

# Matériel minier

## TORSION DU BRIN DE RETOUR DES BANDES DE TRANSPORT.

Traduction résumée de la revue « Mining Engineering » de décembre 1951 par J. W. Snavely, A.I.M.E.

### SAMENVATTING.

*Theoretisch en volgens de uitslagen van de proeven schijnt de omkering van het kerende einde van de riem een vooruitgang in het vervoer door transportbanden te betekenen. Het stelsel vertoont zekere voordelen en ook nadelen, die vastgesteld werden door een proefneming op de bovengrond. Die proeven werden echter uitgevoerd zonder belasting en hadden slechts een beperkte duur.*

*Een definitief oordeel moet voorbehouden worden totdat een praktische en langdurige toepassing de gegrondheid ervan zal gestaafd hebben. In de volgende maanden zal die ervaring in de werkelijke bedrijfsvoorwaarden in de werkplaats voortgezet worden en steller hoopt binnen een jaar een verslag te kunnen uitbrengen dat de vooruitzichten zal bevestigen.*

### RESUME.

*Sur le papier et d'après les résultats de l'essai, le système de la courroie retournée paraît plein de promesses et constitue un progrès dans le transport par bande. Il présente certains avantages et inconvénients qui ont été déterminés au cours d'un essai en surface. Cependant, cet essai a été fait uniquement pendant la marche à vide et n'a eu qu'une durée limitée.*

*Il faut donc réserver le jugement final jusqu'à ce que l'usage pratique et prolongé en ait démontré le bien fondé. Dans les mois qui vont suivre, cette expérience au chantier sera acquise et l'auteur espère présenter dans un an un rapport qui confirmera les prévisions.*

Les bandes de transport doivent être nettoyées constamment. Lorsqu'on a affaire à des matières collantes, l'accumulation du poussier sur les rouleaux du brin de retour contrarie la marche de la courroie. On a donc recherché les moyens de nettoyer les courroies et de nombreux procédés ont été appliqués. Ils ont tous l'inconvénient d'exiger un grand entretien et aucun n'enlève entièrement les fines particules collées à la surface de la courroie,

ce qui, à la longue, occasionne une forte usure des rouleaux de support et de la courroie, elle-même. Depuis plusieurs années, on a installé des courroies dont le brin de retour subit une torsion d'un quart ou d'un demi tour, mais c'est l'an dernier seulement que deux ingénieurs de la National Iron Co de Duluth, MM. Lester et Lewis Erikson, ont proposé d'installer un convoyeur à forte production avec torsion complète à 180° du brin de retour. Le bien fondé de ce système a été démontré, tant par la théorie que par l'expérience, et deux nouvelles installations importantes sont en construction.

Dans ces projets, le brin de retour est tordu de 180° quand il quitte la poulie frein de la tête motrice. La face inférieure de la courroie, qui est propre, est ainsi posée sur les rouleaux guides inférieurs comme dans le brin tracteur. Au moment d'entrer sur la poulie de retour, la courroie subit une nouvelle torsion à 180° qui la remet dans sa position primitive.

Etant donné que ce dispositif s'écarte radicalement des règles admises jusqu'à présent, il a fallu procéder en 1950 à un essai de durée approfondi pour démontrer que cette torsion peut être pratiquée avec succès et pour rechercher les conditions les plus favorables, ainsi que les mécanismes spéciaux qui pourraient être nécessaires. Dans cette étude se présentent de nombreux problèmes et, tout d'abord, celui de l'inégale répartition des tensions imposée délibérément à la section transversale et des limites à lui imposer.

Les conditions normales de sollicitation du brin de retour sont bien connues. Il faut que la tension du brin tracteur et celle du brin conduit soient dans un rapport tel que la transmission de l'énergie se fasse sans glissement de la courroie. Ceci peut être réalisé, soit naturellement, soit par des tendeurs à poids ou à vis. Cela dépend des charges, des frottements et de la pente. En plus, il est souvent nécessaire d'appliquer un certain surcroît de tension pour que la courroie ne fléchisse pas trop sous le poids des charges entre deux rouleaux voisins.

Il est évident :

1) que la torsion introduit une surtension des bords de la courroie puisque ceux-ci ont à parcourir un chemin plus long que la fibre centrale;

2) qu'il en résulte une inégalité des tensions suivant la section transversale, avec un minimum au centre et un maximum aux bords. Ce minimum

sera moindre que le taux moyen de la distribution uniforme et il peut tomber à zéro ou même en dessous. Il en résulte que la courroie voile et a une tendance à s'effondrer dans le parcours assigné à la torsion. Pour y remédier et assurer un fonctionnement stable, il est nécessaire de tendre la courroie plus fort que dans les conditions normales.

L'étude que nous présentons démontre que le minimum de la tension initiale requis pour que toutes les parties de la section restent tendues dépend de la largeur de la bande, du pas de l'hélice, du module d'élasticité et de l'épaisseur de la courroie.

#### Position du problème.

Du point de vue pratique, il faut tabler sur les modèles de fabrication courante et ne pas chercher des spécifications pour une nouvelle fabrication. Ceci posé, pour étudier le retournement du brin de retour de la courroie, il faut avoir égard aux conditions suivantes :

1) La distance entre les poulies, c'est-à-dire le pas de l'hélice de torsion, doit être telle que les tensions au bord et au centre de la section soient compatibles avec la solidité des types de fabrication usuelle. La torsion se fera d'ordinaire dans le plan horizontal, mais elle pourrait aussi avoir lieu dans le plan vertical et il faut examiner cette hypothèse. Du point de vue pratique, il faut que la torsion se fasse sur la plus courte distance possible ;

2) Il faut déterminer la tension initiale minimum pour chaque distance adoptée et chaque type de courroie ;

3) La tension maximum au bord ne doit pas dépasser le taux de travail admissible pour le matériau.

On a procédé à une analyse mathématique et on a fait application des formules à un convoyeur déterminé, lequel a servi ensuite à des essais pratiques. Ce convoyeur sert au stockage d'un minerai de fer de densité 2,5. Capacité : 1.000 t/h. Vitesse 2 m/sec. Distance des centres : 180 m en horizontale et 12 m en verticale. Courroie de 0,90 m de largeur en 6 plis; toiles de 36 onces avec couvertures de  $\frac{1}{4}$  et  $\frac{1}{16}$  pouces ; poids 18 kg/m. Tension effective : 2.700 kg. Tension artificielle : 900 kg.

Voici, en résumé, les principales conclusions de ce travail.

#### 1) Distance entre les centres des poulies.

Une règle pratique, simple, est de compter une distance en pieds égale à la largeur de la bande en pouces, c'est-à-dire 12 fois la largeur. L'allongement spécifique de la fibre de bord se trouve en assimilant cette fibre à une hélice enroulée sur un cylindre dont le diamètre est égal à la largeur de la bande. La différence de longueur entre cette hélice et l'axe pour une torsion de  $180^\circ$  représente l'allongement subi et son rapport à la distance axiale est l'allongement proportionnel. Ainsi dans l'hypothèse  $L : l = 12$ , on trouve 0,852 %. Ce rap-

port est d'autant plus fort que le pas de l'hélice est plus court.

#### 2) Tension requise pour maintenir la courroie sous tension dans toute sa largeur.

Théoriquement, la tension minimum peut descendre à zéro, mais par raison de sécurité, il est préférable d'assigner à ce minimum une valeur positive qui peut être de l'ordre de 0,02 du module d'élasticité. Ce coefficient est arbitraire, mais il résulte de l'essai pratique. On en déduit la tension artificielle qu'il faut appliquer et par suite la nouvelle tension maximum de la courroie dans son ensemble.

#### 3) Torsion autour d'un axe horizontal.

Les formules relativement simples déduites des considérations géométriques s'appliquent au cas de la torsion autour d'un axe vertical, parce que, par raison de symétrie, l'allongement proportionnel est le même à chacune des extrémités. Mais si la torsion a lieu autour d'un axe horizontal, la question devient plus compliquée. La courroie forme chaînette entre les deux supports et prend une flèche qu'on peut calculer théoriquement en l'assimilant à un fil flexible. Mais en réalité, la courroie a une certaine raideur qui dépend du moment d'inertie de sa section transversale de sorte que, en fait, la flèche est beaucoup moindre que celle d'un fil. Ainsi pour la courroie étudiée, le rapport des flèches réelles aux flèches théoriques est de 0,65. Or, la valeur de cette flèche a une influence sur la distribution des tensions. Les formules théoriques deviennent compliquées, on n'en donne d'ailleurs pas le développement. La distribution des tensions n'est plus symétrique par rapport au centre et le maximum saute d'un bord à l'autre pendant le trajet. On fait ressortir qu'il existe un point critique correspondant à un étirement de 1,04 % de la fibre de bord par rapport au centre. Il convient d'appliquer une certaine marge de sécurité et, par raison de commodité, on a choisi 0,85 qui correspond au rapport 12 entre la largeur et la longueur.

