Matériel minier

Notes rassemblées par INICHAR

FORAGE ROTATIF A GRAND DIAMETRE POUR LE CREUSEMENT DE PUITS

par V. Zeni et T. N. Williamson (1)

La société de fonçage de puits Zeni Corp. a mis récemment au point une machine qui a réalisé avec succès le forage de sept puits de ventilation dans l'Etat de Virginie. Ces puits furent creusés au diamètre de 1,80 m et à une profondeur de 140 m.

En pratique, on espère que le nouvel équipement permettra de forer des puits de 2,40 m de diamètre à une profondeur beaucoup plus grande que celle réalisée jusqu'à présent.

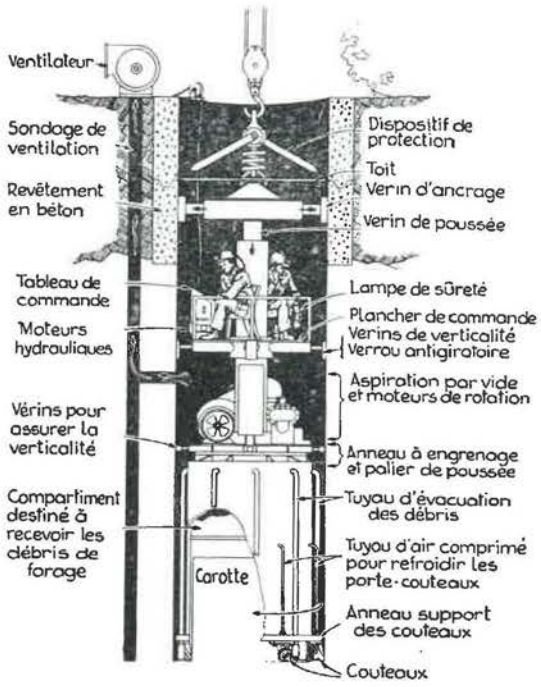

Fig. 1. — Machine de forage Zeni. — Schéma montrant le principe de fonctionnement de la machine.

(1) Traduit de « Mining Engineering », avril 1957.

Le procédé consiste à utiliser le carottage par rouleaux coupants.

Le principe de fonctionnement de la machine est le suivant (fig. 1). Un vérin hydraulique est calé horizontalement contre les parois du puits et sert d'appui à un poussoir vertical hydraulique agissant sur le tube carottier. Ce poussoir est un cylindre de 0,40 m de diamètre, qui peut exercer sur la roche une poussée d'au moins 50 t.

Tube carottier (fig. 2).

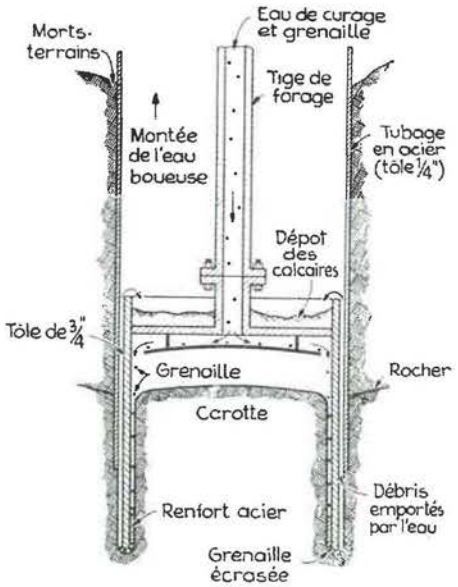

Fig. 2. — Foreuse Calyx. — Schéma du carottier forant au diamètre de 1,85 m.

Ce tube, de 3 m de longueur et de 1,75 m de diamètre, est fabriqué en tôles de 12 mm renforcées par cornières et raidisseurs soudés longitudinalement. Un plancher délimite dans la partie supérieure un compartiment destiné à recevoir les débris de forage. Une tête de sonde à double voie permet à la fois l'évacuation des débris par aspiration et le passage de l'air comprimé nécessaire au

nettoyage et au refroidissement des couteaux. Le carottier se termine à la base par un anneau porte-couteaux et au sommet par un engrenage de grand diamètre. Cet engrenage reçoit son mouvement de rotation de deux moteurs électriques antidéflagrants de 25 ch, chaque moteur possédant son arbre vertical propre. Une robuste transmission du type camion sert d'intermédiaire entre les moteurs et l'engrenage de tête du carottier. Les vitesses de rotation possibles varient entre 0,9 à 15 tours par minute, l'expérience a conduit à adopter une rotation de 7 tours par minute jugée suffisante pour les terrains rencontrés.

Les couteaux (fig. 3).

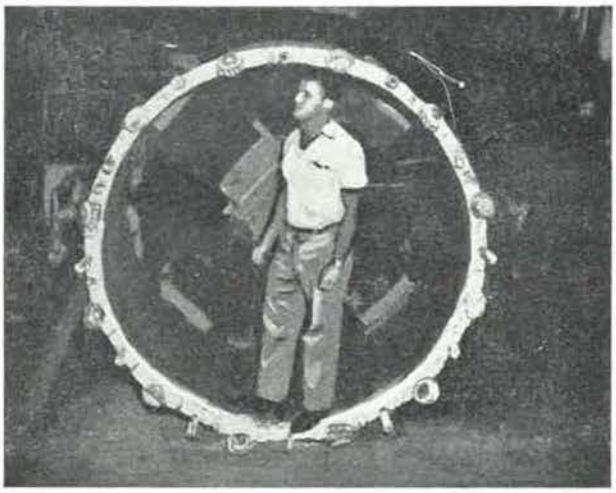

Fig. 3. — Vue des couteaux et de l'anneau porte-couteaux du tube carottier.

Afin de diminuer la valeur du couple de rotation, les couteaux sont constitués par des rouleaux coupants semblables à ceux des trépans rotary en service pour les sondages au pétrole.

Les couteaux sont montés sur un porte-taillant du type tricone et boulonnés à l'anneau porte-couteaux du tube carottier. La rainure circulaire de forage a 0,10 m de largeur, laquelle est nécessaire pour laisser un certain jeu au carottage. L'angle fait par la tige du porte-taillant est tel que, s'il y a usure, le couteau se porte vers l'extérieur. De cette façon, la réduction de diamètre due à l'usure est évitée et le placement de couteaux neufs n'offre pas de difficultés.

La machine est prévue pour être équipée de deux jeux de six couteaux chacun. En pratique, un seul jeu suffit. Des six couteaux, trois coupent le diamètre intérieur de la rainure et trois le diamètre extérieur. Afin d'obtenir une rainure régulière, le nombre de dents de chaque rouleau coupant diffère. En terrain de dureté moyenne, un jeu de six couteaux creuse environ 15 mètres. Une gamme étendue de couteaux permet de les adapter à la nature des roches rencontrées.

Evacuation des déblais (fig. 4 et 5).

