

# Rationalisation et mécanisation des creusements des voies d'exploitation

par R. PIRONET,

Ingénieur Divisionnaire à la S.A. Cockerill-Ougrée,  
Division des Charbonnages Belges et Hornu et Wasmes.

---

## SAMENVATTING

*De rationalisatie en de mechanisatie van de delving der ontginningsgalerijen werd ter studie gelegd in de afdeling « Charbonnages Belges et Hornu-Wasmes » van de N.V. « Cockerill-Ougrée », met het doel de toepassing ervan rechtstreeks uit te breiden tot een zo groot mogelijk aantal in bedrijf zijnde ontginningsgalerijen.*

*Met deze doelstelling, ontleedde het probleem zich in de volgende elementen :*

- *Studie van de technische voorwaarden en uitwerking van proeven.*
- *Opstellen en aanpassen van de methodes en middelen om een feilloze, doelmatige en voldoende snelle verbreiding van de toepassing te verzekeren.*
- *Uitwerking van een controlesysteem om de bestendigheid van de toepassing te verzekeren.*

*De inhoud van deze bijdrage is als volgt onderverdeeld :*

Hoofdstuk I : Studie van de technische voorwaarden van de delving.

- *Indeling van de ontginningsgalerijen in 3 types : horizontale galerijen, galerijen in richting, koptgalerijen.*
- *Delvingsvoorwaarden eigen aan de ontginningsgalerijen.*
- *Opzoeken en keuze van de middelen tot rationalisatie en mechanisatie, voortgaande op het onderzoek van de werkelijke mogelijkheden van de handarbeid.*

Hoofdstuk II : Toepassing in de praktijk van de resultaten der studie.

- *Opsomming van de op te lossen problemen.*
- *Efficiënte vorming van de arbeider.*
- *De uitvoering.*
- *De toekenning van de lonen op psychologisch georganiseerde basis.*

Hoofdstuk III : Toepassingen en resultaten.

- *A. Galerijen voor wagenvervoer.*

*Mechanisatie van het laden door middel van emmerkettingen en van het boren met snelle boorhamers op boorknecht.*

*1.200 m galerijen gedolven met een gemiddelde prestatie van 49 cm per man en per dienst aan een gemiddelde kostprijs van 730 F/m.*

- *B. Galerijen voor transportbanden.*

*Gevallen van gedeeltelijke mechanisatie door speciale pantser en laadriem.*

- *C. Koptgalerijen.*

*Toepassing van de methode « scraperpacking », voor het aanbrengen van de opvullingsdam.*

## RESUME

Le problème de la rationalisation et la mécanisation des creusements des voies d'exploitation a été abordé à la Division des Charbonnages Belges et Hornu et Wasmes de la Société Anonyme Cockerill-Ougrée en vue d'une application à étendre directement au plus grand nombre des voies d'exploitation en activité.

Sur cette base, le problème devait comprendre les divers éléments suivants :

- Etude des conditions techniques et développement éventuel d'essais ;
- Elaboration ou appropriation des méthodes et moyens permettant une mise en application sûre, efficace et suffisamment rapide ;
- Adaptation d'un système de contrôle pour affirmer la permanence des applications développées.

Le sommaire de l'exposé est le suivant :

Chapitre I : Etude des conditions techniques de creusement.

- Classification des voies d'exploitation en 3 types fondamentaux : voie de niveau, voie en direction et voie de tête de taille ;
- Conditions de creusement particulières aux voies d'exploitation ;
- A partir de l'examen des possibilités réelles du travail manuel, recherche et choix des moyens de rationalisation et de mécanisation.

Chapitre II : Mise en pratique des résultats d'études.

- Enumération de tous les problèmes à résoudre ;
- La formation efficiente des travailleurs ;
- La mise en route ;
- Le problème des salaires considéré sur des bases psychologiquement organisées.

Chapitre III : Applications et résultats.

- A. Cas des voies à chariots.

Mécanisation du chargement par chargeuse à godet et du forage par perforateurs rapides sur béquilles.

1.200 m de voies creusées avec le rendement moyen de 49 cm par homme poste et le prix de revient moyen de 750 F du mètre.

- B. Cas des voies en direction.

Mécanisations partielles du chargement par panzer spécialement aménagé et par sauterelle.

- C. Cas des voies de tête de taille.

Application de la méthode de scraper-packing pour la mise en place des terres en tête de taille.

## CHAPITRE I

## ETUDE GENERALE DE LA TECHNIQUE DU CREUSEMENT DES VOIES D'EXPLOITATION

## A. INTRODUCTION

1. Diversité du problème.  
Nécessité d'une classification.

Le problème du creusement des voies d'exploitation n'est pas un problème unique, mais bien un problème multiple. Avec un peu de rigueur, on peut admettre que chaque cas de creusement est un cas d'espèce. Effectivement, les paramètres qui définissent le problème sont nombreux et essentiellement variables : conditions de gisement (ouverture de la couche, pente, dureté de la couche et des épontes) ; section de creusement et mode de soutènement ; mode d'exploitation de la taille...

L'intérêt d'un critère de classification, ramenant l'étude du creusement de l'ensemble des voies à

celle d'un nombre limité de types bien définis de voies, est évident.

Nous avons considéré le critère suivant : le mode d'évacuation des produits obtenus à l'occasion du creusement.

Le choix n'est pas fortuit ; l'opération de chargement des produits est toujours principale et doit donc constituer le souci prédominant de l'organisation ; d'autre part, les différentes conditions dans lesquelles l'évacuation des produits s'effectue correspondent justement à des techniques de mécanisation bien distinctes.

Pour l'ensemble des voies, trois types ont été retenus :

1°) Voie avec chargement direct des produits abattus en chariots. C'est le cas de la voie de niveau.

2°) Voie avec chargement direct des produits abattus sur un engin de transport continu. C'est le cas de la voie en direction.

3°) Voie avec évacuation des produits en remblai dans la taille, au voisinage de l'endroit de creusement. C'est le cas de la voie de tête de taille, qu'elle soit de niveau ou en direction ; le front ne peut progresser loin en avant du front de taille, les terres devant être logées en tout ou partie dans la taille et non évacuées par un transport organisé au retour d'air.

D'autres critères, dits secondaires, doivent intervenir pour répartir les voies :

- suivant leur avancement lent ou rapide, quand cet avancement est subordonné à celui de la taille ;
- suivant la pente de la couche (plateure ou dressant) ;
- éventuellement, suivant la technique du coupage à front de taille ou en arrière, le choix de l'une ou l'autre de ces techniques pouvant ne dépendre que des conditions générales d'exploitation des chantiers.

## 2. Synthèse des études réalisées.

### a) Etude du travail manuel.

Au moment d'aborder le problème du creusement des voies d'exploitation, celles en activité à la Société sont encore toutes creusées manuellement. Nous entendons par là que le chargement ou l'évacuation au remblai s'effectue à la pelle ou à la main ; que la foration est réalisée au moyen de perforateurs lents, sans béquille ; et que l'abattage du charbon est obtenu par marteaux-piqueurs.

Le premier objectif de l'étude se trouve dans la définition des possibilités réelles du travail manuel.

Pour chacun des trois types de voies repris ci-dessus, nous avons choisi l'application courante la plus représentative du cas moyen.

Le travail de chacun des ouvriers y a été chronométré pour obtenir les valeurs standards des différentes opérations.

Ces valeurs ont été extrapolées, avec les précautions nécessaires, pour divers avancements choisis (échelonnés de 0,80 m à 1,60 m).

On a ainsi obtenu les caractéristiques fondamentales du creusement manuel permettant

- de déduire la situation et l'importance des différents points faibles ;
- de fixer les possibilités réelles du travail manuel.

### b) Rationalisation des méthodes.

Elle s'effectue à partir de la décomposition complète et de l'analyse détaillée des éléments de la méthode observée.

Les opérations inutiles sont évidemment éliminées.

Des chronométrages précis de plusieurs modes opératoires relatifs à une même opération permettent d'en choisir le meilleur (celui pour lequel la valeur travail est minima).

### c) Mécanisation des moyens.

Pour chacune des opérations utiles, et par ordre d'importance décroissante, les possibilités de mécanisation sont examinées, avec, chaque fois qu'il est nécessaire, l'établissement d'un bilan où s'affrontent l'économie de personnel, d'une part, les frais d'achat et d'utilisation du matériel nouveau d'autre part.

## B. GENERALITES VALABLES POUR LES TROIS TYPES DE VOIES

### 1. Travail cyclique.

En matière de creusement, les avantages du travail cyclique, dont la longueur est établie de façon à couvrir au mieux la durée du poste, sont d'une importance fondamentale.

Avec une même équipe réalisant à elle seule la totalité du cycle d'avancement de la voie, le partage des responsabilités disparaît.

L'intérêt du travail cyclique dans le poste (ou dans une fraction entière de celui-ci) dépasse le cadre direct du travail de creusement proprement dit. On montre que ce travail cyclique, tel que défini, contribue, s'il est généralisé, à stabiliser le mécanisme complexe de l'exploitation à l'échelle du siège. Effectivement, à son défaut, une même opération de creusement va s'effectuer, jour après jour, à des heures chaque fois différentes. A titre d'exemple, les besoins en chariots vides pour le chargement des terres se manifestent à des moments et dans des circonstances toujours variables. Il en résulte, soit la constitution de réserves inutiles de chariots qui paralysent le transport, soit des arrêts de creusement. De façon analogue, il arrivera qu'un même boutefeu doive miner au même moment en des endroits différents.

Par contre, avec le travail cyclique couvrant le poste et distribué pour le nombre maximum des travaux, des dispositions générales peuvent être prises qui auront les meilleurs rendements.