Les angles d'enroulement autour des poulies à l'entrée et à la sortie de la passe de retournement sont influencés par la forme de la chaînette. Il est essentiel qu'ils aient une certaine valeur pour la bonne marche de la courroie. Le point sensible est le contact avec la poulie inférieure et l'angle d'enroulement doit être d'au moins 5 degrés.

#### Equipement mécanique.

Aucun engin spécial n'est requis. Les poulies, qu'on peut dans ce cas spécial appeler « poulies de torsion », ne sont pas autres que les poulies directrices. Etant donné l'inégale distribution des tensions, il faut employer de larges poulies cylindriques; un bombement exagérerait encore les inégalités. Leur largeur doit dépasser celle de la bande d'environ 10 cm pour les bandes de moins de 0,90 et de 15 cm au-delà. Cette surlargeur a pour but de maintenir les bords dans le cas où il y aurait des

difficultés d'alignement, et spécialement, pendant la période de mise en train.

La poulie de sortie nécessite un certain jeu d'ajustage qui doit être de 3 pouces au maximum et dans un plan horizontal. Une différence de  $\frac{1}{2}$  à 1 cm a déjà des effets appréciables. Il convient donc d'avoir une plaque de base à glissière avec des vis ou des cales de réglage.

Les rouleaux de support de construction courante sont parfaitement suffisants. On peut diminuer notablement le nombre des supports du brin de retour, vu qu'il n'y a pas d'accumulation de menus et par suite pas de tendance à déviation latérale. Il n'est pas nécessaire de fabriquer les rouleaux en métal spécial et l'usure des rouleaux ordinaires est notablement diminuée.

Les tendeurs doivent être automatiques puisque le contrôle permanent des tensions est indispensable ; il faut donc compenser les allongements en tout temps et dans toutes les conditions. On y arrive par l'emploi de tendeurs agissant par la gravité, soit dans le plan vertical, soit dans le plan horizontal. Il est important de veiller à ce que ce dispositif joue librement et efficacement en tout temps. Il est recommandé de le placer là où il est le plus efficace, c'est-à-dire près de la poulie de tête.

Les moteurs et les commandes n'ont rien de spécial. Il convient seulement de limiter l'accélération au démarrage pour éviter un flottement de la courroie sur les poulies de torsion.

#### Divers détails techniques.

Il est essentiel que la torsion du brin de retour se fasse toujours dans le même sens jusqu'à atteindre un tour complet de  $360^\circ$ . Si l'on opérât deux torsions de  $180^\circ$  en sens inverse, le même bord de la bande serait toujours soumis à la tension maximum. Il en résulterait que la marche de la courroie serait moins régulière et ensuite l'inconvénient plus grave d'un allongement permanent du bord le plus tendu, ce qui finirait par rendre la marche impossible.

Il est absolument nécessaire d'employer des courroies vulcanisées. Les épissures mécaniques ne sont pas aussi flexibles que la courroie, elles ne supporter-

raient pas le surcroît de tension ; elles sont particulièrement faibles sur les bords et c'est précisément le contraire de ce qu'exige le retournement.

La vitesse n'a pas d'influence, mais l'accélération au démarrage provoque une surtension dans la courroie. Si le tendeur est placé de telle sorte qu'il ne réagisse pas immédiatement, il y aura une chute de tension momentanée dans la passe de torsion à la suite de la poulie de tête et le brin de retour pourra flotter un instant sur la poulie de torsion ; il se remettra correctement lorsqu'on sera en vitesse de régime et que le contrepoids du tendeur aura agi. Pour éviter cet effet, il est recommandé d'employer un dispositif de démarrage limitant la tension au départ à 135 % au maximum de la tension normale et de placer le tendeur près de la poulie motrice.

#### Résultats d'essais.

Un essai de vérification de toutes ces théories et calculs a donné des résultats très intéressants. Le programme a été établi en collaboration par deux compagnies minières et deux constructeurs de transporteurs à courroie. Les essais ont duré du 10 au 13 mai 1950.

Le convoyeur est représenté par les figures 1 et 2. Toutes les poulies sont en acier soudé à surface cylindrique à l'exception de la poulie de sortie de la seconde torsion, poulie du genre bombé.

Le convoyeur étant monté, on a procédé de la façon suivante. La courroie a été peinte en blanc avec une peinture Kemtone à base de caoutchouc sur trois sections séparées par un intervalle de 2 m. Chacune a été marquée par des traits longitudinaux de 85 cm de long et à écartement de 7,5 cm dans le sens transversal. La tension avait été relâchée pour permettre ce repérage sous tension nulle, ensuite on a rétabli la tension de marche et remesuré les longueurs des traits dans chaque section. Les lectures ont été faites dans différentes positions :

- 1) entre les deux poulies de torsion ;
- 2) dans trois positions dans la passe de torsion de tête ;

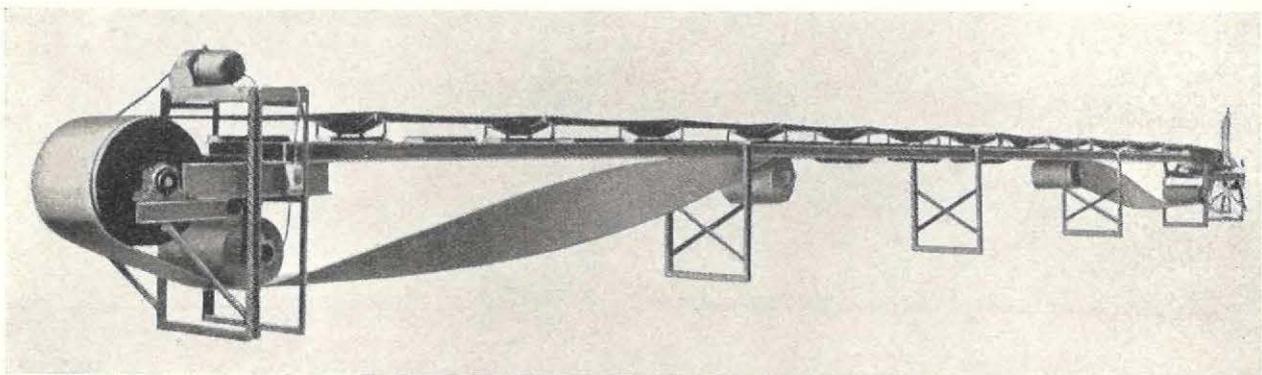


Fig. 1. — Vue du convoyeur d'essai.

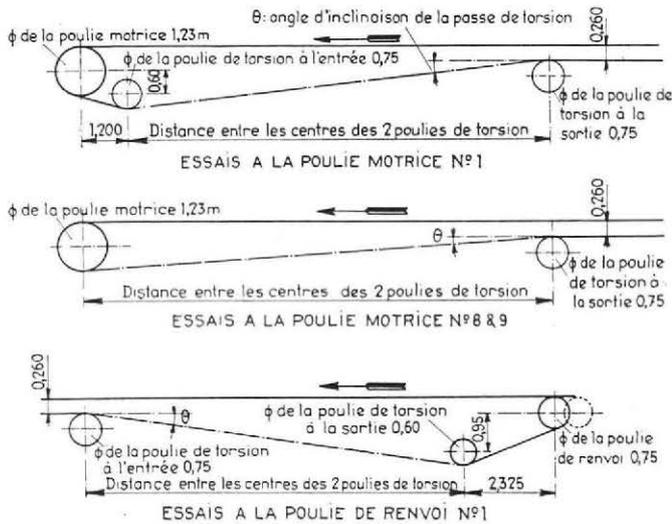


Fig. 2. — Arrangement schématique du convoyeur d'essai.