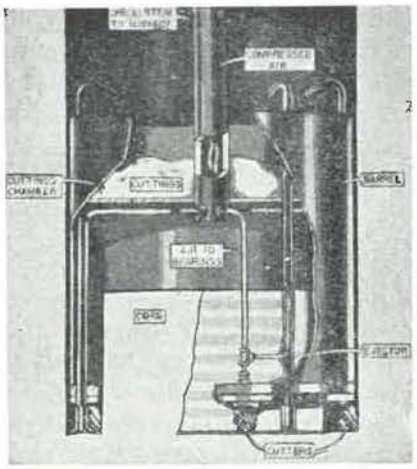

Fig. 4. — Dispositif de circulation par le vide.

Drill stem to surface	=	tige de forage
Compressed air	=	air comprimé
Cuttings chamber	=	chambre des déblais
Cuttings	=	déblais
Barrel	=	carottier
Air to bearings	=	amenée d'air vers les porte-couteaux
Core	=	carotte
Cutters	=	couteaux.

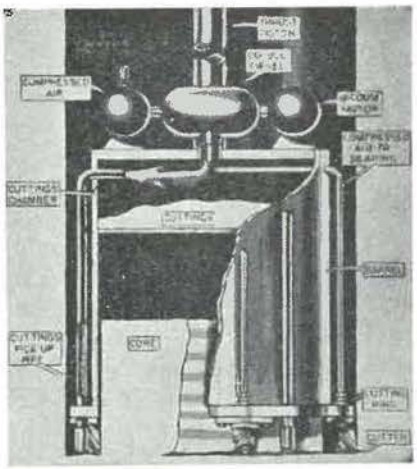

Fig. 5. — Dispositif de circulation par pression.

Thrust piston	=	piston poussant
Double swivel	=	robinet à double voie
Compressed air	=	air comprimé
Vacuum motor	=	moteur à vide
Compressed air to bearings	=	air comprimé pour porte-couteaux
Cuttings chamber	=	chambre des déblais
Barrel	=	carottier
Cuttings pick up pipe	=	aspiration des déblais
Core	=	carotte
Cuttings ring	=	anneau de support des couteaux.

Le nettoyage de la rainure se fait, soit par air comprimé, soit par eau boueuse. A cet effet, la machine est équipée d'une pompe à vide de 7 1/2 ch.

Dans le cas du curage à l'eau, l'eau boueuse est aspirée dans la chambre de déblais où elle se purifie par décantation. Cette chambre est munie d'une valve se rabattant sur l'extérieur du carottier. L'opérateur arrête la pompe à vide par intermittence pour permettre à l'eau purifiée de sortir par cette valve et de retourner vers le trou. Au moment de l'extraction de la carotte, un ouvrier racle et évacue à la pelle les déblais décantés.

Lorsque le forage rencontre une nappe d'eau, le nettoyage des couteaux à l'air comprimé est inutile tant que le niveau de l'eau les recouvre.

En cas de nécessité de forage à sec, une double vanne permet l'arrivée d'air comprimé venant d'une source extérieure vers des conduites dirigées séparément vers chaque couteau. Le débit d'air est suffisant pour assurer le curage du trou et le refroidissement des couteaux.

Plancher de commande.

Ce plancher qui contient tous les appareils de commande et de contrôle est arrimé au-dessus du carottier au centre du dispositif. Des petits vérins horizontaux fixés au sommet du carottier et au plancher de commande empêchent la rotation des éléments autres que le carottier et assurent, de façon peu efficace d'ailleurs, la verticalité du forage.

Un couvercle circulaire muni de portes à charnières protège les hommes et la machine de la chute éventuelle de débris ou objets.

L'ancrage horizontal supérieur est surmonté d'un crochet de levage muni d'un dispositif à ressort qui s'accroche au revêtement du trou en cas de rupture du câble de manœuvre de la machine.

Treuil de halage de la machine.

Aux Etats-Unis, les puits ont été forés à partir de la surface. Une grue montée sur camion s'est révélée mieux adaptée, par sa mobilité, aux derricks légers.

Toutes les connexions électriques sont raccordées sur la grue. L'opérateur de surface peut, à l'aide d'un panneau de contrôle, diriger les opérations du fond et de la surface. Cet opérateur commande le ventilateur, le compresseur, le treuil de levage et surveille la marche de la foration.

Extracteur de carotte.

Il est formé de deux grands anneaux séparés par plusieurs plaques de tôle longitudinales un peu plus longues que la carotte. Des rouleaux logés dans des encoches de l'anneau de base sont introduits dans la carotte à l'aide de cames lorsqu'on tire l'extracteur. Les cames sont elles-mêmes fixées à cet anneau de base.

Opérations préliminaires.

Avant la mise en service de la machine, on creuse dans les morts-terrains un avant-puits de 9 m environ de profondeur. On y introduit un anneau préfabriqué, en béton, au diamètre voulu.

A côté du puits, un trou de sonde de 20 cm de diamètre est foré puis injecté d'un lait de ciment. Après cimentation, ce trou, qui servira de retour d'air au puits en creusement, est reforé et raccordé au ventilateur aspirant installé en surface. Des communications d'aérage vers cette conduite peuvent alors être établies aisément à partir d'un niveau quelconque.

Main d'œuvre et mode opératoire.

Le personnel comprend quatre hommes, dont deux en surface et deux dans le puits, ils ne sont guère tous occupés que lorsqu'on retire la carotte. La translation du personnel dans le puits se fait par cuffat et câble spécial.

— *Forage.*

La machine, mise en place par le treuil de surface, est bloquée par le vérin horizontal. Le poussoir vertical mis sous pression et la pompe à vide enclenchée, on démarre le moteur de rotation et l'opération de carottage débute.

Les hommes dans le puits communiquent par téléphone avec les opérateurs de surface qui notent les observations et les résultats tous les 5 cm. Cette liaison téléphonique assure en outre une sécurité supplémentaire.

— *Carottage.*

Après environ 1,50 m de forage, la machine est retirée (fig. 6) et on descend l'extracteur de carotte.

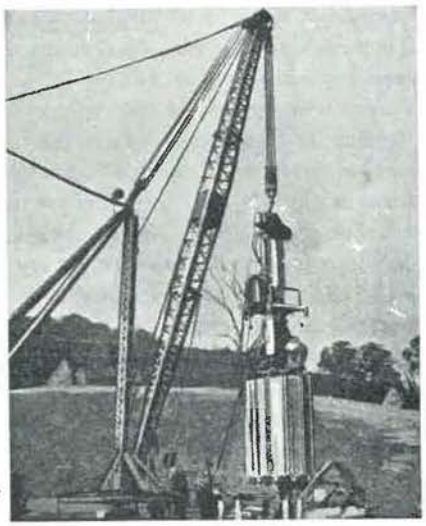

Fig. 6. — Vue de la machine remontée en surface par la grue avant l'extraction de la carotte.

Un trou central préalablement foré au marteau perforateur est chargé à l'aide d'une faible charge

d'explosif. En général, une demi cartouche suffit à détacher la carotte.

La carotte est alors remontée en surface par le treuil (fig. 7).

