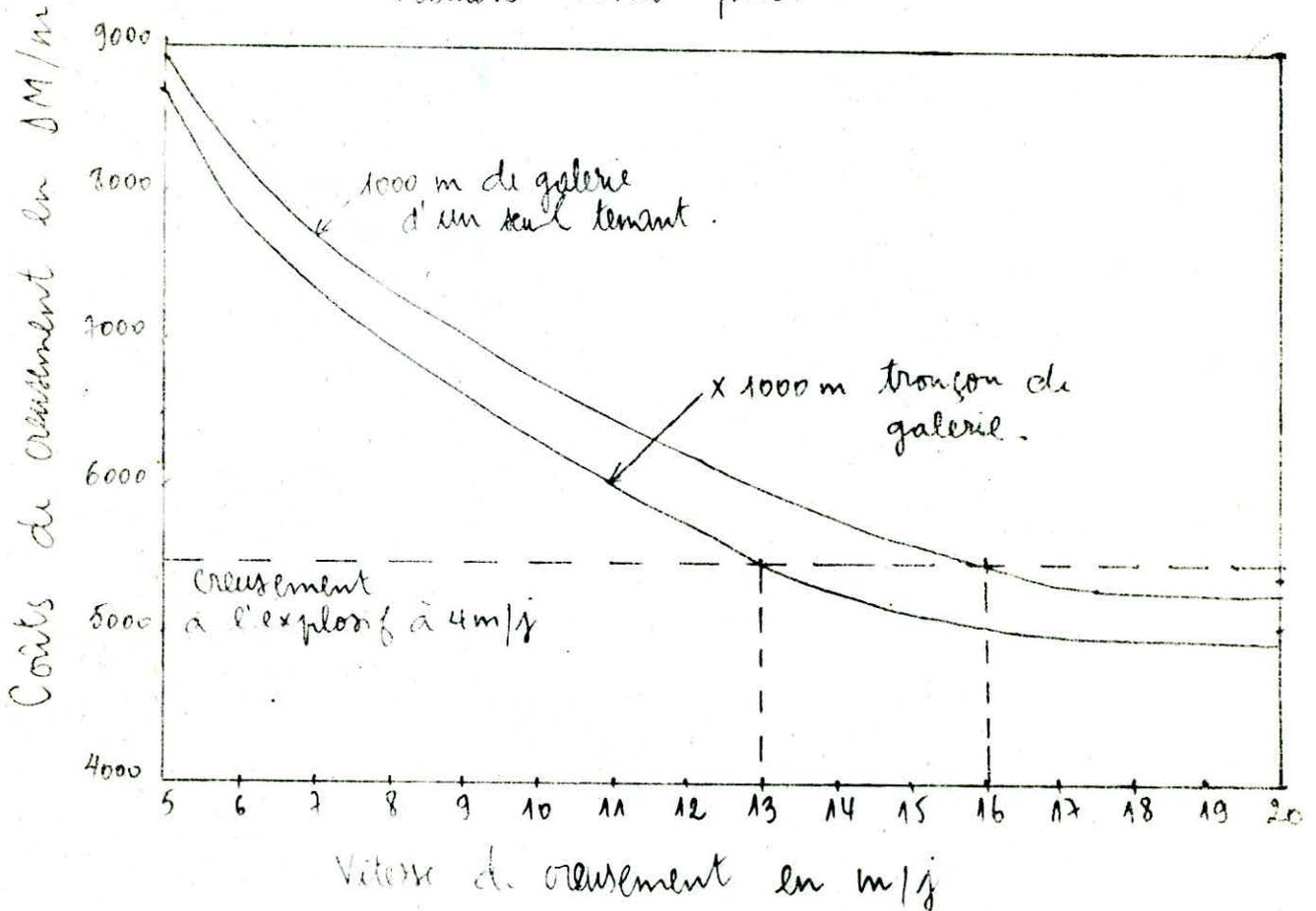
Valeurs réelles.



Comparaison des coûts de creusement d'après les valeurs réelles pour un tronçon unique de 5 km et un tronçon partiel de 5 km, entre le creusement mécanique et celui à l'explosif.