- 3) une position entre la poulie de sortie et le premier support ;
- 4) une position entre le dernier support et la première poulie de torsion de queue ;
- 5) une entre la dernière poulie de torsion et la poulie de retour ;
- 6) une sur le brin tracteur immédiatement en avant de la poulie de retour ;
- 7) une sur le même brin immédiatement derrière la poulie motrice.

Chaque fois, on a revérifié la tension, la position des centres, la pente, les angles de départ et d'entrée de la courroie sur les poulies de torsion (angles d'approche), la flèche de flexion, le creux de la courroie et les angles d'enroulement. Tous ces éléments présentent des variations, ce qui montre

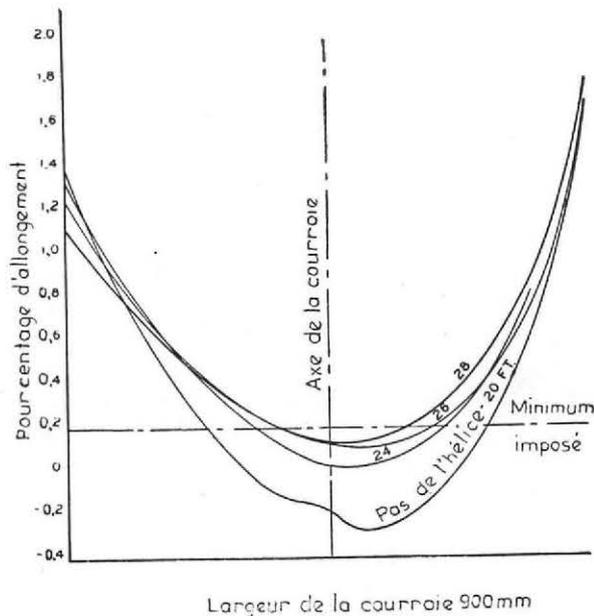


Fig. 3. — Répartition des allongements sur la largeur de la bande. Pas d'hélices trop courts.

la complexité de la question et l'interdépendance de ces divers facteurs.

Les figures 3 et 4 donnent les résultats d'essais pour divers pas d'hélice. Dans la figure 3, les pas sont trop courts et les minima des tensions tombent en dessous de la valeur imposée et même dans un cas en dessous de zéro. Dans la figure 4 les distances sont satisfaisantes et les points les plus bas des courbes sont au-dessus du minimum imposé.

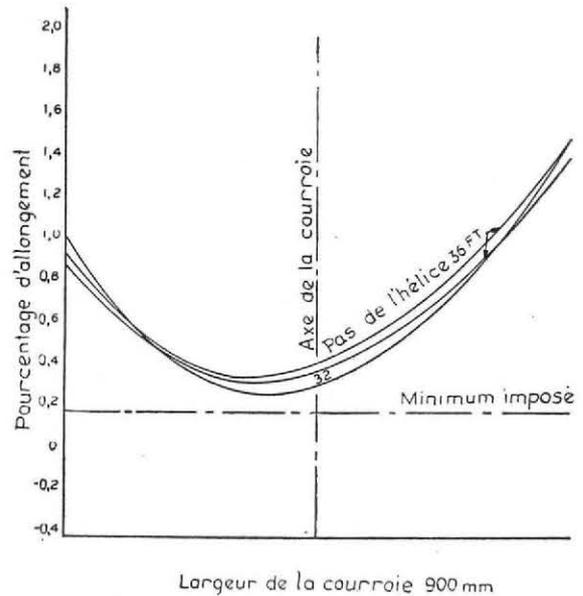


Fig. 4. — Répartition des allongements suivant la largeur. Pas d'hélices convenables.

Les caractéristiques de la courroie ont une grande influence. Le module d'élasticité de tension n'est pas toujours connu avec précision et, suivant les matériaux et le mode de fabrication, il peut varier notablement. Les figures 5 à 7 sont les diagrammes d'essais traction-allongement pour divers types de trois sources différentes. Il est donc évident, et il faut insister sur ce point, que le système de

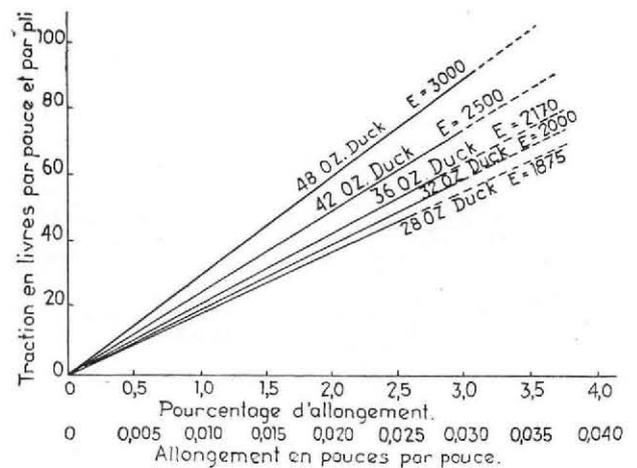


Fig. 5. — Diagramme de l'essai de traction des toiles de courroies.

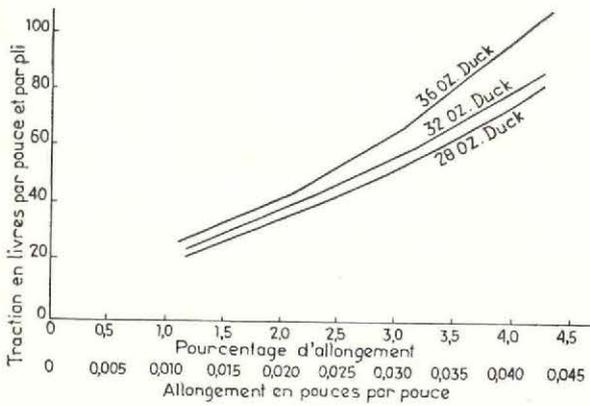


Fig. 6. — Résultats fournis par le constructeur B.

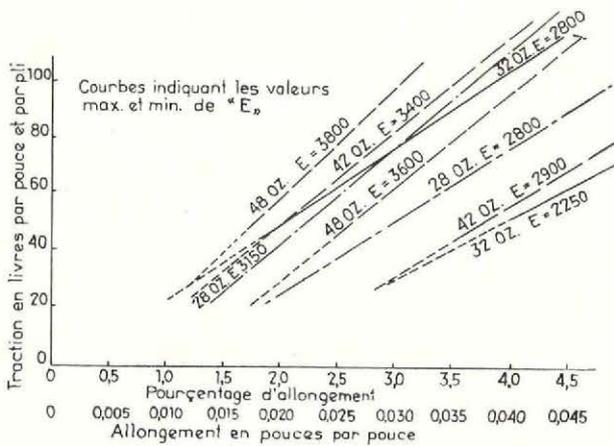


Fig. 7. — Résultats fournis par le constructeur A.

retournement ne doit être appliqué qu'avec le consentement du fournisseur de la courroie.

**Avantages :** L'avantage principal est de placer la face propre de la bande sur les rouleaux inférieurs. Cela supprime les opérations coûteuses du nettoyage.

En plus :

- 1) Il n'y a pas d'accumulation de menu sur ces rouleaux. Les matériaux collants ou humides peuvent être transportés facilement même en temps de gelée ;
- 2) Vie beaucoup plus longue des rouleaux ;
- 3) Vie beaucoup plus longue de la couverture de la courroie ;
- 4) Suppression de toute pluie de poussières, sauf dans la passe de torsion ;
- 5) Suppression des plaques de couverture, excepté aux deux extrémités du convoyeur.

**Inconvénients :**

- 1) Vu la distance nécessaire pour opérer le retournement, le système n'est pratique que pour de longs convoyeurs ;
- 2) Il faut renforcer légèrement la couverture des courroies ;
- 3) Quelques poulies supplémentaires ;

- 4) Relever le taux de travail de la courroie ;
- 5) Si les poulies sont en contact avec la face sale de la courroie, un nettoyage de ces poulies reste nécessaire.

### LA GOULOTTE DE DEVERSEMENT ARTICULEE « *CROSSLAND* »

Dispositif de protection des courroies.

Bull. d'Information n° E. M. (51) 2 du National Coal Board.

Une enquête effectuée récemment dans un charbonnage de Grande-Bretagne a porté sur les causes les plus fréquentes des avaries subies par les courroies transporteuses en galeries.