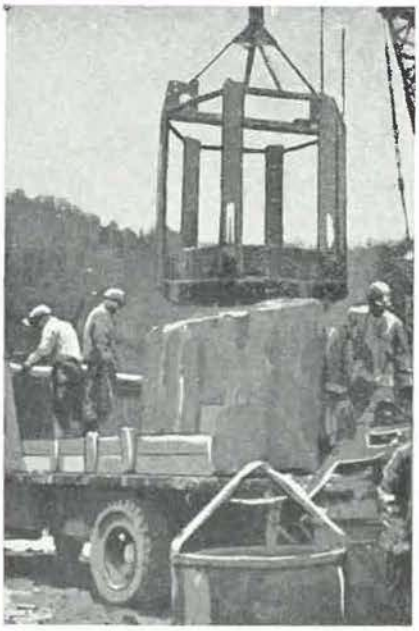

Fig. 7. — Extracteur de carotte en fin d'opération.

Résultats obtenus.

Un puits de 120 m de profondeur peut être achevé en 30 jours, l'avancement horaire moyen étant de 0,90 m, soit 2,40 m par poste.

Données et avancements obtenus au puits n° 6 à la mine Bunker n° 2, Trotter Coal C° (W. Va.).

— Diamètre	1,85 m
— Profondeur	140 m
— Profondeur forée	135 m
— Nombre de jours (à 1 poste, jours fériés compris)	79
— Jours de forage	55
— Avancement horaire (arrêt compris)	0,28 m
— Avancement horaire (en forage)	0,96 m
— Avancement par poste de 8 h	2,45 m
— Avancement pour 1 jeu de couteaux	15 m

Prix de la machine.

Le prix de la machine et de ses accessoires est d'environ $ 100.000. Son poids est de 12 tonnes.

Conclusions.

Ce système de forage rotatif permet le fonçage rapide de puits jusque 2,40 m de diamètre, si toutefois l'approvisionnement en eau reste suffisamment économique : ceci dépend des régions.

Cette technique nécessite une gamme étendue de couteaux, fonction du diamètre des trous à forer (à partir de 43,2 cm) et de la nature des roches recoupées. La facilité de transport du matériel, de rupture et de manipulation des carottes, limite principalement les dimensions de la machine.

L'allure ramassée de l'équipement le rend adaptable au fonçage de puits intérieurs.

Avantages principaux du système.

— Rapidité et économie dans le cas de fonçage de puits de petit diamètre.
— Minimum d'ébranlement des parois du puits.
— Condition optimum de ventilation.
— Sécurité du travail assurée entre autres par la liaison téléphonique constante et les panneaux de contrôle.

EXPLOITATION D'UNE COUCHE TRES MINCE AU SIEGE DIERGARDT

par H. Middendorf et O. Singer (2)

La couche Geitling 1 a une ouverture qui varie entre 35 et 70 cm. Le toit et le mur sont constitués d'un schiste ferme et solide. Localement, on rencontre un faux toit de 10 cm d'épaisseur.

Le charbon est un anthracite de grande valeur à faible teneur en cendres, il se laisse abattre assez facilement.

Dans le panneau considéré, l'ouverture moyenne de la couche est de 0,42 m.

Ce panneau est compris entre la voie intermédiaire n° 3 (à la profondeur de 370 m) et l'étage de 270 m. Le montage a une longueur totale de 230 m ; il a été creusé à l'aide du scraper (fig. 8).

L'inclinaison varie de 24 à 46 degrés, ce qui complique le choix d'un transporteur de taille.

Le convoyeur à bande à brin unique (convoyeur va-et-vient) mis au point au siège ne pouvait être utilisé dans ce cas pour deux raisons (3) :

1°) la forte pente dans la portion supérieure de la taille ;

2°) la trop grande longueur de la taille.

La partie supérieure à moyen pendage (soit 70 mètres) a été équipée de chenaux fixes, la partie inférieure, plus plate (soit 160 mètres), d'un convoyeur à raclettes blindé PF00.

(2) Extrait de « Abbau eines dünnen Flözes auf der Zeche Diergardt » par H. Middendorf et O. Singer — Glückauf, 19 janvier 1957, p. 79/81.

(3) Voir Bulletin technique « Mines » n° 31 du 1er mars 1952. Un nouveau mode de transport en couches minces et très minces. Le convoyeur à courroie à un seul brin.

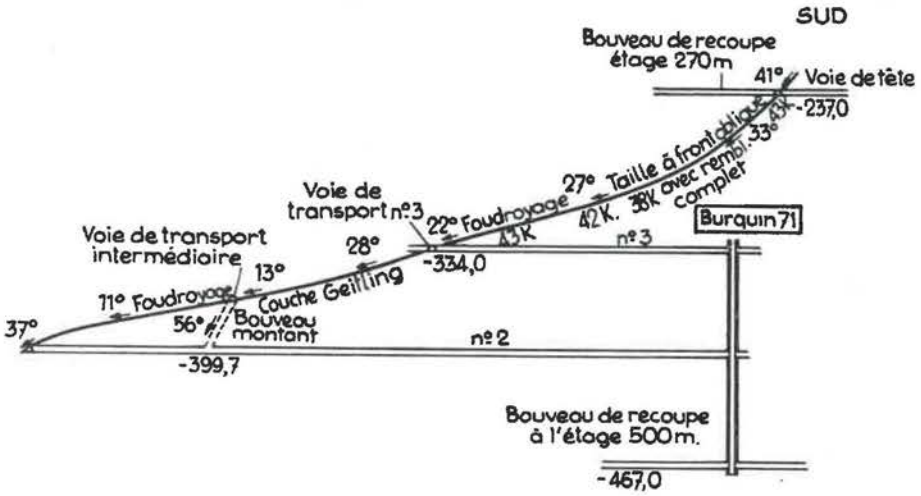

Fig. 8. — Coupe montrant l'allure de la couche.

On a cependant constaté que, dans une taille avec brin unique, le rendement est de 27 % plus élevé qu'avec le PFoo du fait qu'il n'est pas nécessaire de pelleter le charbon, mais simplement de le pousser.

Pour éviter des pertes au remblai, on place, en guise de haussettes, des morceaux de bande transporteuse de 25 cm de hauteur (ces morceaux sont boulonnés au panzer). Les haussettes métalliques sont trop rigides et peu pratiques dans ces ouvertures.

Tous les 4,50 m, on laisse un vide pour permettre le passage éventuel de l'allée de circulation vers les fronts, et vice-versa.

Le convoyeur est commandé par deux moteurs électriques de 8 kW en pied et deux moteurs à air comprimé de 7 ch en tête.

La poulie de retour est disposée dans une cavité creusée dans le mur de la couche pour faciliter le déversement du charbon de la partie supérieure inclinée de la taille.

L'éclairage du chantier et la signalisation sont assurés par lampes électriques de 42 V fixées au convoyeur de 10 en 10 m.

En plus du câble de signalisation, un relais temporisé est intercalé dans le circuit de telle sorte qu'en poussant plus de 3 secondes sur le bouton poussoir d'une des lampes, on provoque le déclenchement du moteur et l'arrêt de l'installation.

L'alimentation de la taille en air comprimé est assurée par des conduites flexibles caoutchoutées Flexadix de la firme « Schauenburg », déjà décrites dans les Annales des Mines de Belgique (4) (fig. 9).