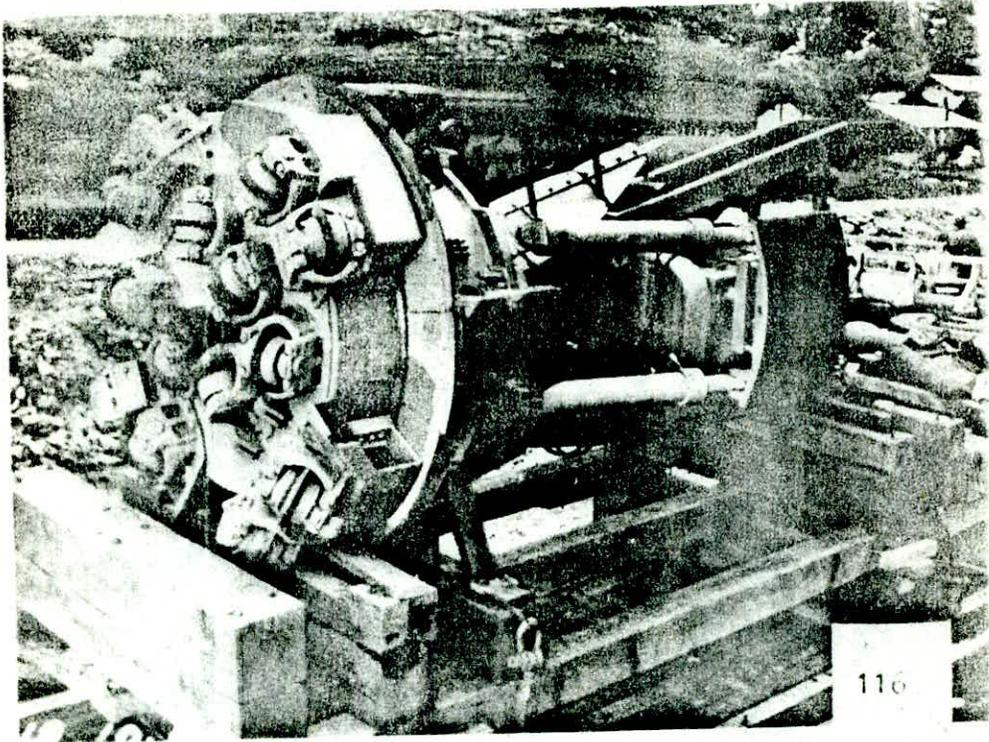
Graphique n° : 4

Valeurs théoriques.