Dans certains cas de grands avancements, pour une question de saturation optima, il paraît difficilement possible d'exécuter le cycle complet dans le poste. Il importe alors que les travaux des différents postes soient parfaitement bien définis et comprennent des opérations entières.

## 2. Quelques valeurs essentielles pour l'étude du creusement des voies d'exploitation.

On trouve, à la base de tout problème de creusement des voies d'exploitation, le souci de garantir la propreté des charbons et d'éviter au maximum l'extraction des terres.

Nous nous sommes demandé si cette façon de penser bien traditionnelle n'était pas dans certains cas mise en défaut. Le travail de l'ouvrier est devenu de plus en plus coûteux tandis que les moyens de transport, d'extraction et surtout de préparation mécanique ont connu une modernisation importante.

Moyennant certaines hypothèses de base, nous avons cherché à déterminer les valeurs suivantes :

— Coût de transport à partir du point de chargement, de la remonte et de la mise à terril d'une unité conventionnelle de quantité de terre (1 chariot de 850 litres, soit 1.250 kg de terre) ;

— Coût du traitement au lavoir d'une unité conventionnelle de quantité de charbon brut (chariot de 850 litres).

Ces différentes valeurs caractéristiques permettent de résoudre tous les problèmes relatifs aux différents types de voies.

Les hypothèses principales à la base de leur détermination sont :

— Les prix doivent s'entendre pour des chariots de produits (terre et charbon) considérés en supplément de la production normale. Il n'est donc tenu compte d'aucune charge de salaire dans leur détermination. L'hypothèse est rigoureuse pour autant qu'il n'existe pas dans le transport, l'extraction, la mise à terril, la préparation mécanique, de surcharge suffisamment forte pour exiger des prestations de personnel supplémentaires à la normale.

— Les valeurs ont été déterminées dans le cas particulier d'un siège.

Les valeurs caractéristiques sont les suivantes :

— Coût du transport, de la remonte et de la mise à terril d'un chariot : 13 F ;

— Coût du traitement mécanique du contenu d'un chariot : 20 F.

## 3. Différenciation des problèmes des grands avancements en travaux préparatoires et en voies d'exploitation.

Deux facteurs de différenciation seront successivement envisagés.

### a) Taux d'utilisation des engins mécaniques.

La mécanisation des voies de préparation implique l'acquisition d'engins assez coûteux, dont les frais d'amortissement peuvent grever lourdement le

prix de revient au mètre coupé si le taux d'utilisation n'est pas suffisamment élevé.

Le problème technique des grands avancements en préparatoires se lie intimement avec celui de la concentration des travaux en vue de la saturation maxima du matériel.

Par contre, les avancements des voies d'exploitation sont gouvernés par les progressions des chantiers correspondants ; les taux d'utilisation du matériel seront plus faibles et, de ce fait, l'importance des engins à admettre doit être réduite.

Cependant, deux moyens sont susceptibles de placer, au point de vue considéré, les voies d'exploitation sur un pied d'égalité avec les voies préparatoires :

— La méthode de l'exploitation rabattante.

— La rotation maxima du matériel par le creusement rapide en ferme, loin en avant du front de taille, avec interruptions à intervalles bien déterminés pour le creusement des voies des chantiers voisins.

Pour autant que, suivant la nature du gisement, l'une ou l'autre de ces techniques soit permise, il est indispensable de considérer le problème de creusement des voies sous son aspect le plus général.

### b) Objectifs différents.

Il existe certains facteurs, notamment celui de la ventilation secondaire, qui font qu'en travaux préparatoires le prix de revient du mètre coupé décroît encore lorsque la vitesse d'avancement augmente (par une concentration progressive du personnel affecté au creusement) alors que, par défaut de saturation et gêne réciproque, le rendement du personnel diminue.

Dans les voies d'exploitation (sauf méthode rabattante), ces facteurs ne jouent pas et l'avancement optimum de la voie correspond exactement au rendement maximum de l'équipe travaillant à front.

Or, on le conçoit aisément (et d'ailleurs nous le prouverons ultérieurement par un cas concret), le rendement de l'équipe travaillant directement à front augmente d'abord avec la densité du personnel à front, passe par un maximum et diminue ensuite rapidement.

*Il existe donc, pour le creusement des voies d'exploitation, une densité optima du personnel à front qui correspond, au point de vue du prix de revient, à un avancement optimum.*

### 4. Mécanisation de l'opération de forage.

Le gain sur le temps de forage obtenu par le remplacement des perforateurs anciens par les plus modernes montés sur béquilles, employés en nombre suffisant, est très élevé. Ce nouveau matériel est toujours très rapidement payé.

Le nombre de perforateurs à utiliser simultanément par forage dépend du nombre de trous à forer (soit de la section en terre) et de l'importance de l'équipe réalisant le forage (soit de l'avancement de la voie).

### 5. Minage en dehors du poste de creusement.

Cette remarque n'est valable que si le creusement utilise 1 ou 2 postes maximum par jour, ce qui sera la règle générale.

Durant les opérations de curage, chargement et bourrage des trous de mine, le personnel de creusement n'est pas toujours occupé à temps plein. De toute façon, il y a les inspections pour grisou pendant lesquelles les ouvriers sont contraints au repos.

D'autre part, l'évacuation des fronts au moment du minage et pour la dissipation des fumées impose des arrêts déjà importants.

Pour ces diverses raisons, il y a tout avantage à réaliser le minage en dehors du poste de creusement.

La solution idéale est celle du boutefeu qui effectue successivement les minages des différentes voies.

Il y a un gain de temps qui doit se solder par un supplément de rendement du coupage. Il y a d'autre part accroissement certain de la sécurité, le boutefeu, bien spécialisé, pouvant toujours opérer à son aise.

### 6. Minage pour l'obtention d'une bonne fragmentation des roches.

Dans chaque analyse de coupage de voie manuel, on constate que le forage trop sommaire donne lieu à un manque flagrant d'efficacité du minage, qui se traduit par :

- une quantité très importante de gros blocs à débiter au marteau-piqueur ;
- des terrains restés en place ;
- des produits insuffisamment fragmentés ; or la valeur travail du chargement diminue rapidement lorsque les produits sont de plus en plus petits.

Le fait de forer un nombre de trous plus grand et mieux disposés est un facteur important de la rationalisation du chargement des produits. Il doit résulter de l'adoption d'un matériel de forage assez maniable qui n'entraîne pas une fatigue anormale.

### 7. Pose des cadres.

C'est pour cette opération que les modes opératoires observés sont les plus divers, parfois à ce point fantaisistes que les valeurs déduites sont plus de deux fois supérieures aux normales.

Une méthode rigoureuse doit être fixée.

D'autre part, il importe de recourir le plus souvent possible à l'entretoisage métallique.

## C. ETUDE DES VOIES A CHARIOTS

### 1. Tableau des valeurs de coupage manuel relatives à différents avancements de la voie. (Tableau I).

Les valeurs sont exprimées en centième de minute.

#### 2. Incidences réciproques des différentes opérations.

Le travail manuel est caractérisé par :

Chargement des terres et charbon	31 %
Manipulation des chariots	8
Forage	23
Abattage du charbon	18
Minage	12
Pose des cadres	8
	100 %

#### 3. Possibilités du travail manuel.

Une voie à chariots, de section T.H.A., sans mécanisation du chargement et avec forage par un seul perforateur ancien système, peut progresser avec un rendement de 25 cm par homme et par poste, dans des conditions d'activité normale.

#### 4. Mécanisation du chargement.

##### a) Moyens.

On recense :

- la chargeuse à godet sur rails ;
- le scrapage avec estacade pour chariots ;
- les systèmes tels que becs de canard et dérivés ;
- la sauterelle ou la chaîne à raclette de chargement.

Le point faible de la méthode de scrapage se trouve à l'estacade, assez encombrante, et surtout au déversement des bacs en chariots.

Le troisième moyen est mis en défaut pour les raisons principales d'encombrement exagéré, de frais d'entretien élevé et d'efficacité douteuse au chargement proprement dit dans le cas de terre.

La sauterelle de chargement ne permet qu'une mécanisation partielle ; on peut évaluer à 20 % maximum, l'amélioration possible du travail manuel ; vu le prix d'achat, le système est économiquement peu justifiable.

La chargeuse à godet sur rails a l'avantage de la simplicité et de l'efficacité de chargement.

##### b) Conditions spéciales d'emploi de la chargeuse à godet.

On peut montrer que la mécanisation par chargeuse à godet ne paye que pour une utilisation sous certaines conditions :

- un éparpillement suffisamment faible des produits à charger et un tas suffisamment gros : ces

TABLEAU I.

Opérations	Avancements			
	0,80	1,00	1,20	1,60
<b>I. Enlèvement du charbon.</b>				
Préparation	1.200	1.200	1.200	1.200
Marteau-piqueur	11.000	13.700	16.800	22.000
Pelletage dans bourre	4.100	5.100	6.200	8.200
Boisage	3.500	3.500	3.500	7.000
Alimentation en vides	2.300	2.900	3.400	4.600
Chargement du charbon	12.200	15.200	18.300	24.300
Evacuation pleins	1.800	2.200	2.700	3.500
	36.100	43.800	52.100	70.800
<b>II. Forage.</b>				
Préparation	3.400	3.400	3.400	3.400
Forage	21.100	24.800	28.500	35.900
Evacuation matériel	700	700	700	700
	25.200	28.900	32.600	40.000
<b>III. Minage.</b>				
	11.000	11.500	12.000	13.000
<b>IV. Chargement des terres.</b>				
Alimentation en vides	2.300	2.900	3.400	4.600
Chargement	18.100	22.600	27.200	36.400
Tirer au pic	1.700	2.100	2.500	3.300
Ravancer taques	200	300	300	300
Casser cailloux	2.300	2.900	3.500	4.600
Evacuation pleins	2.000	2.500	3.100	4.100
	26.600	33.300	40.000	53.300
<b>V. Soutènement.</b>				
	7.400	9.500	11.100	14.900
<b>VI. Travaux divers.</b>				
	1.700	2.100	2.500	3.400
Totaux :	108.000	128.900	150.300	195.400

facteurs doivent intervenir pour le choix de la méthode de creusement ;

- les chargeuses ne sont pas toujours bien adaptées aux sections de creusement des voies ; des dispositions doivent être prises pour accroître réellement ou virtuellement le champ de balayage.