Dans ce siège, où l'entretien des courroies est spécialement soigné, on a relevé, en 12 mois, 72 incidents dont l'importance variait d'une charnière arrachée à une déchirure affectant le quart de la largeur de la courroie sur une longueur de 40 m.

Il est intéressant de noter l'endroit où se sont produits ces dégâts :

Localisation des avaries	Déchirures		Longueur endommagée	
	Nombre	%	m	%
Point de déversement et trémie	24	33		
Tête motrice	11	15	380	87
Boucle de tension	7	10		
Points de chargement	9	12,5		
Poulie de retour	4	5,5	57	13
Divers	17	24		
<b>Total</b>	<b>72</b>	<b>100,0</b>	<b>437</b>	<b>100</b>

On voit que 42 % des avaries se sont produites à la trémie de déversement, à la tête motrice et à la boucle de tension, et que ces incidents ont causé 87 % des dommages totaux.

Aussi un dispositif de protection fort simple a-t-il été mis au point. Il arrête automatiquement l'installation dès que la portion de courroie endommagée passe au point de déversement (fig 8).

Le fond de la goulotte de déversement est pourvu d'un volet de 25 cm, articulé sur une charnière horizontale et frottant légèrement sur le tambour de la courroie. Un lambeau déchiré cu une agrafe arrachée faisant saillie sur la surface accrochent nécessairement le volet et l'entraînent vers le bas. (fig 9).

Ce mouvement actionne un interrupteur qui arrête le convoyeur par l'intermédiaire d'un relais. Il suffit de connecter l'interrupteur en série avec le bouton « arrêt » du coffret de commande du convoyeur.

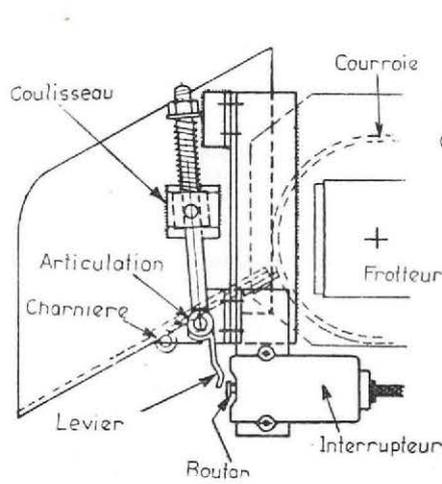


Fig. 8. — Position normale.

Le volet est maintenu en position normale (à peu près perpendiculaire à la courroie) par deux tringles passant dans des coulisseaux soudés sur la paroi latérale de la goulotte. Ces tringles sont rappelées vers le haut par des ressorts dont la tension est réglée pour que le volet ne s'affaisse pas inopiniâtement sous le poids du charbon déversé par la courroie.

L'extrémité du volet lui-même est munie d'un frotteur en caoutchouc en contact avec la courroie transporteuse. La face supérieure est couverte d'un tablier dont le rebord couvre la charnière, l'empêchant d'être coincée par la chute de fines.

Ce dispositif arrête le convoyeur avant que le passage dans la tête motrice du lambeau déchiré ait causé de graves dégâts. Il arrête de même le convoyeur dans le cas où du charbon s'accumulerait dans la goulotte et viendrait en contact avec le tambour. En fonctionnement normal, il offre enfin l'avantage d'amortir la chute du charbon tombant dans la goulotte, ce qui diminue le bris et la production de poussières.

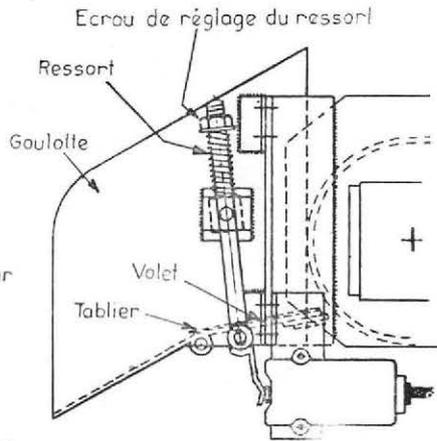


Fig. 9. — Déclenchement.

### RETRAIT DU SOUTÈNEMENT EN TAILLE.

Quelques mesures pour la prévention des accidents.

Extraits d'un article de « *Iron and Coal Trades Review* » du 28 décembre 1951, traduits par G. A. Moulart, Ingénieur civil des mines, électricien et géologue.

Le nombre des accidents dus aux chutes de pierres a considérablement diminué au cours des dix dernières années, mais celui relatif à la reprise du soutènement dans les tailles foudroyées n'a pas diminué dans la même proportion. Dans le Yorkshire, le conseil consultatif pour les éboulements a rédigé une note (1) pour attirer l'attention sur cette question et proposer l'emploi de certains dispositifs de sécurité. Les nombres d'accidents, dus à ces causes, qui se sont produits dans la division du Yorkshire de 1948 à 1950, sont donnés au tableau suivant :

Année	Accidents se produisant à la ligne des remblais ou à proximité			
	Lors du retrait du soutènement		Résultant du retrait du sout.	
	Mortels	Non mortels	Mortels	Non mortels
1948	2	10	2	10
1949	1	5	1	9
1950	5	10	2	6

(1) Safety Pamphlet n° 24 (prix 6 d.), publié par le Ministry of Fuel and Power.

Le rapport indique que beaucoup de ces accidents arrivent à des ouvriers qui se tiennent à proximité immédiate du support à reprendre, parfois en libérant l'étauçon par la tête, et parfois en frappant l'étauçon à coups de masse.

Des ouvriers ont été blessés alors qu'ils se tenaient à quelques pieds du support qu'ils enlevaient; ils ont été surpris par une extension inattendue de l'éboulement, due à l'insuffisance du soutènement voisin.

Pour prévenir les accidents lors du retrait du soutènement, il faut que les étauçons voisins de celui que l'on retire présentent une stabilité et une résistance suffisante pour supporter une charge supplémentaire. Le personnel doit pouvoir opérer à l'abri du soutènement intact.

**Dispositifs de sécurité.**

*Sylvester.*

Le dispositif de sécurité habituel pour le retrait des étauçons est le Sylvester, mais celui-ci ne doit jamais être accroché à un élément du soutènement. Un étauçon d'ancrage, indépendant du soutènement du toit, est indispensable dans tous les cas. Un étauçon d'ancrage coulissant pratique, en alliage léger, est représenté à la figure 10 (a) et un modèle plus simple, utilisable quand l'ouverture de la veine ne varie pas beaucoup, est représenté à la fig. 10 (b). Avec un Sylvester, il n'est pas désirable

d'employer des chaînes trop lourdes; il est intéressant de noter qu'il existe des chaînes en acier à haute résistance, avec de fortes charges de ruptures.

**Dispositifs de torsion.**

Il y a intérêt à réduire l'effort de traction nécessaire pour libérer un étauçon; à cet effet, le procédé le plus simple consiste à intercaler, entre l'extrémité de la chaîne et l'étauçon, un dispositif qui

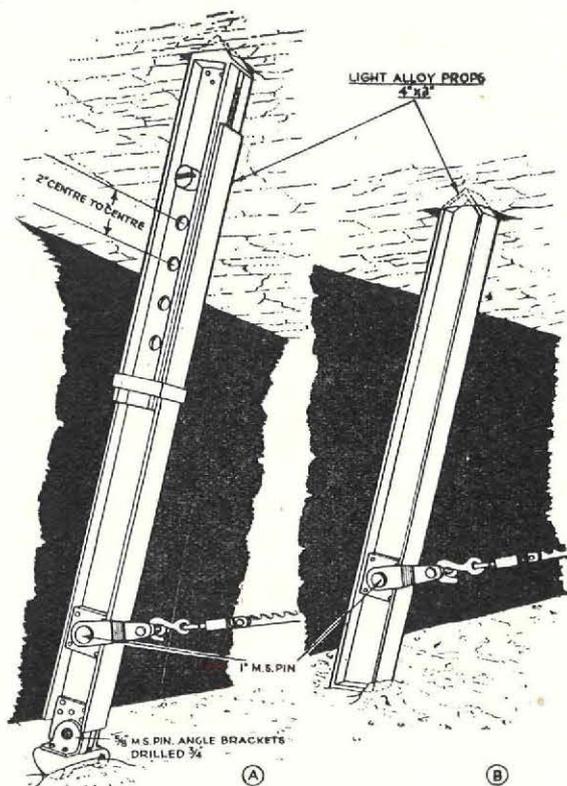


Fig. 10. — Étauçons d'ancrage en alliage léger de 100 × 75 mm. (a) étauçon extensible, pour travail dur, mis au point par le « Safety in Mines Research Establishment ». (b) étauçon rigide.