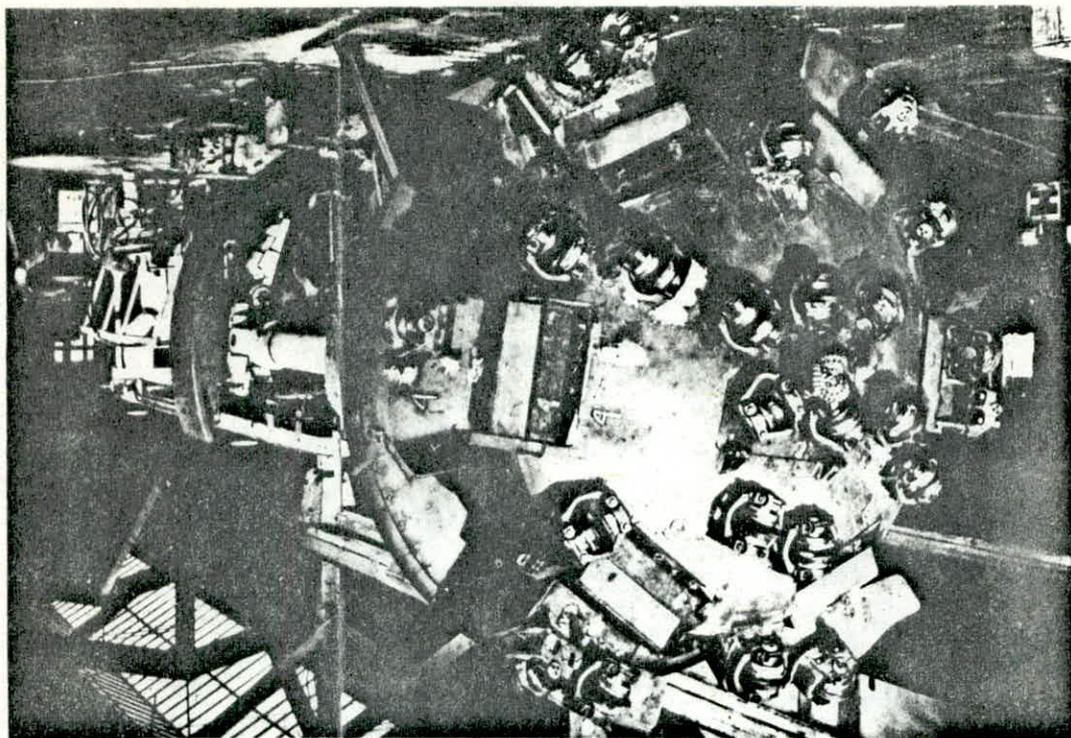


Comparaison, entre creusement mécanique et celui à l'explosif, basée sur des coûts réels pour les outils de coupe ainsi que les travaux avant et après creusement d'une galerie d'un seul tenant de 1 km et d'un tronçon partiel de 1 km.

Graphique n° 5



Machine de creusement ROBBINS



Machine de creusement ROBBINS

3- AMELIORATION DE LA RENTABILITE PAR DE NOUVELLES TECHNOLOGIES.

Le developpement du creusement mecanisé n'a cessé de croître dans le sens du succès, au cours de ces dernières années, ceci a été rendu possible grâce à l'amélioration des outils de fragmentation de la roche. C'est ainsi que pour les roches dures et mi-dures il s'agit de l'amélioration du mode de travail des molettes à disques qui à présent sont optimisées techniquement et économiquement. Économiquement, la durée de vie de ces outils se trouve augmentée alors que les frais de fabrication de ces outils à été réduit. Techniquement compte tenu des possibilités de roulements à billes à transmettre l'énergie pour détruire la roche, vu la possibilité de charge des paliers et de la transmission maximale d'énergie sur la roche. Ainsi pour une molette de ce type on transmet à la roche une puissance de 7 à 18 KW par disque nécessitant une force de poussée de 50 à 150 KN par disque il en résulte une poussée totale sur la tête de coupe de 1000 à 1100 KN par mètre du diamètre de la tête de coupe. De telles forces exigent des machines stables et par conséquent de 10 à 11 t par m² de section forée. Ainsi pour des sections de diamètres de 5 m à 8 m, le poids de la machines doit être de 200 à 500 t voir tableau (n°).

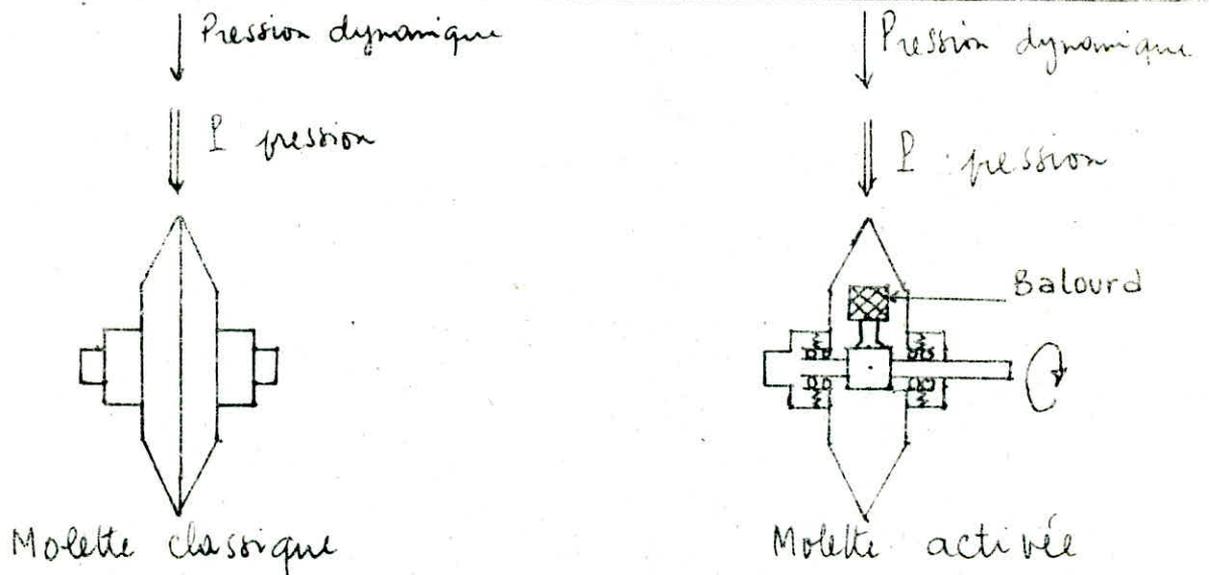
a) Utilisation de molettes activées:

L'activation de molettes veut dire la substitution dynamique, par un système excitateur remplaçant les forces statiques nécessaires pour la transmission d'énergie aux molettes. Les outils possèdent des balourdes incorporées qui par réglage correspondant de la masse du balourd et modification de la fréquence d'oscillation permettent un large réglage progressif de la force centrifuge et de l'amplitude (Voir Schema n° 4). Lors des essais effectués jusqu'à présent on a pu atteindre dans le domaine du nombre de t/mn supercritique de plus de 3000 t/mn, c'est à dire on détermine des différents domaines de résonance du système oscillant des forces centrifuges de 200 Kn qui permettent de couper la roche la plus dure tel le granit (voir graphe n° 6).

Caracteristiques d'une molette à disque
(machine à pleine section).

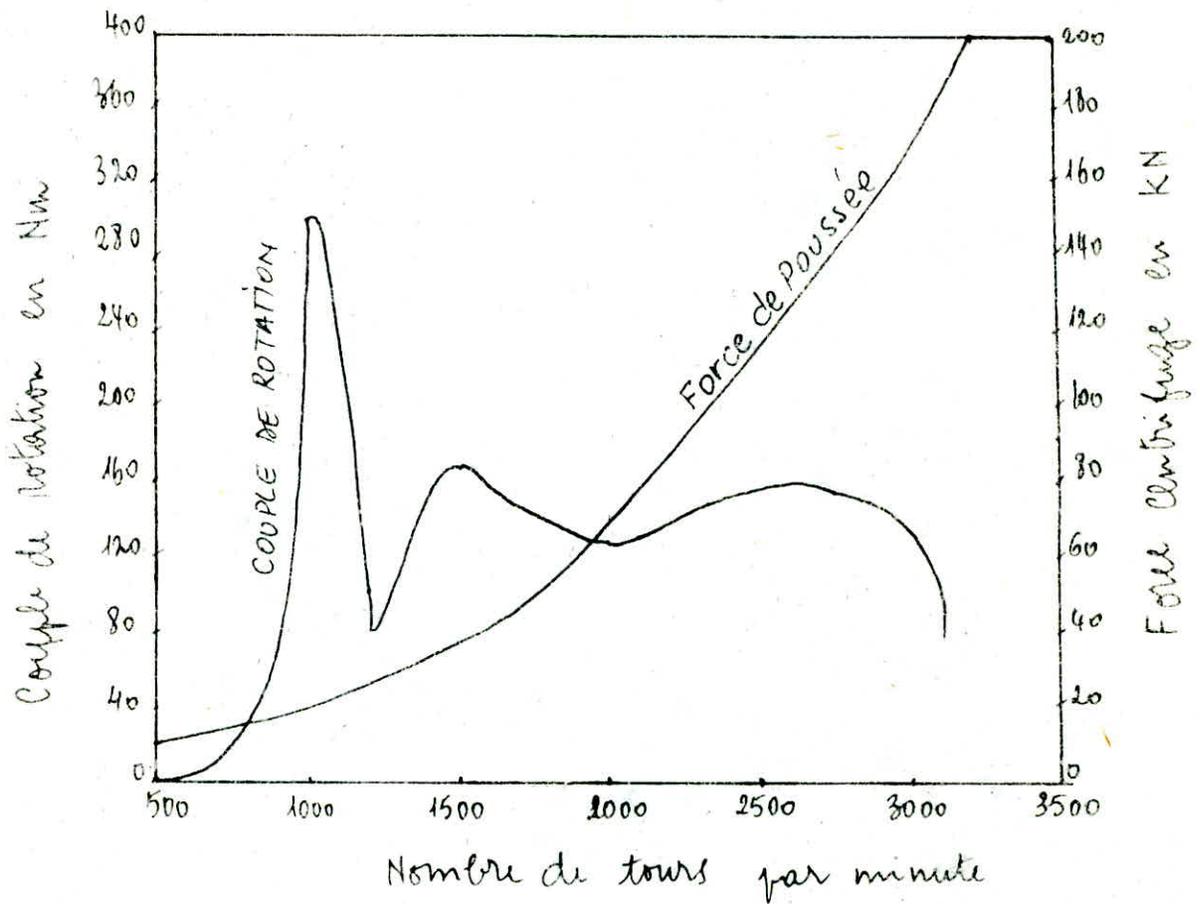
Caracteristiques	Valeur
Force de poussée KN	50 - 100
Force de poussée par metre de diametre de la tête de coupe KN	1000 - 11000
Puissance transmissible - - - - - KW	7 - 8
Poids de la machine par m ² de section forée - - - t	10 - 11