Les tronçons ont une longueur de 40 mètres. Les prises sont serties par vulcanisation dans la conduite même, de façon à éviter toute fuite. Les prises d'air sont protégées par deux surépaisseurs en caoutchouc faisant corps avec le flexible.

(4) Conduites à air comprimé flexibles pour couches de faible ouverture. *Annales des Mines de Belgique*, mai 1954, p. 354.

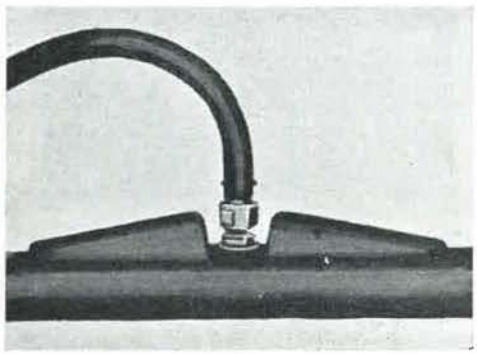

Fig. 9. — Epaisseur en caoutchouc protégeant les prises.

La conduite flexible est fixée au convoyeur blindé côté front.

Dans la partie à fort pendage, le flexible est retiré à l'aide d'un petit treuil dans la voie de tête et redescendu dans la nouvelle allée.

Abattage.

L'abattage est réalisé au marteau-piqueur. On emploie :

a) des marteaux-piqueurs Hauhinco A5 avec poignée en aluminium pesant au total 5,7 kg ;

b) des pelles en aluminium spécialement étudiées pour les couches minces où la hauteur libre au-dessus du convoyeur blindé n'est que de 25 à 30 cm.

Soutènement.

Le soutènement est assuré au moyen d'étançons métalliques Schmidt à double clavette ayant une longueur de 330 mm rentrés et de 480 mm déployés. La faible ouverture de la veine ne permet pas l'emploi de bêles et, pour augmenter la surface de contact au toit, on a utilisé des plateaux de

250 × 85 × 15 mm. Le poids total d'un étançon avec plateau est de 14,6 kg.

La sécurité de l'arrière-taille est assurée par foudroyage dans la plateure. Dans le semi-dressant, le soutènement est réalisé avec des étançons en bois (bois de récupération des autres chantiers) et l'arrière-taille est remblayée par terres rapportées.

Les allées journalières ont 1,25 m de largeur et, dans la plateure, il reste deux allées ouvertes derrière le convoyeur, soit trois files d'étançons.

Suivant la pente, la distance entre étançons dans une file est de 0,80 m. La ligne de cassure au foudroyage est renforcée par des étançons placés dans les intervalles, ce qui réduit leur distance à 0,40 m.

Du côté front, chaque abatteur doit préparer un passage et une entaille pour commencer aisément le travail le lendemain. Ce passage est soutenu par des étançons placés à 2 mètres l'un de l'autre suivant la pente.

Dans l'entaille, chaque abatteur dispose de quatre étançons de réserve pour soutenir la nouvelle allée à front. Avant de riper le convoyeur, il enlève les quatre étançons placés la veille (fig. 10).

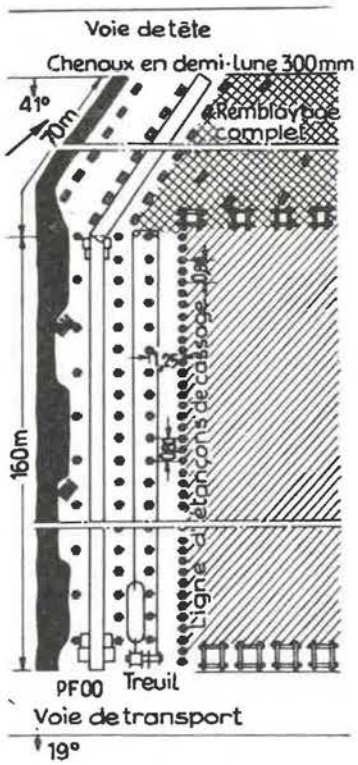

Fig. 10. — Vue de l'architecture du soutènement laissant une allée libre en arrière pour le passage du tapis.

Après ripage, les étançons de renfort sont enlevés à l'arrière et replacés le long du convoyeur ; le foudroyage complet de la dernière file n'a lieu qu'après avoir assuré la nouvelle allée.

Au démarrage de la taille, on avait placé, derrière la dernière file d'étançons, des blocs de bois dur de 0,20 m × 0,50 m × 0,38 m, à 5 mètres l'un de l'autre dans le sens de la pente pour amortir la première chute du haut-toit et préserver la taille.

Ces blocs de bois étaient très difficiles à reprendre et entravaient la chute du toit ; ils ont été rapidement abandonnés.

Le foudroyage commença à se faire localement entre 15 et 25 m ; le haut-toit ne se rompit qu'après 28 mètres.

Les étançons métalliques côté foudroyage tinrent le coup, mais coulissèrent à fond de course et pénétrèrent dans le mur. Leur reprise fut très difficile, mais le toit à front ne subit pas de dommages appréciables.

Depuis le premier coup de charge, la rupture du haut-toit se fait plus régulièrement.

Au cours de l'exploitation du panneau (la taille a chassé 250 m), la perte s'est élevée en moyenne à 0,4 % par mois, ce qui paraît très faible pour une couche d'ouverture aussi mince.

Déplacement du personnel en taille et ripage du convoyeur.

Pour permettre le transport du personnel en taille, il n'y a pas de cylindres pousseurs en taille. L'allée derrière le convoyeur est donc entièrement libre.

L'engin de transport du personnel est constitué d'un tapis caoutchouté (vieux morceau de courroie) de 10 m de longueur, qui peut être halé en taille à l'aide d'un petit treuil à air comprimé et d'une poulie de renvoi fixée au pied de la partie à fort pendage (fig. 11).

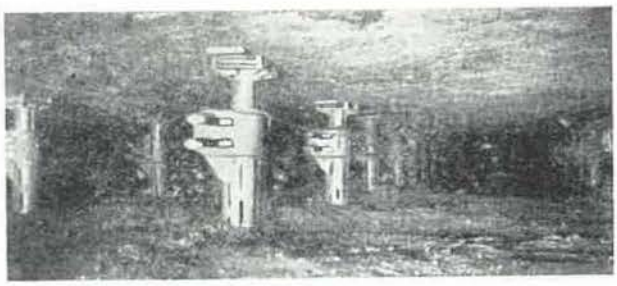

Fig. 11. — Tapis en taille : à l'avant-plan, le câble de signalisation.

L'amenée du personnel en taille se fait à l'aide de cet engin ; il peut transporter 4 hommes simultanément.

L'engin peut être arrêté instantanément de n'importe quel point de la taille à l'aide d'une signalisation électrique à contact.

Pour riper le convoyeur, deux hommes prennent place sur le tapis avec chacun un cylindre pousseur en aluminium très léger fonctionnant à l'air comprimé. Ils arrêtent tous les 10 m et ripent l'installation de proche en proche.

Equipement, personnel et rendements.