##### 5. Rationalisation de l'abattage du charbon.

Il n'existe pas de moyen économique d'abattage mécanique du charbon, pour le creusement des voies.

Différents essais de minage en charbon ont accusé des gains de temps assez importants (45 % en charbon moyennement dur). Cependant, vu le

prix de l'explosif, le bilan économique du minage est négatif (excès de coût de 150 F par mètre de voie).

Néanmoins, si l'on considère l'ensemble des opérations abattage et chargement, principalement dans le cas d'avancements rapides, la technique du minage s'impose. Seule, elle fournit la concentration de l'abattage nécessaire pour un bon rendement du chargement.

##### 6. Rationalisation de la méthode.

L'agencement des opérations rationalisées, pour un cycle d'avancement de longueur à définir, mais

supposé suffisamment grand pour nécessiter le minage en charbon, est le suivant :

- forage en charbon
- minage en charbon
- chargement du charbon
- forage au rocher
- minage des terres
- chargement des terres
- pose des cadres et divers.

Une telle organisation comporte un nombre trop important de phases pour garder de la souplesse. Trois opérations doivent se répéter, ce qui multiplie les temps de préparation et de mise en train du travail, d'évacuation du matériel.

La question de l'abattage simultané des terres et du charbon a été envisagée.

Cette méthode, qui fournit le maximum de simplicité, exige des frais supplémentaires correspondant au traitement par le lavoir des terres mélangées au charbon.

On montre que la méthode avec minage simultané doit conduire à un bénéfice certain. L'expérience vérifie largement ces conclusions, avec certaines restrictions relatives au cas de charbons d'abattage facile.

#### D. ETUDE DU CREUSEMENT DES VOIES EN DIRECTION

1. Tableau des valeurs du coupage manuel relatives à différents avancements de la voie. (Tableau II).

TABLEAU II.

Opérations	Avancements			
	0,80	1,00	1,20	1,60
<b>I. Enlèvement du charbon.</b>				
Préparation	2.500	2.500	2.500	2.500
Marteau-pic en charbon	3.000	3.800	4.500	6.100
Marteau-pic en terre	1.800	2.100	2.500	2.800
Pelletage hors de l'entaille	1.700	2.200	2.500	3.400
Boisage	3.800	3.800	3.800	7.600
Boutage sur courroie	8.400	10.800	12.600	16.800
	21.200	25.200	28.200	39.200
<b>II. Forage.</b>				
Préparation	800	800	800	800
Forage en mur	10.800	12.800	14.800	18.900
Forage en toit	5.000	5.900	6.900	8.800
Évacuation du matériel	300	300	300	300
	16.900	19.800	22.800	28.800
<b>III. Minage.</b>				
	16.900	16.900	16.900	16.900
<b>IV. Soutènement.</b>				
	6.800	8.800	10.500	13.800
<b>V. Boutage sur courroie.</b>				
Préparation	600	600	600	600
Casser cailloux	800	1.000	1.300	1.700
Boutage	22.900	28.700	34.400	45.900
	24.300	30.300	36.300	48.200
<b>Totaux :</b>	86.100	101.000	114.500	146.900

## 2. Incidences réciproques des différentes opérations.

Le travail manuel est caractérisé par les valeurs suivantes :

Chargement des produits	41 %	
Forage	20	
Abattage du charbon	14	(charbon tendre)
Minage	17	
Soutènement	8	
		—
		100 %

## 3. Possibilités du travail manuel.

Une voie à courroie de section T.H.A., sans mécanisation du chargement et avec forage par un seul perforateur vieux modèle, peut progresser avec un rendement de 30 cm par homme et poste dans des conditions d'activité normale.

## 4. Mécanisation du chargement.

Il existe différentes possibilités que l'on peut résumer comme suit :

### a) Cas de la mécanisation complète.

— La chargeuse à godet sur chenilles ou sur pneus. La chargeuse sur pneus présente l'avantage d'une grande mobilité qui, jointe aux avantages inhérents au système de chargement par godet, crée un engin à haut rendement. Il est cependant douteux que cette chargeuse, pour laquelle la hauteur de déversement est forcément limitée, puisse s'accommoder d'un travail en relation avec une courroie transporteuse. L'adoption d'un panzer à l'usage exclusif du chargement des produits de creusement est certainement une solution bien onéreuse.

— La chargeuse par raclage avec estacade pour déversement sur courroie, panzer ou transporteur métallique. Au point de vue des forces mécaniques dépensées, ce procédé est particulièrement bien adapté puisqu'il provoque un simple déplacement des produits sans élévation inutile. La technique du scrapage à très courte distance est notamment intéressante. La simplicité et la robustesse du matériel font du scrapage en direction une méthode bien minière. Sur la chargeuse à godet, l'installation de scrapage présente l'avantage essentiel de frais de premier établissement beaucoup plus faibles, à rendement de chargement égal (comparaison des expériences française et allemande).

— La chargeuse du type bec de canard ; elle garde dans le cas des voies en direction les inconvénients constatés pour les voies à chariots.

### b) Mécanisation partielle.

— Le panzer de voie étendu jusque contre le front de la voie avant minage peut constituer un

engin de chargement. Une partie des terres est automatiquement chargée à la mise en route du panzer après minage et le boutage au racloir à main et à la pelle de la partie restante des terres est fortement facilitée.

— La sauterelle ou la chaîne à raclettes de chargement, engin mécanique simple et relativement peu coûteux, réduit, dans le cas des voies en direction équipées d'un engin de desserte continu, de plus de 30 % la valeur du chargement manuel.

## 5. Rationalisation de la méthode.

Les principes développés au cours de l'étude des voies à chariots restent vrais. Le minage sera ou ne sera pas réalisé suivant la valeur de l'avancement demandé et le moyen admis pour la mécanisation du chargement.

La question du minage simultané des terres et du charbon se pose comme pour les voies à chariots, avec néanmoins la prise en considération du coût en consommation d'air comprimé (si tel est le cas) des courroies transporteuses fonctionnant pour le seul compte du creusement de la voie.

## E. ETUDE DU CREUSEMENT DES VOIES DE TÊTE

### 1. Possibilités du travail manuel.

La plus ou moins grande facilité de mise en place des terres subordonne ces possibilités.

Elles sont donc essentiellement variables suivant l'ouverture et la pente de la couche.

### 2. Importance de la rationalisation du travail manuel en voie de tête.

Le creusement d'une telle voie peut se décomposer en différentes opérations que l'on peut classer comme suit :

— Les opérations communes à tous les types de voies et qui interviennent chaque fois avec la même intensité (à sections de creusement égales) : soutènement, minage, forage au rocher, abattage du charbon.

— Les opérations communes à tous les types de voies, mais dont les intensités se modifient d'un type à l'autre. Ce sont celles relatives à l'évacuation des produits. Les opérations de boutage des charbons dans l'engin de taille et de boutage des terres dans les tôles pour remblayage offrent généralement moins de difficultés que le chargement de tous les produits en chariots ou sur courroie. On peut estimer qu'en situation rationalisée, la réduction de la quantité de travail est de l'ordre de 20 %.

— Des opérations particulières relatives à la mise en place du remblai. On détermine que dans des conditions faciles de remblayage (longueur de rem-



blai de 6 m, ouverture de 0,90 m), la mise en place manuelle coûte 3 fois plus en quantité de travail que l'évacuation par le panzer de taille.

Les difficultés de la mise en place des terres compensent donc très largement le gain de temps trouvé pour le boutage des produits hors voie.

*A section égale, les voies de tête demandent plus de travail que les autres types de voies.*

### 3. Rationalisation de la méthode.

Il y a deux possibilités bien distinctes de rationalisation suivant que l'on améliore les conditions de boutage des produits ou la mise en place des terres.

#### a) Le coupage en arrière.

Les conditions de boutage des terres et du charbon peuvent être rendues optima par la méthode du coupage en arrière, moyennant l'observation de règles très strictes.

Le coupage en arrière (jugé ici indépendamment de sa valeur au point de vue technique) doit être tel que :

- le boutage du charbon s'effectue, directement, dans l'engin de desserte de la taille ;
- le boutage des terres s'effectue, directement, dans la havée qui est adjacente au tas de terres.

On montre que le coupage en arrière, dans sa configuration rationnelle, est à l'origine d'un vide assez important en tête de taille ; il n'est donc pas systématiquement applicable.

Le coupage en arrière implique la discipline très stricte d'adapter constamment la longueur remblayée aux conditions du moment ; il est d'un emploi difficile dans les cas de couches non régulières.

#### b) Problèmes de la mise en place des terres.

Avant d'aborder le problème de la mécanisation de cette mise en place, nous répondrons à la question suivante : Faut-il remblayer dans la taille la totalité des terres de creusement de la voie ?

On conçoit facilement que, pour une ouverture de la couche suffisamment petite, il doit arriver que le remblayage de la totalité des terres abattues coûte plus cher que l'évacuation par l'engin de taille.

Il semble intéressant, pour résoudre le problème au plus juste, de considérer la longueur de remblai à choisir comme définie de la façon suivante :

- elle est limitée inférieurement par les conditions techniques de la bonne tenue des voies ;
- elle dépassera ou non sa limite inférieure suivant la décision d'un bilan où se confrontent, d'une part, l'économie de main-d'œuvre de creusement que l'évacuation par l'engin de taille permet de réaliser et, d'autre part, les frais supplémentaires dus à la remonte au jour des produits non remblayés.