Tableau n° 7



Schema de l'activation d'un outil à molette par un balourd tournant comme remplacement des forces de pression statiques par des processus dynamiques

Schema n° : 4



Relation entre le couple de rotation, la force centrifuge et le nombre de tours par minute d'un balourd tournant dans le cas de l'activation d'un outil de coupe à molette.

Graphique n° 6

Les molettes activées du type décrit peuvent être fabriquées aux dimensions des molettes actuellement utilisées. Elles peuvent être mises en place en nombre assez grand sur la tête de coupe de la machine de creusement à pleine section. Elles conviennent aussi en version de construction plus grande et par conséquence avec des forces centre fuges plus élevées, vraisemblablement, surtout par une action dirigée de certaines molettes activées par exemple sur des machine à attaque ponctuelle.

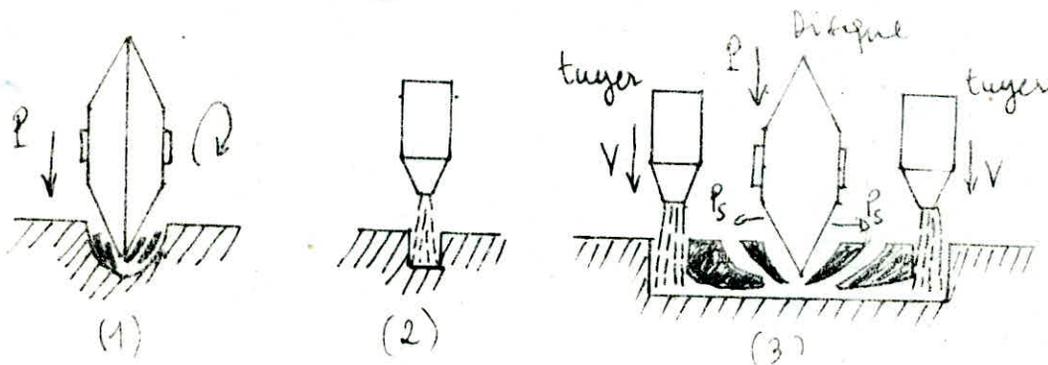
b) Utilisation des jets d'eau à haute pression:

Le jet d'eau à haute pression possède une puissance de découpage très élevée du fait de la transmission d'énergie sur une surface de contact extrêmement petite entre le jet d'eau et la surface de la roche. La transmission de puissance par le jet d'eau est 1500 fois plus élevée que celle transmise par la molette. Le principe de l'association de jets d'eau et de molettes pour la roche repose sur le fait qu'avec les jets d'eau, on découpe sur les deux côtés de l'outil des entailles et par là des surfaces dégagées dans la roche, contre lesquelles la molette peut cisailier les arêtes de roches qui sont demeurées entre les entailles (voir schéma 5). Ainsi il est possible de réduire l'intensité des forces statiques nécessaires pour le mode de travail de la molette. *On se rapporte au calcul du prix de revient on aboutit.* Si ~~aboutit~~ à une réduction, de la poussée nécessaire ainsi qu'au poids de la machine, de 50% environ des valeurs nécessitées par la foration purement mécanique. Des essais ont été entrepris sur une machine de type Wirth TB.I.H, où sa tête de coupe a été équipée de 1000 tuyers pour eau à haute pression. La production d'eau sous pression de 1201/mn à 3500-4000 bars se fait par 4 surpresseurs d'une puissance de 1000 KW. Avec cette installation, on peut alimenter environ 70 tuyers de 0,25 mm de diamètre et 10 à 12 tuyers de 0,63 mm de diamètre. Les essais de creusements ont eu lieu dans une mine en gréscoù la résistance à la compression des roches est de 10 KN/cm² et la résistance à la traction est de 800 KN/cm². Les meilleurs résultats obtenus à présent l'ont été en disposant de 10 tuyers de 0,63 mm et 2 tuyers de 0,35 mm placés régulièrement sur le rayon de la tête de coupe afin que les jets

Caractéristique technique d'une molette à disque équipée de jets d'eau à haute pression.

Valeur caractéristique	Disque	tuyau	Association
Force de poussée kN	50-100	0	25-50
Force de poussée par mètre de diamètre de trou foré kN/m	1000-1100	0	500-600
Transmission de puissance kW	7-8	12-13	15-20
Pression d'eau Bar	-	3000-4000	3000-4000
Vitesse de sortie de l'eau m/s	-	500-1000	500-1000
Surface de contact cm^2	5-10	0,005-0,01	5-10
Transmission de puissance spécifique kW/cm^2	1	1500	15-20
Poids total de la machine par m^2 de section forée t/m^2	10-11	-	5-6