Longueur de la taille	230 m
Ouverture de la couche	0,35 à 0,50 (en moyenne 0,42 m)
Largeur d'allée	1,25 m
Inclinaison	21 à 47°
160 mètres en plateure avec convoyeur blindé PFoo équipé de :	1 tête motrice en pied et 2 moteurs électriques de 8 kW 1 tête motrice en tête et 2 moteurs à air comprimé

70 m à moyen pendage avec chenaux fixes de 0,30 m de diamètre
230 m de conduite flexible à air comprimé
160 m avec transport du personnel sur tapis caoutchouté
960 étançons métalliques à plateau
2 cylindres pousseurs
32 marteaux piqueurs

Personnel

Abatteurs	32	140 t/jour
Surveillants	2	
Ripage du convoyeur PFoo	3	
Foudroyage et pose du soutènement dans la plateure ainsi que nettoyage	10	4 t/jour
Déplacement du câble de signalisation et du tapis-ajusteurs	2	
Remblayage de la partie inclinée et déplacement des chenaux et flexibles	2	
Electricien	1	
Total en taille	52 hommes	144 t/jour

rendement à l'abattage	4,37 t
rendement en taille sans le creusement des voies	2,77 t

Les frais de creusement des voies sont faibles du fait qu'il n'existe que deux galeries pour 230 mètres de front de taille. L'entretien des galeries est nul grâce à la faible ouverture de la veine et à la bonne qualité des terrains encaissants.

LES CHARGES ELECTROSTATIQUES SUR LES COURROIES DE CONVOYEURS

par J. T. Barclay et P. J. Becque (5)

Les deux objectifs principaux des recherches étaient les suivants :

1°) L'étude des phénomènes électrostatiques sur les courroies de convoyeurs ;

2°) Les moyens d'éliminer leurs effets indésirables.

Les recherches ont été poussées simultanément dans les deux directions suivantes :

a) sur les installations de convoyeurs à courroie de dimensions courantes (660 et 750 mm de largeur).

La courroie circule sur des batteries de rouleaux analogues à celles en service dans les mines pour en tirer des enseignements immédiatement transposables dans la pratique ;

b) sur des essais en laboratoire. On étudie diverses propriétés électriques de différents types de courroie et leurs composants.

Les recherches ont porté principalement sur les courroies en P.V.C. dont l'usage est rendu obligatoire dans les mines anglaises, mais ces courroies ne sont pas les seules à être sujettes à des charges électrostatiques.

Essai sur un convoyeur de dimensions normales.

Dans l'installation d'essais, on a réalisé les conditions suivantes :

1°) possibilité de mettre à la terre ou d'isoler les batteries de rouleaux ;

2°) possibilité de modifier le nombre et la position des rouleaux ;

3°) possibilité de faire varier la vitesse de la bande dans de larges limites.

L'installation a 15 m de longueur - 3 poulies - batteries en auge de 3 rouleaux de 100 mm de diamètre. Les batteries sont distantes de 1,35 m et les rouleaux inférieurs de 2,70 m.

La distance entre les brins était de 37,5 cm, mais la mesure du potentiel sur le brin supérieur était affectée par la présence d'une charge éventuelle sur le brin inférieur et, pour éviter les effets perturbateurs, les deux brins ont été séparés par des tôles en aluminium mises à la terre.

Pour comparer les charges électrostatiques, on a fait des essais sur trois types de courroies :

1°) une courroie standard en caoutchouc ;

2°) une courroie A en P.V.C. d'une mine du Pays de Galles, sur laquelle on avait déjà observé des étincelles lors de son emploi ;

(5) Traduit de « Colliery Guardian », 1957, 2 mai, p. 589/592.

3°) des courroies B en P.V.C. qui n'avaient jamais montré de signes d'étincelles.

La courroie en caoutchouc retient de faibles charges positives (le voltage mesuré a atteint 200 à 400 V à la vitesse de 330 pieds). La courroie en P.V.C. (Pays de Galles) a retenu des charges négatives d'un voltage élevé, 25.000 V, tandis que les autres en P.V.C. ne retenaient que de faibles charges négatives ou pas du tout.

Etudes de différents facteurs.

Frottement de glissement. Les rouleaux d'une batterie sont bloqués. On a constaté que les charges engendrées par une batterie de rouleaux tournants étaient plus grandes que celles produites par les rouleaux calés. Ceci démontre que la présence des charges n'est pas due simplement à un effet de frottement.

Effet d'une flexion latérale. Effet d'un rouleau plat et d'un rouleau en auget. La courroie se charge aussi bien dans les deux cas ; ceci prouve que le phénomène n'est donc pas particulier aux courroies en auge.

Effet de l'isolement d'une batterie de rouleaux. La batterie est isolée par une feuille de polythène de 12 mm d'épaisseur. On ne constate pas de grande différence dans les charges électrostatiques mesurées sur la courroie, même quand l'isolement est particulièrement soigné. On a même pu mesurer une charge positive élevée sur la batterie de rouleaux dans ces conditions.

En employant des blocs de bois au lieu de polythène pour le support des rouleaux, la charge disparaît de la batterie.

Effet de la vitesse de la courroie. Variation de la vitesse de 10 m à 330 m/minute. Les mesures montrent que la charge n'est pas proportionnelle à la vitesse mais pour la courroie A, elle monte rapidement dès qu'on dépasse la vitesse de 15 à 18 m/min (trop basse pour utilisation sur les convoyeurs du fond) ; pour la courroie B moins sujette aux charges électrostatiques, l'accroissement rapide se produit pour une vitesse beaucoup plus grande, jamais atteinte en pratique.

Effet du sens de marche de la courroie. L'inversion du sens de marche ne modifie rien de la distribution des charges sur la courroie. Ceci montre que les voltages et les charges sont dus à des effets de surface bien particuliers et que la position de ces surfaces entre elles ou par rapport aux joints est de peu d'importance.

Effet de l'humidité. Quand l'humidité augmente les voltages diminuent rapidement

Humidité relative (en %)	*Voltage (en kV)*
56	22
60	21
65	20
70	18
75	12
85 à 90	3

Charges engendrées par des batteries de rouleaux et par les tambours terminaux. Quand les conditions sont favorables, chaque rouleau engendre des charges électrostatiques. Les tambours terminaux et les batteries de rouleaux isolées engendrent de fortes charges par suite du poids concentré en ces points.

Charges mesurées sur les deux faces de la courroie. D'après les expériences, les charges sont environ les mêmes et de même signe sur les deux faces. En général, elles ont tendance à être un peu plus élevées sur la face inférieure que sur la supérieure.

Recherches en laboratoire.

Quant on sépare deux échantillons de matériaux différents, on constate la présence de charges électriques mutuelles dues au transfert d'électrons et d'ions.

La charge est donnée par la formule $Q = V.C.$
Q = la charge
V = la différence de potentiel
C = la capacité

La capacité est en général élevée quand l'écart entre les deux corps est faible, mais décroît à mesure qu'on les écarte. Pour maintenir l'équilibre quand il n'y a pas de perte, la différence de potentiel augmente et on peut ainsi obtenir des potentiels élevés.

Donc une courroie de convoyeur, en passant sur un tambour ou sur une batterie de rouleaux, donne lieu après contact, à un effet de séparation de deux matériaux différents.