### 4. Mécanisation de l'évacuation et de la mise en place des terres.

La manipulation totale des terres d'un cycle de coupage peut se décomposer en trois opérations partielles :

- boutage des terres dans la taille à partir du tas créé par le minage ;
- déplacement des terres jusqu'à la base du remblai ;
- confection du remblai.

Pour la première opération, il n'est pas utile de provoquer le soulèvement des produits ; le raclage paraît bien adapté.

La difficulté de la deuxième opération réside principalement dans la réduction permanente de la longueur transportée au fur et à mesure de la confection du remblai ; un transport discontinu par câble est le mieux approprié.

#### a) Mécanisation totale.

La méthode de scraper-packing combinée avec le coupage de la voie en arrière du front de taille est particulièrement intéressante. Le matériel est simple et le principe de fonctionnement correspond au mieux aux caractéristiques du travail (hormis peut-être la confection du remblai).

#### b) Mécanisation partielle.

Il s'agit d'un engin de transport particulièrement simple et ingénieux (tôles automotrices Zitter-Rimer) qui facilite le transport du remblai jusqu'à pied d'œuvre.

## CHAPITRE II LA MISE EN PRATIQUE DES RESULTATS DES ETUDES

### 1. Divers problèmes à résoudre pour le démarrage d'une voie mécanisée et rationalisée.

Les problèmes rencontrés sont de deux espèces :

#### 1<sup>o</sup> Problèmes d'ordre technique :

— Détermination de la grandeur des équipes en

vue des avancements fixés, ou fixation des avancements s'ils ne sont pas directement imposés par les conditions générales d'exploitation ;

- Problèmes du matériel à fabriquer, aménager et mettre en place ;
- Technique du minage ;
- Mise en route proprement dite ;

- Entretien du matériel ;
  - Contrôle des résultats.
- 2° *Problèmes d'ordre social.*
- Formation du personnel ;
  - Question des salaires ;
  - Mise en route ;
  - Surveillance du travail.

## 2. Constitution des équipes ou choix des avancements.

Ce problème sera repris ultérieurement et analysé pour chaque type de voie.

## 3. Problème du matériel.

La mise en route d'une voie mécanisée à chariots, par exemple, utilise un matériel abondant et divers ; on recense plus de 50 sortes différentes de matériel (sans compter le matériel de consommation). On conçoit que, dans ces conditions, il est indispensable de dresser des listes complètes du matériel nécessaire. Ces listes, remises aux responsables directs des démarrages, facilitent le rassemblement du matériel et permettent un contrôle certain de leur arrivée à pied d'œuvre.

Si le nombre de voies à mécaniser est assez important, il importe grandement que les plans du matériel fabriqué au charbonnage soient établis : c'est une condition indispensable si l'on veut bénéficier de l'interchangeabilité du matériel.

## 4. Technique du minage.

Pour l'un ou l'autre type de voie et de mécanisation de chargement, il est strictement nécessaire que le minage soit réalisé dans les meilleures conditions définies comme suit :

- tas non dispersé, sauf cas d'exception, régulier de chaque côté de la voie ;
- produits assez finement grenus ;
- longueur minée toujours rigoureusement la même et égale à celle voulue ;
- section minée la plus faible, compatible avec le placement des cadres.

La détermination des meilleures conditions de minage est toujours difficile et nécessite de nombreux essais. Chaque cas de creusement doit, le plus souvent, être étudié pour lui seul.

Le problème du minage, à première vue fort banal, est un des plus importants ; en le considérant trop peu, on compromet toute la réussite de la réorganisation.

## 5. Formation du personnel.

Cette formation doit porter sur la manipulation des nouveaux engins.

Le problème est crucial. Dans le cas de l'organisation de travaux préparatoires importants, le choix de la main-d'œuvre est réalisé parmi l'élite, leur formation ne pose qu'un problème limité, grandement facilité par la haute qualification.

Tout au contraire, dans le cas des voies d'exploitation, il s'agira de former une catégorie de personnel à partir d'une qualification moyenne très faible.

Or, il est bien évident que, pour instruire le personnel aux méthodes nouvelles et les former à l'utilisation d'engins nouveaux, il faut prévoir des moyens beaucoup plus rapides et efficaces que les systèmes de formation traditionnels.

La méthode T.W.I. apporte les fondements d'une formation fructueuse, à la condition que l'établissement des feuilles d'analyse puisse faire appel à des compétences particulièrement grandes sur la matière des problèmes analysés.

Les différents objectifs des feuilles d'analyse sont les suivants :

- l'utilisation du matériel avec le meilleur rendement ;
- la sécurité optima dans l'utilisation ;
- le bon entretien du matériel et les réparations simples ;
- tous les moyens propres à prévoir pour supprimer toute panne.

Nous verrons au paragraphe traitant de la mise en route de quelle façon l'instruction est donnée.

Pour ce qui concerne la sélection du personnel de creusement des voies d'exploitation, signalons que dans une première tentative, pour éviter d'accroître le niveau des salaires, nous avons voulu former du personnel nouveau.

Très rapidement, il s'est avéré que, pour la fonction d'ouvrier coupeur de voie en creusement mécanisé, le métier de coupeur de voie demeurerait strictement indispensable (facteurs élémentaires de la sécurité, notion de l'effet de l'explosif, comportement des terrains, conduite de la voie en ligne droite, prise des tournants...).

## 6. Mise en route.

### a) Schéma d'organisation (tableau III).

Pour chaque voie à démarrer, un tableau est dressé, divisé en autant de colonnes qu'il y a d'ouvriers. Les travaux successifs de chacun sont transcrits en tenant compte, en plus des valeurs standards de chaque opération :

1°) de la simplification du travail propre à chacun par :

- la répartition des travaux suivant une suite logique ; ce facteur est important ; il est vain de compter sur la mémoire de l'ouvrier pour qu'il se rappelle, à moments fixés, des opérations qui lui paraîtront anormales, hors-temps (cas d'opérations

TABLEAU III.

Schéma d'organisation du coupage d'une voie à chariots par une équipe de 3 hommes.

Ouvrier 1	Ouvrier 2	Ouvrier 3
— Chercher outils	— Examiner minage Placer marteau-pic et lier flexible Secouer la mine	— Placer lampe pression Chercher outils
— Vérifier chargeuse Chercher huile et graisser Raccorder à pression	— Ravancer la rallonge — Chercher couronne — Placer	— Ravancer la rallonge — Chercher 1 ou 2 couronnes Aider pour placer
— Rassembler terres Nettoyer raillage	— Placer entretoises	— Chercher matériel pour re- trousser
— Charger	— Chercher sondeuse Raccorder pression Sonder partie supérieure Retirer sondeuse Raccorder piqueur	— Retrousser  — Aider 1 pour charger
— Charger Travail au pic à gauche	— Amener vides Accrocher — Travail au pic à droite Arroser terres	— Décrocher pleins Evacuer pleins — Enlever entretoises — Tirer pic à gauche ou au milieu
— Place pour pieds de gauche	— Décrochage front	— Chercher pieds clés, étriers, planchettes — Chercher 2 échelles et plan- chers
— Mettre chargeuse en place Couper la pression — Monter plancher gauche	— Place pour pieds de droite	
— Prendre et placer pieds de gauche	— Monter plancher droite	— Aider au placement
— Placer entretoises à gauche	— Prendre et placer pieds de droite	— Chercher matériel de re- troussement
— Retrousser à gauche	— Placer entretoises à droite	— Aider à retrouver
— Eparpiller les terres — Mettre chargeuse pour forage — Déconnecter pression et raccor- der sur distribution chargeuse	— Retrousser à droite	— Chercher perforateur etc.
— Chercher huile et remplir graisseurs	— Chercher 1 perforateur + 1 béquille et flexible	— Montage et raccordement
— Chercher fleurets — Raccorder l'eau	— Montage et raccordement	
— Amorcer	— Forer à droite	— Forer à gauche
— Reporter fleurets — Démontet et reporter marteau- pic	— Démontet perforateur et re- porter matériel	— Démontet perforateur et re- porter matériel

prématurées demandées dans le but d'éviter une saturation plus faible) ;

— la localisation du travailleur le plus souvent possible au long du poste.

2°) des différences de qualification dans les emplois à conférer.

Le respect d'un schéma d'organisation n'est cependant jamais total. Au fur et à mesure du déroulement du travail, les schémas doivent être modifiés pour l'adaptation des conditions techniques et des modes opératoires particuliers de la main-d'œuvre qu'il est souvent bien inutile de vouloir changer dans ses détails.

Le but essentiel du schéma d'organisation est d'éviter que chaque ouvrier travaille isolément, qu'il entreprenne une opération nouvelle avant la fin d'une autre.

#### b) Feuilles T.W.I.

Le schéma d'organisation n'est qu'un résumé succinct du travail demandé ; il doit être complété par l'enseignement de nombreux points de détail qui sont fournis par les feuilles d'analyses.

#### c) Rôle des moniteurs.

Aucun effort de mémoire n'est demandé aux ouvriers. La première instruction est donnée sur les lieux mêmes du travail, lors de la réalisation d'un premier cycle d'avancement suffisamment court.

Au début du travail et à la fin de chaque phase importante, le travail est suspendu. Les ouvriers réunis apprennent ce qu'il vont devoir faire chacun séparément pour la contribution au travail d'ensemble. En cours de phase, chaque ouvrier est assisté par un moniteur qui lui enseigne, de façon systématique, toutes les recommandations des feuilles d'analyse.

Très longtemps après le démarrage de la voie, le contrôle du respect de ces recommandations est encore assuré.

### 7. Problème des salaires.

Il va sans dire que ce problème revêt une importance toute particulière. Un projet de réorganisation n'a de valeur que s'il est sain sur le plan social.