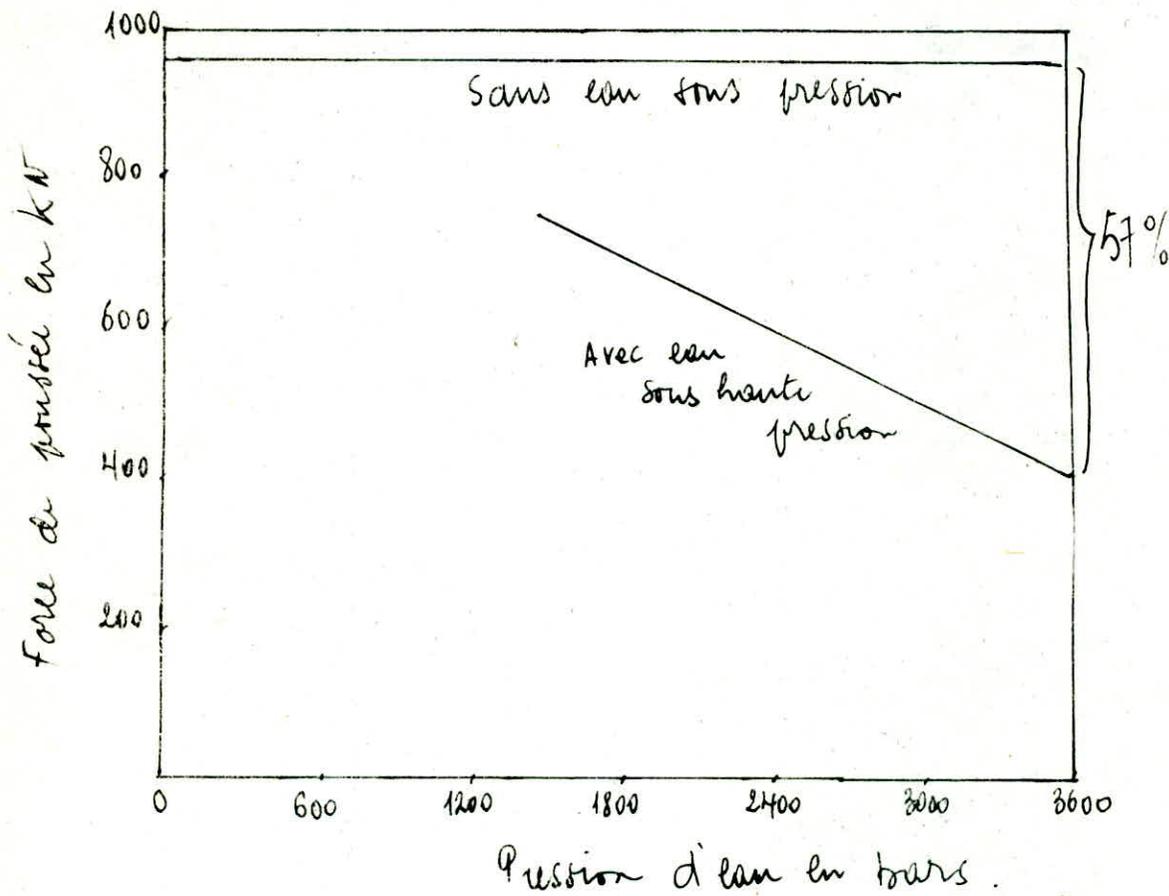
Tableau n° 8



- 1: Transmission de puissance par la molette
- 2: Transmission de puissance par les jets d'eau à haute pression
- 3: Combinaison des deux systèmes (1 et 2) lors de la fragmentation des roches.

Schema n° 5

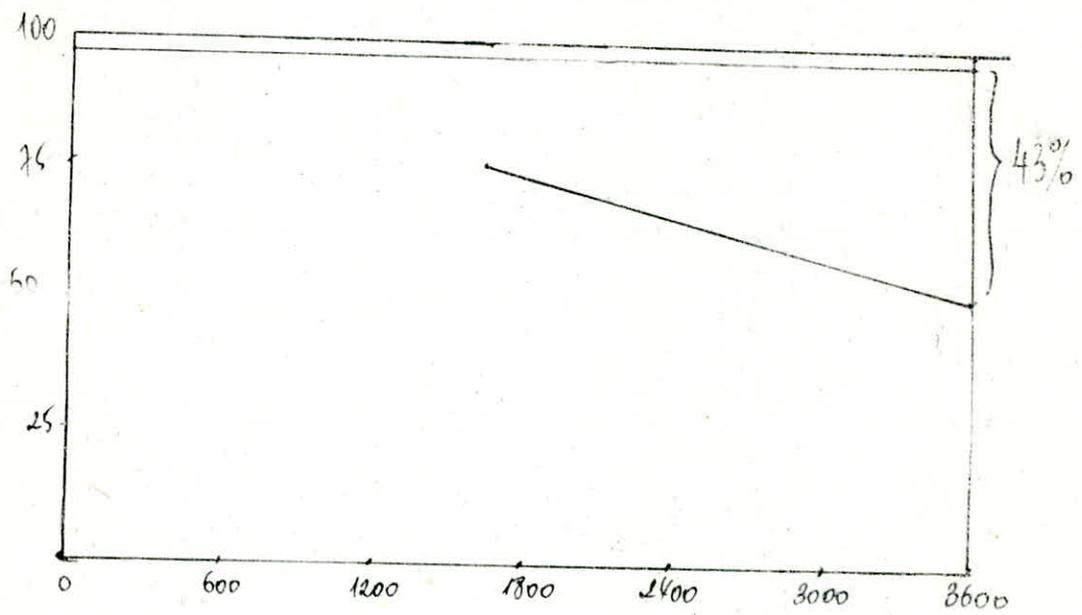
d'eau decoupe des encoches concentriques dans la roche entre les molettes pendant la rotation de la tête de coupe. Pendant ces essais le nombre de tr/mn de la tête de coupe etait de 2cm/mn qui necessite une **force** de poussée de 1000 KN **coût** en cas de **fraction** purement mecanique. Par la mise en oeuvre des jets d'eau à haute **pression** on a pu, avec des pressions d'eau croissantes de 1500 à 3600 bars, reduire la force de poussée precedemment necessaire de 57 % et egalement reduire la demande de puissance de la tête de coupe de 43 / et ce pour une pression d'eau de 3600 bars. Les graphes (7, 8) expliquent ou donnent une vision clair sur la possibilité de reduire les deux parametres à savoir en puissance de la tête de coupe et **la** force de poussée et bissent prévoir la construction de machines à attaque globale avec tous les avantages economiques resultants à savoir l'obtention de machine plus légères et de dimensions reduites d'un côté, et la suppression presque complete des poussières de l'autre côté, ce qui est d'autant interessant du fait de la suppression des installations de depoussierage. Comme inconvenients pour l'utilisation d'une telle technique on cite les problemes techniques car dans les essais effectués la puissance installés pour l'eau à haute pression etait de 150 à 200 KW/m² de section forcée ce qui veut dire, si l'on veut une section de 25 à 30 m², il nous font une puissance de 4500 à 5000 KW entraînant ainsi des consequences nuisibles sur les conditions climatiques et tout ce qui en resulte. Un des **obj**ectifs essentiels, des essais actuels, vise à reduire de grandes proportions la depense d'energie supplementaire par l'utilisation derégée et selective des jets d'eau à haute pression.