Le fait de relier les rouleaux à la terre ne peut empêcher la charge électrostatique causée par la séparation des deux corps. On constate que la bande se charge d'autant moins que la fuite en retour vers les rouleaux est suffisamment grande.

En conséquence, il apparut que le moyen d'éviter ces charges était d'étudier la résistance de fuite des courroies. Tous les essais pour la mesure de cette résistance sont effectués d'après un test de routine standard, établi par le centre de recherches minières de Isleworth et donné ci-après.

Test de routine établi par le Centre de recherches de Isleworth pour déterminer la résistivité des courroies.

On forme deux électrodes en peignant ou en étendant sur un petit échantillon, prélevé sur la courroie à essayer, une solution colloïdale de graphite dans de l'alcool. On applique cette solution sur une surface en forme de cercle de 1 pouce de diamètre et sur une autre en forme d'anneau concentrique à la première, ayant respectivement 5 et 6 pouces de diamètre intérieur et extérieur. La connexion électrique des électrodes de graphite est réalisée par le contact superficiel d'un cylindre de cuivre et d'un anneau ayant exactement les mêmes dimensions que les électrodes et reposant sur elles. La procédure consiste à nettoyer l'échantillon de courroie (avec un linge légèrement humecté de pétrole) et d'appliquer les électrodes de graphite par peinture manuelle ou à l'aide d'un crayon. Une feuille de polythène de 1/2 pouce d'épaisseur est placée sous la courroie et les pièces de cuivre poli sont mises en place.

Les conducteurs venant de ces pièces de contact sont directement reliés à un ohmmètre qui doit couvrir la gamme des résistances depuis 10^5 à 10^{10} ohms, avec une précision de $\pm$ 5 %.

Dans cette gamme, le potentiel appliqué à l'échantillon ne doit pas dépasser 500 V et doit être appliqué pendant un temps de 1 minute au moins avant la mesure de résistance. On a constaté que l'humidité relative, pourvu qu'elle soit inférieure à 80 %, avait peu d'influence sur les mesures effectuées de cette façon. Par contre, la température a une influence considérable sur les valeurs obtenues et, à cet effet, il est recommandé actuellement d'effectuer le test à 65 ° Fahrenheit (avec une tolérance de $\pm$ 5°) en attendant des indications complémentaires à ce sujet.

Relations entre les essais en laboratoires et les essais sur convoyeurs.

Toutes les courroies qui présentaient des signes de charges électrostatiques étaient toutes du type à haute résistivité. Dans l'étude des moyens d'éliminer ces charges, on est arrivé à la conclusion qu'il était pratiquement impossible de s'opposer à leur formation puisqu'elles étaient produites par un effet de séparation.

Pour éliminer les charges produites, les procédés externes à la courroie (tels que brosses métalliques, sources radioactives, etc) n'ont pas paru pratiques. Il fallait essayer de créer dans la courroie elle-même des chemins d'écoulement rapides des charges, donc diminuer leur résistivité.

Dans l'éventualité où la couverture conductrice est arrachée, le coton de la trame absorbera l'humidité et devient conducteur.

Moyens pour éliminer les charges.

Courroies antistatiques. Pour qu'une courroie soit antistatique d'une façon permanente, elle doit être fabriquée avec des matériaux qui ont une résistivité suffisamment faible. Le National Coal Board a accepté ce point de vue et toutes les courroies qui seront fournies aux mines après le 31 mars 1957 seront antistatiques. Pour satisfaire à cette exigence, la résistance de fuite mesurée suivant le test d'Isleworth doit être inférieure à 3×10^8 omhs.

Pour obtenir des courroies antistatiques, on peut:

1°) Mélanger du noir de carbone ou d'acétylène dans la couverture en P.V.C. Plusieurs fabricants ont obtenu des courroies dont la résistance de fuite est inférieure à 10^4 à 10^7 ohms.

L'une d'elles a même donné la faible résistance de 3.000 ohms. De telles courroies sont absolument antistatiques et aucune charge n'a jamais pu être mesurée au cours des essais.

2°) Incorporation des agents chimiques. Les agents sont mélangés, soit au revêtement de couverture, soit même à l'ensemble de la bande pour augmenter sa conductibilité et avoir la certitude que, même si le revêtement est arraché, la courroie conserve ses propriétés antistatiques en conservant sa conductibilité.

Les produits utilisés à cet effet appartiennent généralement à quatre groupes :

a) les polyglycols et leurs dérivés ;

b) les longues chaînes des produits aminés ou des bases quaternaires ;

c) les acides sulphoniques et les sulphonates ;

d) les alcools polyhydriques et leurs dérivés.

Il faut éviter les produits qui ont une tendance à migrer vers la surface pour former un film conducteur qui peut être facilement enlevé en service ou qui peut provoquer du glissement.

Courroies en P.V.C. standard avec propriétés antistatiques. La résistivité de la couverture des courroies en P.V.C. dépend du type de polymère et de la proportion de plastifiants utilisés. Il existe déjà dans le commerce des bandes qui satisfont au test d'Isleworth et qui ne présentent aucune manifestation électrostatique lors des essais sur le convoyeur type. Du fait qu'il existait déjà dans le commerce des courroies antistatiques, il n'y avait pas de danger de compromettre l'approvisionnement en envisageant que toutes les courroies fournies aux mines après mars 1957 soient antistatiques.

Moyen pratique pour éviter les charges électrostatiques sur les courroies non antistatiques en service actuellement.

Le moyen le plus simple et le plus efficace est l'emploi de pulvérisateurs qui existent en général déjà à toutes les installations pour la lutte contre les poussières.

Lors d'essais au Mining Research Establishment, on a trouvé que des courroies sur lesquelles on avait mesuré des différences de potentiel de 25.000 V perdaient toute leur charge environ 3 minutes après la mise en marche d'un pulvérisateur dont le jet était dirigé sur la face supérieure.

Quand on arrose la face inférieure, la charge disparaît immédiatement dès que la surface mouillée atteint une batterie de rouleaux. En aucun cas, il n'est jamais resté de charges électrostatiques lors de l'emploi de pulvérisateurs.

Conclusions.

Les conclusions à tirer de ces essais peuvent se résumer comme suit :

1°) l'apparition de charges électrostatiques sur une courroie de convoyeur est essentiellement un phénomène de séparation dû au passage de la courroie sur les rouleaux et les tambours. Le frottement et les flexions ne jouent pour ainsi dire aucun rôle. Seules les courroies fabriquées avec des matériaux très isolants y sont sujettes.

La rétention des charges n'est pas affectée ni en isolant ni en mettant à la terre les rouleaux. Pratiquement, le mal ne peut être combattu en modifiant la vitesse de la courroie.

2°) La solution du problème consiste à créer des voies d'écoulement suffisamment rapides des charges électriques dans l'infrastructure du convoyeur immédiatement après leur génération. Cette fuite doit exister dans la courroie elle-même. Les procédés extérieurs tels que les brosses à fils métalliques, les sources radioactives, etc... sont d'une efficacité douteuse et peuvent être dangereux.