#### a) Localisation du niveau des salaires des coupeurs voies.

Par tradition, le salaire moyen des coupeurs voies est subordonné plus ou moins étroitement à celui des ouvriers à veine (considéré comme valeur étalon). Généralement, le salaire moyen reste inférieur à celui des ouvriers à veine.

Faute de renseignements précis que seul l'établissement de qualifications pourrait donner, nous estimons que la tradition est judicieuse.

La mécanisation et la rationalisation du creusement des voies apportent une telle concentration des possibilités, une telle diminution de la fatigue du personnel que, pour un accroissement du rendement de 60 à 100 %, suivant les cas, les quantités de travail, estimées avant et après réorganisation, sont égales.

Il ne doit donc pas exister d'accroissement de salaire.

De toute façon, il importe de se prémunir d'un alignement des salaires des coupeurs voies sur ceux en vigueur dans les travaux préparatoires.

Les ouvriers coupeurs de voies mécanisées se trouvent sur un pied d'égalité, au point de vue de la qualification, avec les ouvriers des travaux préparatoires accélérés ; comme leurs activités sont identiques, on pourrait considérer qu'ils méritent les mêmes salaires.

Mais en réalité, les salaires donnés en préparatoires, jugés en valeur absolue, sont anormalement élevés, jugés suivant l'échelle relative, ils sont totalement hors de proportion avec les qualifications réelles et les activités déployées.

#### b) Attribution des salaires et problème de la réorganisation.

Deux techniques différentes permettent de résoudre, du point de vue social, un problème de réorganisation.

1°) Par des études préalables, ou par l'expérience pratique acquise, les normes de travail sont fixées, les barèmes sont établis et le personnel est mis au courant. Présentée de la sorte, la réorganisation se fonde volontairement sur le problème des salaires.

2°) En dépit des études préalables, aucun barème n'est établi, aucun avancement n'est imposé, les ouvriers apportent leur activité propre à un travail dont les règles seules sont fixées. Durant la mise en route, des salaires judicieusement choisis sont garantis.

La différence entre les deux méthodes réside peut-être dans des nuances. L'expérience à l'appui, nous estimons que la seconde méthode présente sur la première des avantages essentiels.

— Il n'est jamais demandé à l'ouvrier de multiplier son avancement pour maintenir en fin de compte tout juste son salaire ;

— Pendant la période de formation, alors que la connaissance des méthodes est imparfaite, la valeur exacte des possibilités reste inconnue, aucun barème ne peut rigoureusement se justifier.

En synthèse, la règle que nous avons admise réside dans la dissociation maxima des problèmes de salaires et de réorganisation.

Les caractéristiques particulières de la méthode adoptée sont les suivantes :

— Pendant toute la durée de la formation du personnel et des essais, jusqu'au moment où l'ensemble des problèmes est résolu, les ouvriers doivent être payés suivant des salaires fixes, égaux à ceux précédemment acquis.

— Aucun barème ne doit être fixé avant que l'activité du personnel puisse être considérée comme normale.

— L'ouvrier doit toujours travailler à son aise ; l'accroissement de son rendement doit résulter d'un effort personnel plutôt qu'imposé.

— Le travail cyclique doit toujours, sauf imprévu, être terminé avant l'heure ; il doit être allongé progressivement.

8. Dans tout ce qui précède, nous avons cherché à résoudre la mécanisation et la rationalisation du travail dans le creusement des voies en considérant ce creusement comme une entité.

A la base, il y a une lacune : les voies d'exploita-

tion ne sont que des organes particuliers d'êtres vivants, les chantiers.

Les principes d'organisation veulent que les problèmes doivent être résolus chacun pour eux-mêmes, dans l'hypothèse fondamentale suivant laquelle les problèmes connexes sont résolus.

Non seulement, il n'en est rien, mais encore les réactions s'enchaînent, les méthodes nouvelles créent des besoins nouveaux, lesquels auraient dû rencontrer l'appropriation préalable des solutions données à ces problèmes connexes.

Dans le coupage des voies, les questions de l'approvisionnement en matériel, l'alimentation en chariots vides, toutes les questions nées de l'interdépendance des voies avec les tailles, jouent un rôle de frein.

Aussi, la réussite de la réorganisation dépendra, en fin de compte, non pas de la seule résolution du problème envisagé, mais encore de l'intégration de ce problème amélioré parmi ceux qui lui sont annexés.

## CHAPITRE III APPLICATIONS ET RESULTATS

### A. CAS DES VOIES A CHARIOTS

#### 1. Matériel.

Pour le forage, on utilise soit les perforateurs BBD 41 WK Atlas, soit les TC 22 Colinet, avec chaque fois des béquilles de 1,60 m en métal léger.

Les fleurets, de marques diverses, sont équipés de taillants d'un diamètre de 36 à 38 mm pour le minage avec l'explosif Charbrite.

Les graisseurs des perforateurs, ainsi que la centralisation de la distribution air et eau pour le forage, sont placés directement sur la chargeuse.

Toutes les chargeuses utilisées sont des Eimco 12 B (disponibles à la Société) avec godets de largeur normale et sans accrochage automatique.

Le champ de balayage d'une telle chargeuse est de 1,85 m, ce qui représente pratiquement :

- 50 % du champ total en section T.H.W.
- 59 % du champ total en section T.H.A.
- 64 % du champ total en section T.H.B.

Dans ces conditions, le chargement mécanique est loin d'être total. Le rendement au chargement peut être amélioré par l'emploi de l'une ou l'autre des techniques suivantes :

— utilisation d'un godet élargi et d'une trémie de déversement ; la disposition d'une telle trémie à partir d'une chargeuse 12 B et avec des chariots de 1,10 m de hauteur, ne peut se faire sans certaines difficultés ; un système utilisant un support

avec roues de petit diamètre doit être prochainement essayé ;

— disposition le long de chaque mézière, avant minage de caissons métalliques à section de coin. Les essais en voie d'exploitation pour lesquels les minages ne projettent guère les produits, ont montré que l'avantage obtenu sur l'amélioration des conditions de chargement était compensé par l'effet, pour la pose des pieds de cadres et le forage, d'un plus grand encombrement ; par contre, en bouveaux, ces caissons sont employés avec grand intérêt.

L'entretoisage métallique des cadres est généralisé.

Le matériel divers (plaques pour déviation des vides, rails de profil TH renforcé pour la chargeuse...), bien connu pour le creusement rapide des bouveaux, a été adopté.

#### 2. Constitution des équipes.

Nous savons a priori que la méthode de rationalisation et mécanisation de creusement des voies à chariots doit nous permettre de réaliser des rendements de 40 à 50 cm par homme et poste.

D'autre part, du point de vue avancement de la voie, il est tout particulièrement intéressant d'examiner la possibilité de progresser à raison de 1,5 à 2,0 m par jour, soit parce que cet avancement correspond à celui de certains chantiers, soit pour réaliser, avec une même équipe et le même matériel, le creusement des voies de deux chantiers.

Pour obtenir l'avancement souhaité, compte tenu des rendements possibles, il faut donc envisager une équipe de 4 hommes.

Deux possibilités sont offertes pour la constitution de l'équipe :

- par 2 postes de 2 hommes ;
- par un seul poste de 4 hommes.

Les avantages du poste unique sont :

— le fait qu'une même équipe réalise, à elle seule, la totalité de l'avancement de la voie, ce qui est à l'origine des plus hautes activités du personnel, les marchandages étant les plus rigoureux et les plus sains.

— la responsabilité non partagée pour la conduite de la voie et l'entretien du matériel.

Partant des considérations développées au paragraphe 5 b, Chapitre I, relatives à la notion d'avancement optimum d'une voie d'exploitation, nous nous sommes efforcés de préciser quelle était la valeur de la densité optima du personnel à front lors du creusement.

Différentes observations (basées sur des mesures de saturation du personnel) conduisent à considérer que cette densité varie essentiellement d'une opération à l'autre, d'une part, et avec la section de creusement d'autre part (tableau IV).

on peut déduire la valeur de l'avancement optimum de la voie, soit :

- 1,50 m en section A et B
- 1,60 m en section W.

Si l'avancement désiré dépasse ces normes, il est souhaitable de constituer deux postes de creusement par jour.

### 3. Différentes applications.

Le tableau V résume les différentes applications réalisées à la Société depuis le mois de mai 1958. Il comporte, en plus de l'énoncé des diverses conditions de travail, les résultats acquis en nombre de mètres coupés, en rendement par homme et par poste et en prix de revient salaires.

Certains travaux préparatoires à chariots, démarrés et contrôlés suivant la méthode décrite, sont également repris.

## B. CAS DES VOIES EN DIRECTION

1. Pour les voies en direction (rares à la Société), aucune application n'a été réalisée avec chargement totalement mécanisé. Deux cas typiques de mécani-

TABLEAU IV.

Opérations	% importance	Densités		
		Sections A et B	Section W	
Chargement avec chargeuse à godet	50	Optima	2	3
		Admissible	3	4
Forage	25	Optima	3	4
		Admissible	4	3
Pose des cadres	16	Optima	3	4
		Admissible	4	3
Raillage et divers	9	Optima	3	3

Dans ce tableau, les densités sont exprimées en nombres d'hommes à front.

Il résulte des valeurs trouvées, qu'avec la section B ou A, la densité qui fournit le rendement le meilleur varie entre 2 et 3 et peut être considérée égale à 3.

Dans le cas de la section W, cette même densité est de 4 hommes.

A titre d'exemple, si l'on considère que les rendements correspondant aux densités optima sont de 0,50 m par homme et par poste dans le cas de section A et B

0,40 m par homme et par poste dans le cas de section W

sation partielle ont été étudiés et mis au point :

- chargement au moyen d'une sauterelle ;
- chargement au moyen du panzer de voie.