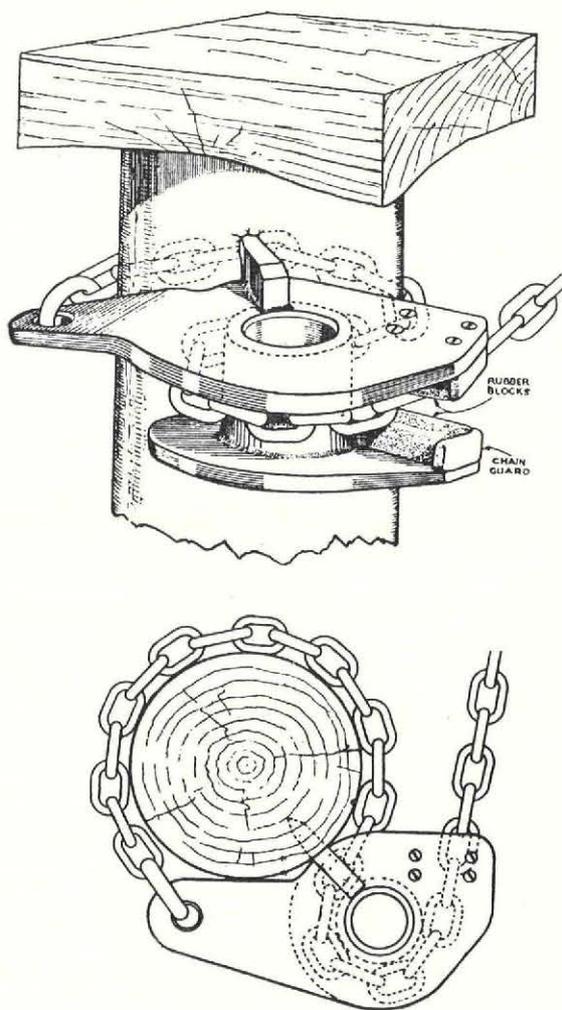


Fig. 11. — Dispositif de torsion SMRE pour le retrait d'étauçons en bois.

donne un mouvement de rotation à l'étauçon en même temps qu'il subit la traction. Ce mouvement de rotation pourra souvent réduire de plus de la moitié l'effort de traction nécessaire pour libérer l'étauçon. Un dispositif efficace de torsion a été réalisé par M. T. Gawthrop, Inspecteur des Mines. Il a mis au point un crochet à deux pointes qui mord dans l'étauçon en bois de façon à le faire tourner au moyen d'un Sylvester. Le « Safety in Mines Research Establishment » a conçu un autre dispositif de torsion qui peut être fixé fermement à l'étauçon et qui est représenté à la figure 11. Ce

dispositif a un bras de levier beaucoup plus grand que le crochet de Gawthrope.

On a également mis au point un dispositif de torsion pour étançons métalliques (rigides non extensibles), qui donne un angle de rotation d'au moins 45°. Il reste fixé en permanence à la chaîne et peut être facilement accroché aux étançons. Jusqu'à présent, ce modèle n'a pas été utilisé pour des étançons de section supérieure à 75 × 75 mm, car il n'est pas assez résistant pour arracher des étançons de plus forte section lourdement chargés.

Un modèle plus résistant convenant pour des étançons en poutrelle de 100 × 100 mm de section est représenté à la fig. 12. Aux essais, il a résisté

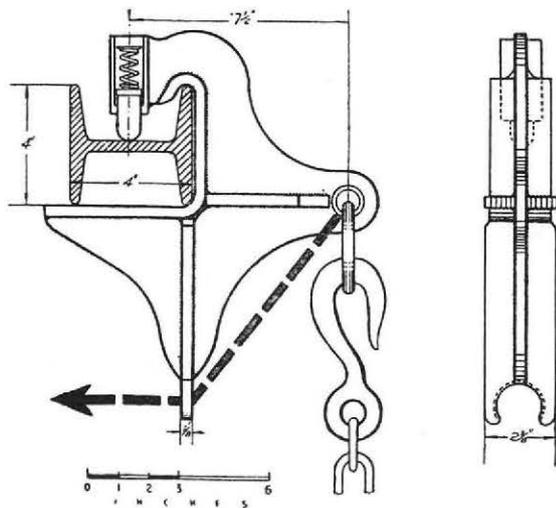


Fig. 12. — Dispositif de torsion pour étançon en poutrelle d'acier de 100 × 100 mm.

à un effort de traction allant jusqu'à 5 tonnes, alors que la chaîne de traction faisait un angle de 24° sur l'horizontale. On a prévu deux positions différentes pour la fixation de la chaîne, ce qui assure dans tous les cas un angle de traction d'au moins 90°. En général, l'arrachage d'un étançon métallique s'obtient par rupture du coin de calage, mais, lorsque l'étançon a poinçonné le mur sous la charge, il peut être déformé par l'action du dispositif de torsion. Pour éviter cet inconvénient, on peut recourber les ailes de l'étançon près du pied. Il est recommandé de ne pas effectuer la reprise des étançons pendant le havage.

#### Retrait du soutènement avant remblayage.

Les accidents survenant au personnel occupé à l'édification des remblais sont presque aussi fréquents que les accidents se produisant au foudroyage. Le meilleur moyen de les éviter est de construire des murs intermédiaires dans le remblai et de serrer convenablement le remblai de chaque section avant de retirer la bête voisine (fig 13). Il ne faut en aucun cas retirer le soutènement plus tôt qu'il n'est indispensable et jamais plus d'une bête à la fois; il faut également placer des étançons provisoires,

et les serrer convenablement. Il serait intéressant d'employer dans ce but des étançons qui peuvent être fortement serrés, comme des étançons à vis ou

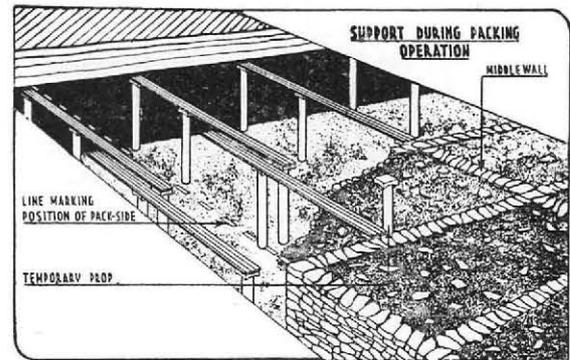


Fig. 13. — Soutènement pendant les opérations de remblayage.

Line marking position of pack = Ligne repérant le flanc des remblais.  
 Temporary prop = Etançon provisoire.  
 Middle wall = Mur intermédiaire.

hydrauliques. Il est recommandé de tracer au toit des lignes transversales indiquant l'emplacement des flancs des épis de remblai pour que les abatteurs disposent le soutènement de façon à ne pas devoir le déplacer avant l'achèvement des remblais (voir fig 13).

#### Retrait des étançons à l'aide d'un treuil.

Des essais ont été entrepris au cours des dernières années en vue d'obtenir un effort de traction suffisant à l'arrachage des étançons, avec l'aide d'un treuil à moteur dont le conducteur reste en sécurité. Depuis longtemps, on a obtenu des résultats tout à fait satisfaisants dans le cas de foudroyage ou de remblayage continu, car alors le treuil peut être installé à l'extrémité de la ligne de supports à retirer. Un dispositif de signalisation est nécessaire. Lorsqu'on édifie des épis de remblais intermédiaires, il n'est plus possible d'utiliser le treuil installé à une extrémité des fronts. Pour cette raison, on a imaginé une machine pouvant se déplacer le long des fronts dans l'espace réservé à la hacheuse. Le treuil d'arrachage fonctionne à chaque intervalle entre les épis de remblai; le travail s'effectue ainsi sous le contrôle direct de l'opérateur.