3°) Le moyen le plus pratique de créer des chemins de fuite dans les courroies pour dissiper les charges électriques est d'employer des courroies antistatiques dans lesquelles on a créé dans la couverture, ou mieux encore dans la courroie elle-même, des possibilités d'écoulement rapide des charges.

4°) Les courroies en P.V.C. peuvent être rendues antistatiques de trois façons (en incorporant dans le mélange des produits adéquats) et il existe actuellement suffisamment de types agréés.

Le test convenable pour déterminer les propriétés antistatiques d'une courroie a été mis au point par le Mining Research Establishment (Isleworth) et la plupart des nouvelles courroies en P.V.C. satisfont aux exigences du Département Production du National Coal Board.

TELEPHONE « GENEPHONE » AVEC DISPOSITIF D'APPEL PREVU POUR ETRE UTILISE DANS LES MINES

Cet appareil est construit par la Société d'Electronique et d'Automatisme à Courbevoie.

Rappelons que ce type d'appareil, appelé « Généphone », est un téléphone autogénérateur fonctionnant sans aucune source extérieure d'énergie. Il permet des liaisons bilatérales indépendantes de toute alimentation. La seule énergie nécessaire à la transmission du son est l'énergie acoustique fournie par la voix de l'utilisateur. (Cet appareil est décrit dans les Annales des Mines de Belgique de janvier 1953, p. 84/87) ; il est de sécurité intrinsèque. Depuis lors, un appareil d'un type nouveau a été mis sur le marché par le constructeur. Son principe de fonctionnement est rigoureusement identique, il complète et élargit le champ d'application de la série d'appareils existants. Il est caractérisé par le fait que tous les organes : téléphone, hurleur et commande du hurleur, sont rassemblés dans le manche même du combiné, qui devient donc un véritable poste portatif (fig. 12).

Fig. 12. — Poste portatif Généphone.

La magnéto d'appel est commandée par un bouton d'entraînement à main protégé par un couvercle à ressorts. Pour manœuvrer le bouton, on rabat le couvercle. La magnéto peut délivrer un signal d'appel à 1500 Hz sous une puissance de l'ordre de 0,5 W. Le signal est reçu directement par les capsules émettrices et réceptrices de l'appareil appelé. Celui-ci fonctionne alors en hurleur et produit un bruit très caractéristique perçu même en milieu très bruyant.

Sur la ligne de liaison, on peut brancher des raccords Généphone type Mines (fig. 13). Ces prises sont de sécurité. L'appareil décrit ci-dessus peut être muni d'une prise adaptable aux raccords de circuit.

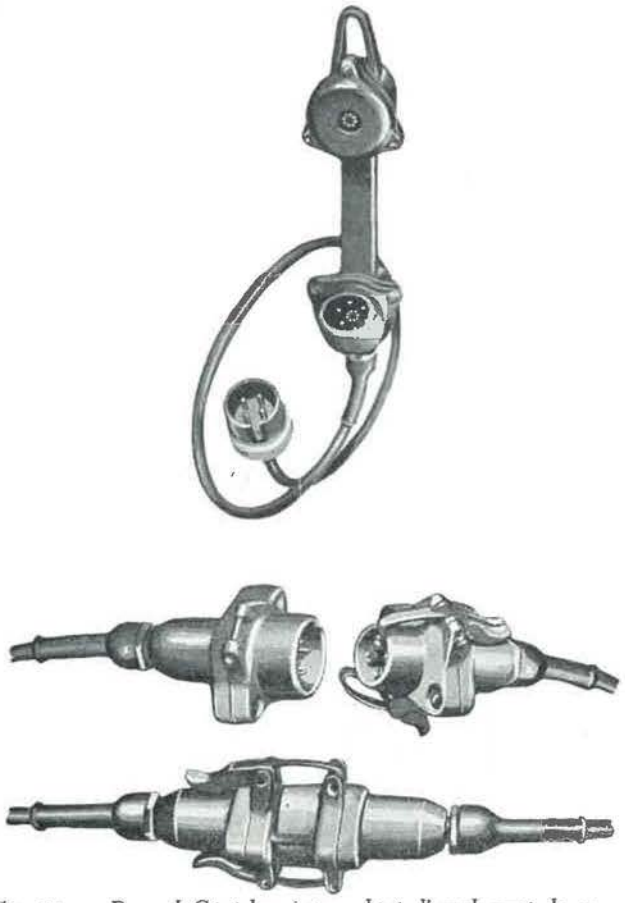

Fig. 13. — Raccord Généphone et combiné d'appel muni de sa prise adaptable.

Quelques cas d'application. En taille, on peut disposer des prises tous les 20 mètres, le long d'un convoyeur par exemple, le surveillant muni d'un combiné d'appel peut communiquer directement avec les machinistes de pied et tête de taille.

En galerie de transport : si des prises sont branchées tous les 200 ou 300 mètres sur la ligne, un conducteur de locomotive muni d'un combiné d'appel peut entrer en relation avec le poste central.

Dans les burquins et dans les puits en creusement ou achevés, ainsi que dans les plans inclinés, il permet d'établir une liaison directe entre les préposés situés aux deux extrémités et avec le machiniste. Lors des visites de puits, le personnel d'entretien peut entrer en liaison avec le machiniste de surface.

Ce matériel présenté à la Foire de Liège en mai 1957, a fait l'objet en France d'un Arrêté Ministériel d'agrément, autorisant son emploi en milieu grisouteux.

PRISE DE RACCORDEMENT INTERMEDIAIRE POUR TELEPHONE « FERNSIG »

L'installation téléphonique « Fernsig », combinée aux lampes de signalisation portatives électriques de la firme Friemann et Wolff, a été décrite dans les Annales des Mines de Belgique de janvier 1957 (p. 63/64).

La firme Fernsig ajoute au matériel existant une prise de raccordement spéciale qui peut s'intercaler en série sur le circuit (fig. 14). Ces prises peuvent être branchées de distance en distance et sont destinées à recevoir la fiche du petit appareil téléphonique portatif (à la fois microphone et écouteur).

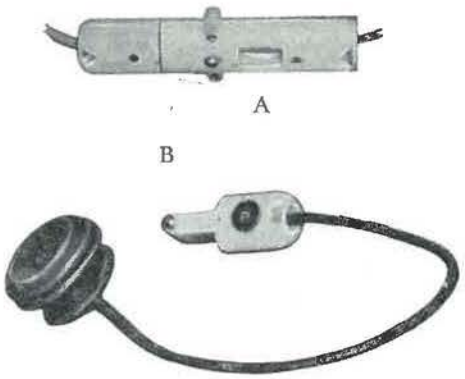

Fig. 14. — Prise Fernsig de raccordement branchée en série sur le circuit et microphone écouteur avec sa fiche de raccordement. En A, l'évidement où s'introduit l'extrémité B de la fiche.

Cette prise, fabriquée en plastique, est très petite et d'un maniement très simple. Elle est également équipée d'une micropile de 1,5 V et d'un bouton poussoir qui permet le fonctionnement du dispositif d'appel, en l'occurrence l'allumage des lampes disposées en série dans le circuit de tous les appareils téléphoniques raccordés.