### 2. Cas du chargement avec sauterelle.

La technique du chargement avec sauterelle a été appliquée dans deux cas de voies équipées de courroies.

Les conditions de creusement sont les suivantes :

- Section de creusement pour dimension T.H.A. ;
- Soutènement de la voie en T.H. 21 kg, distance entre cadres, d'axe en axe, 1,2 m ;
- Pente de la voie : 7 à 12° montant ;

TABLEAU V.

Sièges	Etages	Voies	Sections	Entre cadres	Nombre perfos	Trous en roche	Distance en m depuis le puits jusqu'à front	Enlèvement du charbon (3)	Avancement /jour	Longueurs creusées au 1/3/59	Rendement cms/hp	Prix de revient salaires
Grand Trait	400	Chauffournoise 5 <sup>me</sup> Dt Lt Angleuse	A 21	1,0	1	12	1.250 m	m-p	2,5 m	150 m	51	725
			A 29	1,0	1	3	1.500	m-p	2,0	95	50	760
N° 10	1.050	St Louis Lt 600 m Est	A 21	1,0	2	15	1.265	m-p	1,5	67	50	700
		St Louis Ct 600 m Est	A 21	1,0	2	15	1.050	m-p	1,5	96	46	720
		Bouveau 1.000 m Est	A 21	1,0	3	32	1.520	bouv	2,0	76	51	825
		Bouv. Chas. St Edouard	A 21	1,0	2	28	1.000	bouv	1,6	61	40	950
		Bouveau Aérex (1)	A 21	1,0	3	38	200	bouv	2,0	17	(1)	
Crachet	340	Veinette Lt 600 m Est	A 21	1,0	2	28	800	min	1,5	31	43	720
	450	Veine du Mur Lt 1.900 m Est	A 21	1,0	1	24	2.500	m-p	1,5	197	49	750
		Veine du Mur Ct 1.900 m Est	A 21	1,0	2	24	2.500	min	1,5	60	50	750
	976	Pierrain Lt 1.900 m Est	A 21	1,0	2	26	2.200	min	1,5	54	53	685
		Pierrain Ct 1.900 m Est	A 21	1,0	2	26	2.200	min	1,5	143	46	700
		Veine Lt 600 m Est (2)	A 21	1,0	3	36	800	bouv	2,0	46	52	780
		Bouveau Veine Z.M.P. (1)	W 29	1,0	3	38	900	bouv	6,0	85	40	(1)
N° 8	1.047	Abbaye 2 <sup>me</sup> panneau	W 21	1,0	2	25	1.200	min	1,5	20	50	
Nombre total mètres creusés : 1.198 m												

(1) Voie nouvellement démarrée.

(2) Voie sans charbon, dérangée.

(3) m-p = Enlèvement du charbon au marteau-piqueur.  
min = Enlèvement à l'explosif.

- Ouverture de la couche : 1 m ;
- Nombre de trous au rocher : 12 et 30 ;
- Distance du puits à front : 2.000 m et 1.900 m ;
- Avancement de la taille : 0,80 et 1,20 m ;
- Mécanisation : une sauterelle de chargement : 1 et 2 perforateurs rapides sur béquilles.

### a) Sauterelle de chargement.

#### 1°) Son utilité.

A première vue, une sauterelle pour chargement sur une courroie paraît illogique. En effet, la hauteur de la courroie, de 40 à 50 cm, ne justifie pas l'emploi d'un moyen mécanique de surélévation.

Cependant, de par la fragilité de la courroie, il est dangereux d'installer la station de retour trop près des fronts. La distance de 3 m est généralement considérée à ce sujet comme un strict minimum.

D'autre part, la courroie transporteuse ne peut être prolongée de façon continue. Le rallongement de la courroie dans de bonnes conditions de travail s'opère par fraction de 3 m.

De telle sorte que la distance minima entre le front de la voie et la courroie varie de 3 à 6 m.

Pour éviter de pelleter sur une telle longueur, les ouvriers utilisent systématiquement la tôle inclinée d'environ 2 m de longueur, qui réduit la longueur de pelletage jusqu'à une valeur comprise entre 0 et 4 m, ceci au détriment de la hauteur de boutage qui est de 1,0 - 1,3 m et plus.

On comprend dès lors que les conditions moyennes de pelletage en voie à courroie soient plus difficiles que celles des voies à chariots.

Ajoutons la remarque suivante : l'ampleur des mouvements de pelletage est grande ; l'ouvrier doit pivoter largement sur lui-même ; au moment du déversement des produits sur la tôle, il freine son élan, l'espace du déversement des produits étant relativement petit.

#### 2°) Principe de la sauterelle.

L'engin mécanique à mettre en œuvre pour faciliter le travail de chargement manuel doit posséder les caractéristiques suivantes :

— Permettre le chargement des produits, à même le sol, et toujours au pied du tas. Dans ces conditions, une partie importante des terres peut être évacuée au moyen d'un pic racleur.

— La hauteur de déversement de la sauterelle sur la courroie doit être suffisamment faible (environ 50 cm) et le rester au cours du déplacement de la sauterelle (au cours du chargement).

— La sauterelle doit pouvoir être évacuée suffisamment loin au moment du minage à front.

On peut voir que ces différentes conditions sont remplies si :

— la sauterelle est constituée, côté front, par une partie inclinée à 15° maximum (cas d'utilisation de

la courroie ordinaire) à laquelle fait suite une partie horizontale qui surplombe la courroie de voie et qui est 3 m minimum de longueur ;

— la sauterelle est montée sur un train de roues (2 roues) de dimensions telles que la courroie est enjambée ; l'emplacement de la fixation du support le long de la sauterelle est choisi de façon à équilibrer les deux parties de l'appareil.

#### 3°) Réalisation.

Il n'existe pas sur le marché un engin qui réponde à ces caractéristiques.

Le constructeur allemand H. Scharf nous a fourni sur demande, en plus du matériel normal de sauterelle en métal léger qu'il fabrique, une tôle d'infrastructure cintrée à 15°. Un atelier mécanique a construit le support qui permet un ajustement en hauteur.

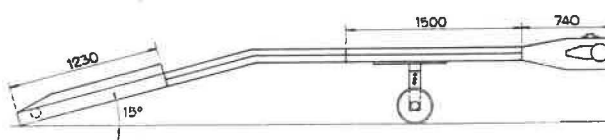


Fig. 1

L'appareil comprend (fig. 1) :

— une tête d'attaque avec moteur pneumatique de 3,3 ch et un tambour en métal léger de 220 mm de diamètre. Le moteur est à deux sens de marche ;

— des sections intermédiaires d'infrastructure, de 1,5 m de longueur, en profilés spéciaux de métal léger. Chaque tôle est pourvue d'un système d'accouplement rapide pour la fixation à d'autres sections, à la tête d'attaque ou à celle de retour. Ces tôles supportent des rouleaux supérieurs et inférieurs en métal léger. Une section est coudée à 15° ;

— une station de retour avec tendeurs, trémie de chargement et tambour de 160 mm.

### b) Résultats et remarques.

Par cette méthode, 91 m de voie ont été creusés avec un rendement de 39 cm par homme et par poste, et un prix de revient salaire de 850 F.

Le point faible de la méthode réside dans la fragilité du matériel dont l'utilisation demande de grandes précautions, notamment au moment du minage.

D'autre part, avec la sauterelle, les conditions de chargement, bien que fortement facilitées, n'en restent pas moins des conditions de chargement manuel ; l'activité du personnel a donc une influence importante sur le rendement du creusement.

La sauterelle de chargement trouve tout son intérêt dans des cas d'avancements limités (maximum 1,2 m). Les minages sont alors suffisamment dociles et, d'autre part, l'amortissement d'un moyen de



chargement plus important serait bien long, voire impossible.

Le creusement de plusieurs voies avec le même matériel et la même équipe (en supposant que ces voies existent) pose un problème nettement plus difficile à résoudre en voies en direction qu'en voies à chariots, du fait de la nécessité, pour les premières de démonter chaque fois le matériel pour son transport d'une voie à l'autre.

### 3. Utilisation du panzer de voie pour le creusement.

#### a) Conditions de l'application.

- Section de creusement pour cadres THW ;
- Soutènement en 29 kg ; distance entre cadres, axe en axe : 0,80 m ;
- Pente de la couche 20° ; ouverture 0,90 m ;
- Couche classée à dégagement instantané ; obligation d'un minage à l'ébranlement couvrant la progression de la voie et réalisé en fin de poste de nuit ;
- Pente de la voie : 8 à 12° plantant ;
- Nombre de trous au rocher : 26 ; au charbon : 16 ;
- Moyen d'évacuation en voie : un panzer PFI suivi d'un convoyeur à écailles ;
- Distance du puits à front : 1.000 m ;
- Avancement de la voie : 1,60 m/jour.

#### b) Mécanisation et rationalisation du creusement.

Pour le forage au rocher : perforateurs rapides sur béquilles ; pour le chargement, panzer étendu avant chaque minage jusque contre le front.

Pour ravaner au maximum la station de retour vers le front de la voie, on a adopté un jeu de tôles de différentes longueurs : 1 m, 0,75 m, et 0,50 m. Les diverses combinaisons possibles permettent de placer la station de retour à 25 cm maximum du front, quel que soit l'avancement réalisé.

Le minage avec la station de retour contre le front n'est possible, en toute sécurité de matériel, que si la station de retour est suffisamment protégée. Nous avons adopté une protection qui fait corps avec la station : le blindage y est solidement boulonné. Le dispositif donne entière satisfaction ; en plus de la protection suffisante, il laisse les raclettes libres à leur passage sur le tambour, ce qui facilite au plus le travail de chargement.