La machine la plus récente est un treuil à air comprimé de 5 HP, avec une vitesse de câble de 6 m/min. L'effort de traction disponible, pour une pression d'air comprimé de 5,3 kg/cm<sup>2</sup>, est d'environ 3,6 tonnes. La machine a 0,60 m de hauteur, 0,68 m de largeur et est montée sur une tôle traîneau. Le tambour peut pivoter de 360° et peut être bloqué pour le ripage. Un étançon à vis inversé est monté au-dessus du point de pivotement et sert de dispositif de calage. La machine se hale par ses propres moyens.

## REMBLAYAGE MECANIQUE DES PIERRES DE BOSSEYEMENT EN COUCHES MINCES.

D'après un mémoire présenté à l'Association des Ingénieurs des Midlands, à Nottingham, le 21 novembre 1951, par A. E. Naylor et J. S. Thompson (Colliery Guardian du 24 janvier 1952).

### RESUME.

L'article expose les essais et la mise au point progressive d'un scraper réalisant le remblayage mécanique des pierres de bosseyement des voies d'un chantier en veine mince, au charbonnage de Shirebrook.

Ces essais ont été couronnés de succès et le procédé s'est imposé. Il réalise une économie de main-d'œuvre dans les bosseyements, assure une meilleure tenue des voies et dégage le puits par suite de la réduction sensible du volume de pierres à remonter.

### I. — Introduction.

En 1950, le Charbonnage de Shirebrook s'est trouvé placé devant un problème difficile d'évacuation des terres. Après épuisement de la couche Top Hard, les travaux se sont étendus dans la couche Main Hard, qui n'a que 86 cm de puissance. La remontée des pierres provenant du bosseyement des voies bloquait le puits pendant plusieurs heures par jour. Il fallait donc à tout prix remettre le plus de terres possible dans les remblais de taille, ce qui ne pouvait se réaliser qu'en augmentant le nombre de remblayeurs ou en mécanisant le remblayage.

Le remblayage hydraulique ou pneumatique étant exclu comme trop coûteux, on s'attacha à résoudre le problème du remblayage des petites couches par scraper. Le problème à résoudre n'était pas simple. La benne utilisée devait avoir une contenance suffisante tout en passant, sans arracher le soutènement, par des ouvertures réduites parfois à 135 × 45 cm.

L'appareil devait déposer, à l'endroit voulu, une bande de remblai bien compact sur une largeur de 1,50 m. Par suite de la faible ouverture de la couche, il était exclu de placer le treuil dans la taille elle-même.

### II. — Schéma de fonctionnement.

La première installation est montée dans une voie de desserte de 4 m de largeur et 3 m de hauteur exclusivement bosseyée au toit. Un treuil de scraper « Sullivan » est installé dans la voie et fixé sur les rails placés pour le service de la taille. Comme sécu-

rité supplémentaire, le treuil est ancré à une broche placée dans un trou foré au mur.

La poulie de retour se trouve dans l'allée à remblayer, à une distance correspondant à la largeur du remblai à réaliser. A l'entrée de la taille, le câble est renvoyé par un système de trois poulies montées sur un châssis.

La benne circule donc dans l'allée à remblayer, parallèlement au front de taille, à la vitesse de 1,10 m par seconde. Elle prend les déblais dans la voie et les dépose à l'extrémité de sa course : le trajet se raccourcit progressivement à mesure que le remblayage progresse.

La liaison entre remblayeurs et machiniste de treuil est assurée par coups de sifflet. Des tôles de guidages placées à l'entrée de la taille facilitent le passage de la benne. Pour empêcher le remblai amassé par le scraper de couler vers le convoyeur de taille, on a tout d'abord placé des tôles contre les étançons séparant l'allée en remblayage de celle du convoyeur : ces tôles fléchissaient sous la pression de pierres. On les a remplacées avantageusement par des grosses planches de 135 × 23 × 3 cm. Le remblayeur, installé le long du trajet du scraper, n'a qu'à ramasser les grosses pierres passant devant lui pour constituer un muret adossé aux planches jusqu'à l'achèvement du remblayage.

Après le travail, le câble se retire facilement du remblai. Comme il est toujours en mouvement, il maintient ouvert un passage suffisant.

Au début des essais, on ne remblayait mécaniquement que sur un côté de la voie. On en vint vite à remblayer alternativement les deux côtés, sur une largeur de 16 m. Le déplacement du châssis portant les trois poulies de renvoi constitue dès lors une perte de temps : on l'a remplacé par des poulies indépendantes de 30 cm de diamètre, montées sur un soubassement en tôle (fig. 14). Ce soubassement

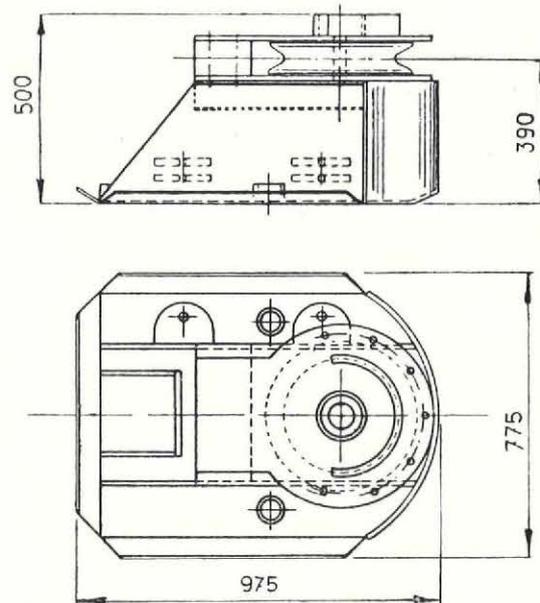


Fig. 14. — Poulie de renvoi sur bâti indépendant (élévation et plan).

(N. de la R.). — Le procédé de remblayage par raclage des pierres de bosseyement des voies est utilisé depuis longtemps au siège José des Charbonnages de Wérister, dans une couche de 35 à 50 cm de puissance. La sécurité de l'arrière-taille (taille de 50 m de longueur) est assurée par remblayage complet ou par épis de remblais édifiés avec les pierres du bosseyement des voies. Ce procédé donne entière satisfaction.

est ancré dans le mur par deux broches (45 cm × 38 mm de diamètre) et maintenu par un étau ancré contre le toit. Deux ouvertures prévues dans le bâti permettent le forage des trous d'ancrage et un support spécial reçoit le pied de l'étau de calage. Une tôle soudée sur l'avant du bâti guide le mouvement du scraper.

Cette disposition, illustrée par la figure 15, s'est révélée efficace. On a pu supprimer les tôles de guidage placées précédemment à l'entrée de la taille.

Finalement, on réussit à remblayer simultanément les deux côtés de la voie, en attelant deux bennes dos à dos. Au premier essai, les bennes, reliées par une seule chaîne, prirent un mouvement de lacet. On les attelle maintenant au moyen de deux courtes chaînes et le cheminement est parfaitement régulier.

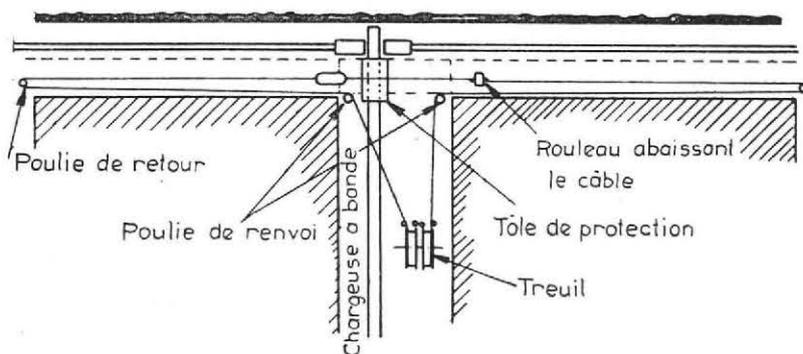


Fig. 15. — Disposition symétrique permettant le remblayage alternatif des deux côtés de la voie de transport sans déplacer les poulies.

Le gain de temps ainsi réalisé dans le remblayage constitue un avantage précieux pour la reprise des étançons : la tenue du terrain est en effet loin d'être idéale : le toit est très friable et le soufflage du mur est important. L'ouverture de la couche est souvent réduite à 65 cm ou moins encore, au moment du remblayage.

Sous cette forme, le système fonctionna avec un plein succès pendant dix mois. Il est évident cependant que le scraper ne peut traverser la voie dans son mouvement de va-et-vient, que si le tas de déblais n'est pas trop élevé.