Diminution de la force de poussée par la combinaison de molette avec des jets d'eau à haute pression
 Les paramètres sont : 10 tuyers de 0,63 mm de diamètre, 1 tuyers de 0,35 mm de diamètre. Nombre de tours par minute de la tête de coupe égal à 12. Vitesse de rotation : 2 cm/min

Graphique n° : 7

Demande de puissance en kW



Pression de l'eau en bars

Diminution de la demande de puissance par la combinaison des molettes avec des jets d'eau à haute pression.

Graphique n° : 8

CONCLUSION

CONCLUSION

En conclusion de cette étude, on peut énumérer les avantages procurés par l'emploi de la mécanisation du creusement ainsi que les inconvénients qui en résultent, et de là on laisse prévoir des solutions pouvant améliorer ces avantages et réduire le plus possible les inconvénients.

A- Avantages de la mécanisation de creusement:

1) Augmentation de la sécurité du travail, du fait que les roches ne sont pas fissurées, contrairement au creusement à l'explosif, ce qui implique une élimination presque complète des risques d'ébranlement.

2) Absence de vibration : la roche ne recevant pas d'énergie vibratoire, garde sa stabilité, entraînant ainsi de faibles risques d'ébranlement.

3) Diminution de l'horos- profil:

Cette diminution implique automatiquement une diminution de la masse de déblais à évacuer et une diminution de la masse de béton pour le soutènement.

4) Amélioration de la ventilation:

Lors du creusement mécanisé les parois de la galerie sont lisses en comparaison à celle creusée à l'explosif ce qui entraîne une bonne circulation de l'air .

5) Abaissement de la main d'oeuvre:

Le creusement mécanisé demande que 50 % de la main d'oeuvre utilisée dans le creusement à l'explosif, notons que 60 % du prix de revient du creusement à l'explosif représente les salaires de la main d'oeuvre.

6) Amélioration des conditions de travail:

Les conditions d'hygiène sont plus favorables, le travail est moins pénible, il y'a automatisation du travail qui nécessite seulement de la main d'oeuvre qualifiée.

B) Inconvénients de la mécanisation du creusement:

- 1) Frais d'acquisition très élevés ce qui rend l'utilisation de ces machines à des domaines de bonne rentabilité.
- 2) Frais de démontage de transport et de remontage du matériel important, limitant ainsi l'emploi de ces machines à des tronçons de galeries suffisamment longs pour amortir les frais.
- 3) La machine de creusement n'est pas fidèle et des pannes peuvent surgir d'un moment à l'autre.
- 4) Production de poussière très importante.
- 5) Qualification poussée d'une partie du personnel.
- 6) La pente des galeries qui peuvent être creusées mécaniquement est limitée à 10 - 12° en montant ou en descendant, alors que la pente latérale est limitée à 4°.
- 7) Conditions géologiques : la vitesse d'avancement est étroitement liée aux conditions tectoniques.

Bibliographie.

- 1) Valechovic, F et All : Rŕezenie Banskych Die , ALFA
Bratislava (Creusement des ouvrages miniers)
- 2) Collectif des auteurs : Hornicka Prirucka (Manuel
d'exploitation des mines)
SNTL PRAGUE.
- 3) HENNEKE, J , BAUMANN, L : Amelioration technique du creuse-
ment mecanisé des galeries au rocher.
Industrie minerale 1980.
- 4) STassen, P : Creusement des galeries au rocher .
Presse universitaire de Liege .