#### c) Amélioration des conditions de chargement.

Le fait de placer la station de retour contre le front avant minage donne les avantages suivants :

- 15 % environ des produits sont automatiquement chargés sans nécessiter le moindre travail humain en démarrant le panzer après minage ;

— 30 à 40 % des produits sont évacués sans grande difficulté par raclage manuel ;

— le restant des produits est pelleté dans des conditions idéales de chargement manuel : longueur maximum de pelletage : 2 m et hauteur de surélévation pratiquement nulle.

A la robustesse du panzer et à ses dimensions intéressantes s'ajoute l'avantage de la marche continue qui est essentiel pour tout engin de chargement.

#### d) Le problème particulier du minage.

De nombreux essais de minage ont été réalisés pour trouver le schéma qui donne le rejet maximum des produits vers l'arrière. C'est à partir de celui-ci que nous avons mesuré les pourcentages repris ci-dessus.

Pour obtenir un rejet suffisant vers l'arrière, il faudrait pouvoir tirer les mines soulevantes simultanément avec un retard assez sensible, ce qui n'est jamais possible. Remarquons d'autre part que ce rejet diminue rapidement lorsque la voie plante plus fortement : l'influence d'une pente de 8° est déjà défavorable.

#### e) Résultats.

L'avancement de 1,60 m au moyen d'une équipe de 5 hommes a été assuré sur une longueur de 120 m, ce qui correspond à un rendement de 32 cm par homme et par poste.

Ce résultat ne doit pas être considéré en valeur absolue, car tout au long de la progression du chantier des venues d'eau (360 litres/h) ont affecté le travail de creusement.

Durant une certaine période, en l'absence d'eau, une longueur de 25 m de voie a été creusée avec un rendement moyen de 40 cm par homme et par poste.

4. Les applications entreprises montrent qu'il est possible de réaliser le rendement de 40 cm par homme et par poste dans des conditions de travail normal.

Comme on le remarquera immédiatement, nous nous sommes volontairement efforcés de rechercher la mécanisation qui demande le minimum d'investissement (le problème de la voie en direction n'intéressant la Société qu'en second lieu, vu le faible nombre de cas d'application).

Aussi faut-il bien considérer la portée exacte des résultats obtenus. Les rendements de creusement des voies en direction seront très aisément surpassés par des techniques de chargement complet, tels le scrappage ou la chargeuse à godet sur pneus. L'une et l'autre ont le mérite de supprimer tout travail manuel et, par conséquent, elles mettent le rendement de creusement à l'abri de l'influence souvent néfaste de l'activité des pelletiers ; d'autre part, en

concentrant fortement l'opération de chargement, elles permettent de réaliser des avancements importants, cycliques dans le poste.

Cependant, il faut encore savoir si le gain de rendement à réaliser par rapport aux résultats obtenus est suffisant pour amortir la mécanisation nouvelle. Pour ce qui concerne la méthode de scrapage, nous n'en doutons pas : des essais de cette technique doivent être entrepris incessamment.

### C. CAS DES VOIES DE TÊTE DE TAILLE

1. La seule méthode qui permette une mécanisation importante du creusement des voies de tête de taille est celle de scraper packing combinée avec le coupage de la voie en arrière du front de taille, vis-à-vis de la havée à remblayer.

#### 2. Etude d'une application.

##### a) Matériel.

###### 1°) Treuil.

Il s'agit d'un treuil à double tambour de fabrication Demag (WH 320).

L'installation d'origine a été modifiée en vue de réduire l'encombrement latéral. Le moteur initialement en ligne avec le treuil a été placé parallèlement à celui-ci avec transmission par chaîne triplex et pignons.

Le moteur a une puissance de 25 ch, il tourne à 1.000 tr/min.

La transmission par chaîne est telle que la vitesse d'enroulement du treuil, à fond de tambour, est de 1 m/s ; l'effort au crochet est de 1.200 kg.

La rotation motrice de l'un ou l'autre des 2 tambours est obtenue par embrayage au moyen d'un des deux freins, d'engrenages planétaires tournant entre un pignon fixe sur l'arbre central et une couronne portant la jante de frein.

###### 2°) Bac-scrapier.

Il s'agit du type de bac basculant, il est schématisé à la figure 2.

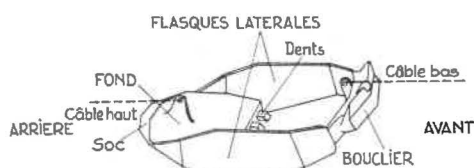


Fig. 2.

- Il est composé de trois parties bien distinctes :
- les flasques latérales, réunissant le fond du bac avec son bouclier ;
  - le fond, constitué d'une tôle épaisse formant soc

- du côté arrière et présentant une série de dents côté avant ;
- le bouclier, joignant les flasques, côté avant.

Des œillets de fixation des câbles haut (côté arrière) et bas (côté avant) sont solidaires respectivement du fond et du bouclier du bac.

La disposition des œillets est telle qu'une traction sur le câble haut provoquant la course montante du bac, amène le fond du bac au contact du mur et soulève le bouclier ; arrivé au tas de terre à évacuer, soit dans la voie, le soc du fond peut pénétrer dans le tas et le bac se charge.

La traction sur le câble bas provoquant la course descendante fait basculer le bac, le fond se redresse, les dents mordent, le transport des produits est assuré.

En fin de cette seconde course, le bouclier rasant le mur, reprend les produits précédemment amenés et les tasse violemment entre mur et toit.

Le type de bac utilisé à la Société est celui d'une capacité de 210 litres, poids 226 kg, encombrement : 1390 × 700 × 330 mm.

###### 3°) Poulies.

Il s'agit de poulies de 180 mm de Ø fond de gorge, avec chape et fixation par crochet.

###### 4°) Câbles.

Un câble ordinaire de 15 mm de Ø, composé de 6 torons de 37 fils de 0,7 mm, avec une charge de rupture de 12.000 kg, donne jusqu'à présent satisfaction.

##### b) Disposition du matériel.

Le problème consiste à placer les produits de toit et de mur compris dans la partie ABCD (fig. 3) qui, minés, occupent la partie ABC'D', dans la havée EFGH.

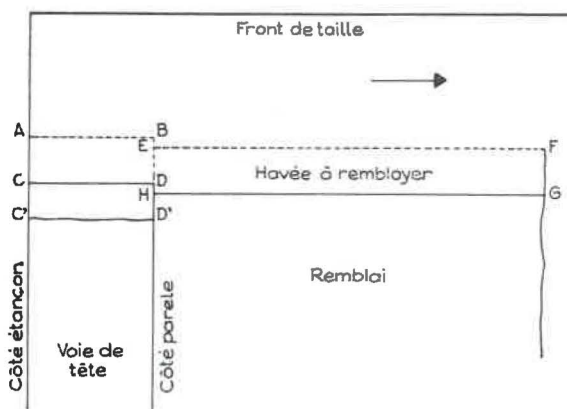


Fig. 3.

Côté étançon = côté amont.

###### 1°) Première technique.

Le treuil est disposé à l'extrémité arrière d'un long bâti, muni de patins pour faciliter son déplacement

et à l'autre extrémité d'une poulie double (fig. 4) dont l'axe commun peut se mouvoir sous un certain angle dans un plan vertical perpendiculaire à l'axe longitudinal du bâti (voir utilité plus loin).

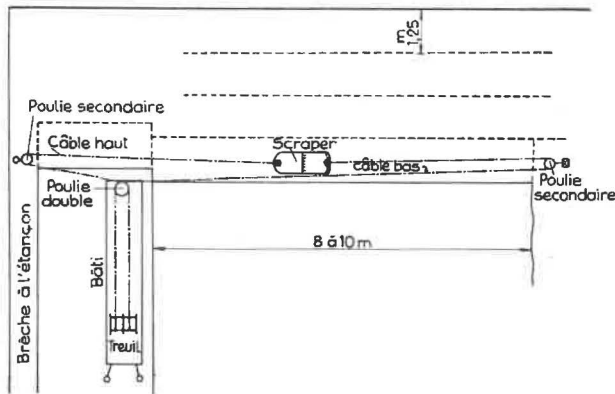


Fig. 4.  
Brèche étançon = brèche amont.

Le bâti est disposé longitudinalement dans la voie, le treuil vers l'arrière, de façon que la poulie double puisse renvoyer le câble bas directement dans la havée à remblayer.

Un solide blindage protège l'ensemble des poulies superposées, de leur support réglable et du treuil ; la sortie des câbles est latérale (fig. 5).

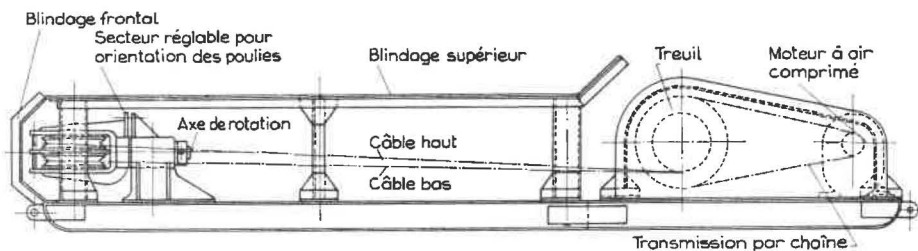


Fig. 5. — Profil du treuil de scrapage monté sur bâti avec poulies jumelées pour renvois latéraux des câbles.

La poulie supérieure renvoie le câble du tambour côté taille (câble haut) vers une poulie secondaire, à chape, placée sur le mur de la couche dans une brèche étroite prise en charbon en amont de la voie. Cette poulie est fixée au moyen d'une broche d'amarrage introduite dans un trou foré dans le mur de la couche ou au moyen d'un étançon calé entre toit et mur.

Le câble haut est attaché à la partie arrière du bac-scrapier (voir ci-dessus).