### III. — Etude de la benne.

La première benne essayée était du même type que celle des scrapers à charbon. Elle était munie, à l'arrière, d'un volet mobile autour d'une charnière. Les parois latérales se rapprochaient aux deux extrémités pour guider l'appareil entre les étançons. A chaque extrémité, une chaîne réunissait les deux côtés et était munie d'un anneau de 75 mm auquel s'amarrait le câble par une pince Crosby.

Les premiers essais montrèrent que :

- la benne était beaucoup trop légère;
- la porte à charnière calait parfois;
- le front de la benne, bien que légèrement dégagé, piquait dans le sol, tandis que l'arrière se soulevait, abandonnant une partie de la charge en route.

Lors de la construction de la deuxième benne, on apporta les modifications suivantes : les parois latérales s'élevaient vers l'arrière et étaient courbées vers l'intérieur. L'arrière était formé par un couteau fixe, muni d'un rebord à la partie supérieure et alourdi par des poids.

Ce type constituait un grand progrès. La benne se remplissait d'une façon satisfaisante et transportait les déblais jusqu'au bout de l'allée à remblayer. Elle passait bien entre les étançons. Les accrochages, provoqués par la pièce en U assemblant la chaîne à la benne, étaient rares. Ce type présentait cependant encore deux défauts :

a) sur le trajet de retour, les chaînes fixées à l'avant de la benne traînaient sur le sol et ramenaient une partie du remblai avec elles ;

b) la benne était trop longue. Elle faisait bien le trajet prévu, mais la charge était encore trop loin du but au moment où l'avant butait contre le remblai déjà placé.

Ces essais conduisirent à la construction d'une troisième benne : on raccourcit les parois latérales de la benne de 25 cm pour arriver avec le fond de la benne plus près du remblai en édification. On réduisit aussi la hauteur de 5 cm. La benne modifiée présentait encore, dans une certaine mesure, les mêmes défauts que les deux précédentes. Les pierres devaient être pelletées sur un mètre ou deux à la fin du trajet. Deux hommes étaient occupés à ce travail et la benne était immobilisée pendant ce temps. La quantité convoyée était satisfaisante, ainsi que la vitesse du transport.

On conçut alors l'idée de réunir les parois latérales à l'avant au moyen d'un tuyau de 50 mm de diamètre, légèrement cintré et relevé au point d'attache du câble ; les côtés étaient aussi bas que possible et l'arrière de la benne légèrement surhaussé pour permettre à l'appareil de basculer pendant le trajet de retour. Ce mouvement relève l'avant qui passe alors au-dessus des pierres apportées par le trait.

Les pinces Crosby furent remplacées par des attaches ordinaires. A l'essai, on constata une forte amélioration des résultats. Les déblais déposés par le scraper ne devaient plus être déplacés.

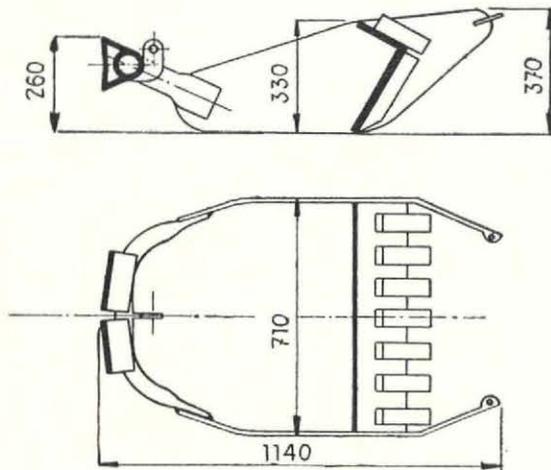


Fig. 16. — Benne de scraper. - Type amélioré.

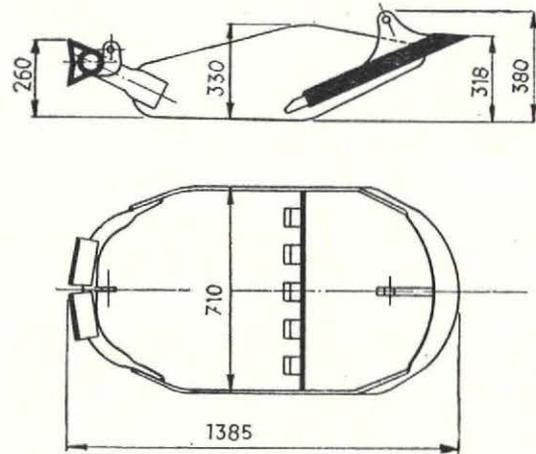


Fig. 17. — Benne de scraper.  
Dernier type se chargeant dans les deux sens.

Pour perfectionner encore l'appareil, on fixa, sur le tube formant étrier à l'avant, un « bourroir » (fig 16). Cette pièce ramasse les déblais laissés sur le sol par les traits précédents, les répartit sur la largeur à remblayer et serre énergiquement le remblai contre le toit.

Ce modèle définitif donna toute satisfaction et fut même utilisé (deux bennes en tandem) pour remblayer simultanément des deux côtés de la voie.

Il n'a qu'un inconvénient : si les déblais amassés dans la voie par le tir sont trop abondants, ils bouchent l'entrée de la taille et la benne ne peut monter sur le tas ni se remplir. Elle se coince bien souvent contre le toit de la couche.

Aussi, on imagina un nouveau type de benne, pouvant se remplir dans les deux sens de marche. Le rebord à la partie supérieure du couteau fut supprimé et remplacé par un bord tranchant. La benne étant basculée et tirée en marche arrière, le couteau pénètre comme une pelle dans le tas de déblais (fig 17).

Ce dernier type donna pleine satisfaction dès sa première application au fond. Il fonctionne parfaitement même si le tas de déblais barre complètement l'entrée de l'allée en remblayage. Il faut cependant placer, du côté de la voie opposé à celui où fonctionne le scraper, un rouleau maintenant le câble contre le mur (fig 18) : sans cette précaution, le

câble a tendance à monter sur le tas de pierres et la benne se coince contre le toit de la couche.

#### IV. — Le bosseyement.

La couche a une ouverture de 86 cm. Pour poser les cadres de 4 m de largeur et 2,90 m de hauteur, il faut bosseier 2,35 m dans le toit. Si ce bosseyement est pris en une fois, en face de l'allée en remblayage, la chute des pierres risque de bloquer complètement l'entrée de la taille. Aussi, dans la première voie équipée de scraper, on divisa le bosseyement en deux brèches: la brèche inférieure, de 1,35 m de hauteur, était prise au droit du front de taille et la brèche supérieure, de 1 m de hauteur, suivait à une havée derrière l'allée en remblayage.

Dans une seconde voie qui n'avait que 2,50 m de largeur avec remblayage d'un seul côté, on essaya de prendre le bosseyement au droit de l'allée à remblayer. Comme on l'avait prévu, la benne se coïnc. On réussit cependant, en ne tirant qu'un coup de mine à la fois et en évacuant les déblais au fur et à mesure, à faire le bosseyement en un poste (avancement de 1,50 m).

La mise en service du dernier type de benne, à remplissage en marche arrière, permet d'éliminer toutes les difficultés et de tirer tout le bosseyement en une fois.

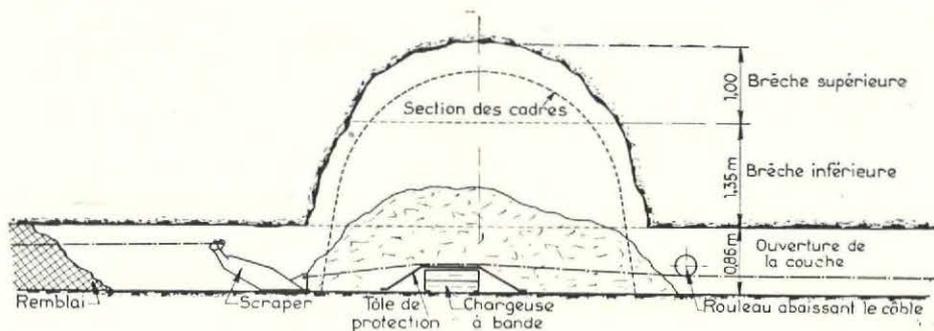


Fig. 18. — Fonctionnement du scraper (dernier modèle) dans une voie de transport.