La poulie inférieure du bâti renvoie le câble (bas) du tambour, côté aval de la voie, jusqu'à une poulie secondaire fixée en dessous de la partie à remblayer au moyen d'un étançon calé entre toit et mur.

Ce câble bas est attaché à la partie avant du bac-scrapier.

Le pivotement de la poulie double sur le plan horizontal permet d'assurer les renvois des câbles dans de bonnes conditions aux poulies secondaires, lorsque la pente de la couche varie.

## 2°) Deuxième technique.

L'emploi de la première technique fait apparaître certains défauts importants :

— sollicitations latérales du bâti difficiles à contrarier ; la stabilité du bâti requiert la fixation en 4 points ;

— encombrement de la voie ; cet encombrement est préjudiciable, non seulement pour l'entrée et la sortie en taille du personnel et du matériel, mais aussi pour les opérations de pose des cadres et de forage pour le creusement de la voie ;

— difficultés pour la fixation de la poulie secondaire placée en amont de la voie.

Une nouvelle technique a été étudiée et mise au point.

Le treuil est placé à 5 m minimum des fronts, côté amont de la voie, et peut rester à la même place pendant plusieurs jours (fig. 6).

Il est monté sur un court bâti à patins, sans plus de protection.

Les câbles haut et bas sortant du treuil sont l'un et l'autre renvoyés dans la havée à remblayer au moyen de deux poulies secondaires fixées par deux étriers de longueurs différentes (le plus long pour le câble bas), à une poutrelle placée parallèlement à la voie côté amont, poutrelle qui prend appui,

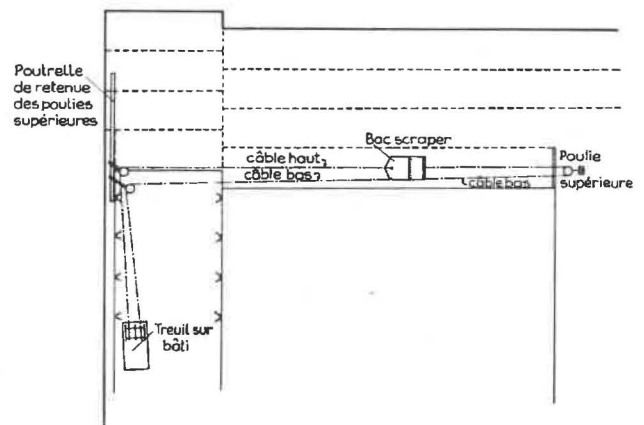


Fig. 6.

d'une part, contre le dernier pied de cadre et, d'autre part, à un étançon placé entre toit et mur de la couche dans la partie havée en avant du front de voie toujours côté amont.

La poutrelle a 4 m de longueur, c'est une poutrelle Grey de 14 cm.

Sur une des deux ailes de la poutrelle (fig. 7) et extérieurement, tous les 20 cm des bouts de fer carré de 30 mm sont soudés transversalement. Ces bouts servent de retenues aux étriers qui supportent

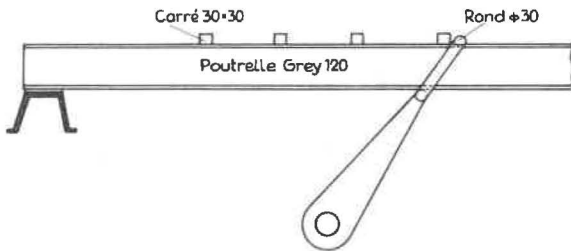


Fig. 7.

les poulies secondaires. L'étrier est constitué d'un fer plat (percé d'un trou pour recevoir le crochet de la poulie), soudé à l'étrier proprement dit. Celui-ci est composé d'un fer rond de 30 mm de  $\varnothing$  plié en rectangle dont la largeur intérieure est légèrement supérieure à la largeur de la poutrelle et dont la longueur intérieure est supérieure à la somme de la hauteur de la poutrelle et de l'épaisseur du fer carré.

Avec un tel dispositif, les poulies secondaires peuvent être très rapidement déplacées en cours de scrapage pour modifier le champ de balayage du bac-scrapage.

La poutrelle est munie de poignées pour faciliter son déplacement journalier.

Pour parer à la déformation des cadres (tendance au rapprochement des montants vers le centre de la voie), les trois derniers cadres sont entretoisés au moyen d'entretoises métalliques du type connu, d'autre part, une entretoise diagonale est placée sur l'aire de voie qui réunit le pied de cadre sollicité à l'un des pieds de cadres précédents côté aval. Cette entretoise est réglable en longueur et comprend à chaque extrémité une fourche qui permet d'embrasser convenablement le pied de cadre. Des poignées sont prévues pour le transport et la pose rapides.

### c) Conditions générales du creusement.

- Section de creusement pour cadres THA ;
- Cadres : 21 kg ; distance entre cadres, axe en axe : 1,25 m ;
- Pente de la couche : 18° ;
- Ouverture de la couche à l'endroit du remblayage : 1,15 m ;
- Nombre de trous au rocher : 8 ;
- Taille équipée de bèles métalliques articulées de 1,25 m, montantes, y compris à la devanture de voie ; espacement entre files de bèles : 0,6 à 0,8 m ;

- Qualité du toit et du mur : assez bon ; le toit ne supporte cependant pas le porte-à-faux avant remblayage, l'enlèvement des bèles doit s'effectuer progressivement ;
- Avancement de la taille : 1,25 m par jour ;
- Distance des puits à front : 1.500 m.

### d) Méthode de creusement.

Le creusement de la voie est effectué au poste du matin en même temps que l'abattage du charbon.

Le minage en toit et en mur a été réalisé au poste de nuit, alors que l'installation de scrapage était montée : poulies placées, scraper en taille et câbles tendus.

Au début du poste de creusement : pose de la couronne du nouveau cadre, retroussement et entretoisage.

Evacuation de la totalité des terres par scrapage.

Pose des deux pieds du cadre et entretoisage.

Forage au moyen d'un perforateur rapide sur béquille.

Déplacement de la poutrelle support des poulies secondaires, de la poulie au bas du remblai et de la poutrelle entretoisant diagonalement les cadres.

### e) Le scrapage.

Un barrage sommaire est réalisé là où doit commencer le remblai, le plus près possible en amont de l'étaçon de retenue de la poulie secondaire inférieure (pour soustraire celle-ci à l'effet du foudroyage adjacent).

Un ouvrier actionne le treuil, tandis que l'autre dirige, à la sonnette, le remblayage et retire les bèles métalliques au fur et à mesure des besoins.

Lorsque le remblayage est assuré sur une longueur d'environ deux mètres, le machiniste de treuil peut parfaitement opérer de lui-même : la fin de la course descendante est bien marquée par le calage du scraper contre le remblai, il lui suffit dès lors d'inverser le sens de marche du treuil.

En cours de scrapage, le travail du second ouvrier est très limité. Il exerce une surveillance générale en taille et reprend les bèles.

Le scrapage qui s'effectue sur une longueur de 8 à 10 m demande normalement 2 heures, et 3 heures 1/2 dans les plus mauvaises conditions.

Le remblayage par scraper n'est pas complet ; le dernier mètre de remblai est plus efficacement réalisé à la pelle.

Compte tenu du foisonnement des terres minées, l'emploi de la pelle reste d'ailleurs nécessaire à certains moments au cours du scrapage, simplement pour avancer des produits sur une courte distance et les mettre dans le champ d'action du bac-scrapage.

Certaines conditions d'efficacité optima du scrapage ont pu être définies :

- Décalage du front de la voie (mur et toit) en

avant (50 à 70 cm) par rapport à la havée à remblayer. Cette condition donne un champ d'action maximum au bac-scrapier. Dans le cas d'un soutènement de taille entièrement métallique et montant, le décalage requis nécessite celui du soutènement en tête de taille : les files de bèles à la devanture de la voie doivent être avancées de la distance demandée par rapport aux files inférieures.

— Pour chaque avancement, même quantité de produit foisonné. Ceci résulte de la délimitation stricte de la zone à miner. Faute de quoi, la totalité des terres risque de ne pouvoir être évacuée en taille (laquelle est cependant le seul exutoire possible).

— Granulométrie convenable des produits minés en vue d'assurer le meilleur rendement de travail du bac scraper et la compacité des remblais.

— Puissance importante du treuil de scrapage : les 25 ch installés constituent certes un minimum.

Dans l'état actuel de notre expérience, l'affirmation suivant laquelle le remblayage par scrapage améliore nécessairement la tenue de la voie n'est pas vérifiée. La longueur de remblai réalisé au moyen du scrapage est égale à celle du remblayage manuel.

#### f) Autres opérations.

On conçoit facilement que, vu la rapidité de l'opération de scrapage, le temps disponible pour les autres opérations (placement d'un cadre, forage de

8 trous, et ravaillage de l'installation) effectuées par deux hommes, est beaucoup plus que suffisante.

Le minutage suivant est d'ailleurs éloquent :

Début du travail effectif	7 h 30 min
Mise en route	15 min
Pose de la couronne, entre-	
toisage, retroussement	30
Mise en route du scrapage	15
Scrapage	105
Fin de l'évacuation des produits	30
Arrêt	15
Pose des pieds	30
Préparation matériel de forage	15
Forage	40
Déplacement installation com-	
plète	45
Travaux divers	15
Fin du travail effectif	13 h 25 min

Temps de travail effectif : 5 h 40 min avec une activité de l'ordre de 80 %.

#### g) Résultats.

La mise en route de l'application a débuté il y a trois mois seulement. 45 m de voie ont été creusés par scrapage. Pour les 35 m de voie creusés dans des conditions normales définitives, en ne considérant que le creusement du seul coupage en arrière et le remblayage (exception faite du travail de prise du charbon à la devanture de voie), le rendement a été de 62,5 cm par homme et par poste, le prix du mètre salaire de 600 F.