Même dans la voie de 4 m, on put prendre les deux brèches au droit de l'allée à remblayer. La brèche inférieure est tirée d'abord : la benne se remplit facilement en entrant à la partie inférieure du tas et remblaie un côté de la taille. Elle évacue la presque totalité des déblais, ne laissant que le contenu de trois à cinq berlines dans la voie.

On retourne alors le scraper et on abat la brèche supérieure : les déblais sont évacués dans le second côté de la taille, le résidu de l'opération précédente jouant le rôle de rampe de chargement.

Il ne reste donc que trois ou quatre berlines de pierres à évacuer à la main. Ces pierres sont disposées derrière les cadres de la voie pour les serrer au terrain.

Le procédé a finalement été appliqué à la voie de transport elle-même : cette voie a les mêmes dimensions que la précédente, et est équipée d'une chargeuse à courroie Meco. Dans cette voie se trouvent aussi les têtes motrices des deux convoyeurs de taille.

Avant la mécanisation, le bosseyement était pris en deux brèches. On faisait 9 m de remblai de chaque côté de la voie et le reste des déblais était évacué par berlines.

Actuellement, on avance le convoyeur Meco et les têtes motrices avant de bosseier. Le Meco est recouvert de tôles de protection découpées en éléments maniables et fixées au mur de la voie par des broches d'acier. Le bosseyement est alors tiré en une fois, comme dans l'autre voie, directement derrière les têtes motrices (fig. 18).

Le remblayage se fait aussi bien que dans les autres voies et la benne glisse sans heurts sur les tôles de protection.

## V. — Résultats obtenus.

### 1) Matériaux transportés.

Le treuil Joy Sullivan de 30 CV tire la benne à la vitesse de 1,10 m par seconde au moyen d'un câble souple à torons préformés de 12 mm de diamètre, de marque « British Ropes — blue Strand ».

La benne ancien type avait une contenance de 156 dm<sup>3</sup>. La nouvelle contient 212 dm<sup>3</sup>.

Le bosseyement avance de 1,50 m par jour. La brèche a 2,35 m à 2,70 m d'épaisseur, sur une largeur de 4 m environ, soit 10 à 15 m<sup>3</sup> de terrain à abattre chaque jour.

Il faut généralement compter sur une ouverture à remblayer de 70 à 75 cm, mais, par suite de la convergence des épontes d'une part, et des chutes du toit d'autre part, la hauteur du remblai varie parfois de 45 cm à 1,80 m.

Le remblai s'étend normalement sur une largeur de 33 m, répartie symétriquement des deux côtés de la voie. On atteint parfois 55 m lorsque l'ouverture de la couche diminue. La densité du remblai est donc de l'ordre de 30 %.

### 2) Main-d'œuvre.

Le chronométrage des opérations indique, pour une ouverture à remblayer de 70 à 75 cm, un temps de 4,22 min (4 min 15 sec) par mètre de remblais,

y compris la reprise des étançons (travail avec une seule benne) (0,25 m<sup>3</sup>/min environ). L'évacuation des déblais prend 2 h ½ à 3 h.

Avant la mécanisation, cinq hommes étaient occupés au bosseyement des voies de 4 m et réalisaient un remblai de 9 m de chaque côté de la voie. Avec le nouveau système, il en fallut initialement six, mais la plus grande largeur de remblai permettait de supprimer un remblayeur en taille. Le rendement était donc inchangé, à part l'économie du transport de 25 berlines de pierres.

Cependant, la pratique de l'engin a permis de supprimer un homme, et on espère en supprimer un second; les tâches se répartissent dès lors comme suit :

1 machiniste de treuil,

1 remblayeur en taille, pour enlever les étançons et construire le muret de pierres,

1 homme à l'entrée de la taille pour transmettre les signaux et aider éventuellement à la reprise des étançons,

1 homme au bosseyement pour assurer la liaison et préparer la pose des cadres.

Ces hommes travaillent en équipe pour les besoins divers occupant le reste du poste.

Dans les petites voies (2,50 m de largeur), trois hommes suffisent.

Lorsque les quatre galeries du chantier seront équipées et que tous les remblais de voies seront exécutés mécaniquement, on escompte une économie d'au moins neuf remblayeurs et deux bosseyeurs, sur un total initial de onze remblayeurs et seize bosseyeurs.

### 3) Sécurité.

La sécurité du remblayage est améliorée;

a) personne ne doit circuler dans l'allée en remblayage, si ce n'est pour la reprise des étançons. A ce moment, on arrête le treuil;

b) personne ne doit travailler au bosseyement sous un boisage provisoire, si ce n'est pour purger le toit après le tir et poser les cadres;

c) les cadres sont posés jusqu'à 2 m du front de taille avant le début du poste à charbon.

### 4) Tenue de la galerie.

Lors du remblayage à la main, la poussée des terrains se faisait sentir à 60 ou 70 m du front de taille, et à 125 m de celui-ci, la section des cadres de 4 m × 2,90 m était réduite à 2 m de largeur sur 1,50 m à 1,80 m de hauteur. Avec le nouveau système, la voie se maintient en très bonne condition jusqu'à 135 m du front de taille. A 180 m, la largeur est réduite de 0,30 m et la hauteur de 0,60 m. Les cadres ne se déforment guère et c'est au soufflage du mur qu'est due la réduction de section.

## ASSEMBLAGE DE TUYAUTERIE SANS JOINT D'ETANCHEITE SUIVANT LE SYSTEME DILO.

« *Schlägel und Eisen* » de décembre 1951.

Le joint DILO (abréviation du mot *Zwischendichtungslos*) est un joint profilé qui se distingue

par la conformation des surfaces du joint et par l'efficacité qui en résulte. L'étanchéité est réalisée (fig 19) par contact des surfaces arrondies d'un anneau en relief, qui s'appliquent sur l'arrondi d'une rainure.

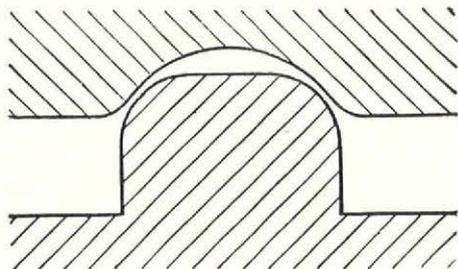


Fig. 19.

Les circonférences de contact, qui se disposent à environ  $45^\circ$  de la direction de serrage, résultent des rayons de courbure de la rainure et de l'anneau qui se font face dans des conditions déterminées. Ils conditionnent l'étanchéité et la force de serrage requise.

Les deux circonférences de contact s'élargissent par déformation plastique et élastique de la matière du joint quand on serre les boulons d'assemblage. En cas de faible pression dans la conduite, il faut un serrage minimum pour faire disparaître, par fluage de la matière, les fines rayures résultant de l'usinage. Les dimensions du profil et les rayons de courbure correspondants permettent au joint de supporter de fortes pressions sans que la partie plastiquement déformée pour assurer l'étanchéité ne lais-

se de traces de contact. On peut ainsi garantir le remploi après démontage sans qu'aucun ajustage soit nécessaire.

La figure 20 montre une bride équipée d'un joint Dilo. L'usinage normal par tournage ne présente pas de difficulté ; un parachèvement du joint n'est

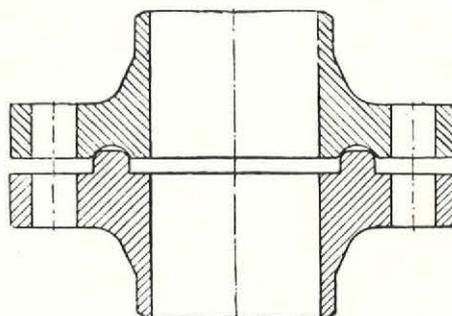


Fig. 20.

pas nécessaire puisque les inégalités des surfaces en contact s'effacent par déformation plastique. Pour les mines, il existe des brides DILO comportant un anneau du type surbaissé pour permettre l'assemblage avec brides mobiles simplement dégrossies.

On a aussi obtenu de bons résultats d'essai avec de la vapeur surchauffée à  $500^\circ\text{C}$  et 300 atmosphères en refroidissant chaque fois la température ambiante.

Par l'emploi de matériaux adéquats, le joint est capable de résister aux plus hautes températures, il est aussi insensible aux variations de sollicitation.