L'appareil téléphonique muni de sa fiche étant petit et léger, peut être facilement glissé dans la poche de l'utilisateur et est susceptible de rendre des services très appréciables, principalement au personnel chargé de la conduite des tailles mécanisées.

Les lampes Friemann Wolff et le téléphone Fernsig avec prise intermédiaire étaient présentés dans le chantier modèle d'Inichar, à la Foire Internationale de Liège de mai 1957.

APPAREIL D'INJECTION D'EAU EN VEINE HAUSHERR

L'appareil se compose de deux éléments distincts, la pompe et la canne d'injection.

A. *La pompe.* Elle est représentée en coupe sur la figure 15.

Elle comporte :

1°) un piston P à double effet actionné à l'air comprimé ;

2°) 2 pistons p_1 et p_2 pour le refoulement de l'eau.

Le raccordement aux tuyauteries d'air comprimé du chantier se fait par un flexible branché sur l'orifice 1. L'ouverture de la vanne 2 permet l'admission d'air comprimé au distributeur principal 3 qui di-

rige l'air sur l'une ou l'autre face du piston P. A chaque fin de course, ce piston actionne les cliquets 4 de commande du tiroir de distribution.

Le piston P entraîne dans son mouvement alternatif les pistons p_1 et p_2 des cylindres E et D. Les pistons P, p_1, p_2 ont même course.

Admission et refoulement de l'eau. La canalisation d'eau se divise en deux parties. Le circuit basse pression, situé sous l'axe horizontal A B, est branché sur les tuyauteries de chantier par flexible raccordé à l'orifice C. Le circuit haute pression situé au-dessus de l'axe A B, communique avec la canne d'injection par le raccord 5. Ces deux circuits sont séparés à la sortie des cylindres E et D par des soupapes à billes.

Lorsque l'air comprimé est envoyé sur une face du piston P, face gauche par exemple, le piston p_1 comprime l'eau du cylindre E, la soupape d'admission 6 se ferme, celle de refoulement 7 s'ouvre et l'eau sous pression est expulsée dans la canne. Le piston p_2 aspire l'eau dans le cylindre D, la soupape d'aspiration 8 étant ouverte. L'inverse se produit dans la course en sens contraire du piston P.

Les surfaces des pistons différentiels sont dans le rapport de 22 à 1, donc de l'air comprimé à 6 atm engendre une pression d'eau au refoulement haute pression de 132 atm. Le poids de la pompe est de 12 kg, son encombrement réduit la rend très maniable.

B. *La canne d'injection système automatique Hausherr.* Cette canne est branchée au raccord 5 (fig. 15) de la pompe par l'intermédiaire d'un flexible à haute pression. Elle se différencie des cannes existantes par le fait que le serrage des joints de caoutchouc dans les trous forés est rendu automatique.

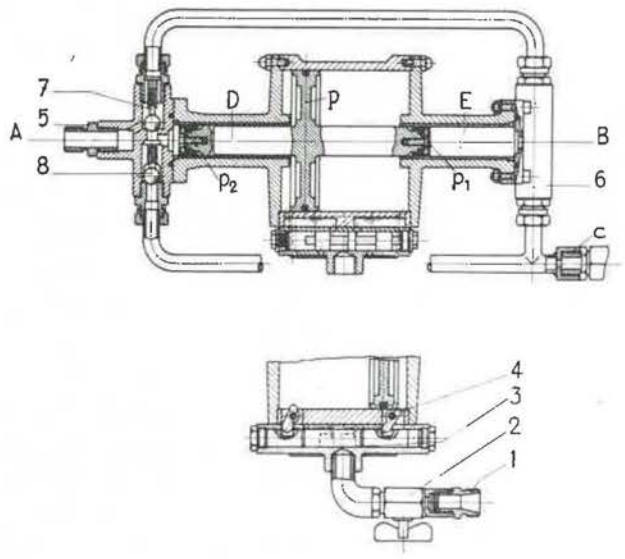

Fig. 15. — Coupe de la pompe Hausherr montrant son mécanisme différentiel.

Une coupe est donnée à la figure 16. Comme organes essentiels, notons le couvercle *a*, le cylindre *b*, le piston *c*, le tube extérieur *d*, le tube intérieur *e*, et la manchette en caoutchouc *f*.

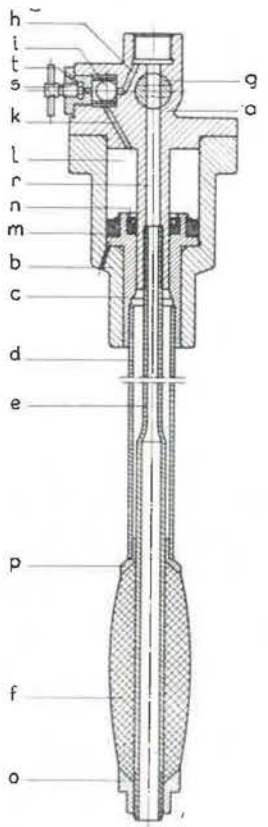

Fig. 16. — Coupe de la canne d'injection d'eau en veine Hausherr à serrage automatique des joints de caoutchouc.

Le fonctionnement est le suivant.

Lorsque l'on a branché la canne sur la pompe, le robinet *g* est fermé (position en pointillé sur la figure). L'eau sous pression venant de la pompe pénètre dans la canne par le conduit *h*, refoule la bille *i* et arrive dans la chambre *l* par le petit canal *k*. Sous l'action de l'eau sous pression, le piston *c* muni des joints d'étanchéité *m* et *n* est poussé vers l'avant. La manchette *f* est encastrée entre la pièce de butée *o* fixe et solidaire du tube, et la pièce *p* solidaire du piston *c*. Ainsi, la progression du piston *c* entraîne un gonflement de la manchette qui vient s'appliquer automatiquement contre les parois du trou et forme bouchon étanche.

On ouvre alors le robinet *g*, la bille *i* retombe sur son siège et obture le conduit *h*, ce qui maintient l'eau sous pression emprisonnée dans la chambre *l*. L'eau de refoulement de la pompe passe alors directement par le conduit *g* à travers la canne, d'où elle s'échappe à travers les parois du trou foré.

Après injection, la manœuvre du papillon *s* décomprime l'appareil, l'eau s'écoulant par le conduit

t. Le piston *c* revient en arrière et libère la manchette *f*. La canne peut alors être retirée sans difficulté.

Ce matériel a été présenté à la Foire de Liège en mai 1957.

Injecteur surpresseur Jerusel. Cet appareil a été décrit en détail dans les Annales des Mines de Belgique de janvier 1956, p. 30/31. Nous y renvoyons le lecteur.

LE « JOY MICRODYNE » DUST COLLECTOR

Le problème du captage des poussières n'est pas seulement un problème humain. Les poussières n'affectent pas seulement les individus, mais ont également un effet destructeur sur les immeubles et terrains. Aux Etats-Unis par exemple, on estime à 100 milliards de francs belges par an les dégâts causés aux propriétés (individus exclus) par les poussières.

La firme Joy vient de construire un appareil appelé « Microdyne » dust collector qui est un perfectionnement de l'appareil imaginé par Anaconda Cie et expérimenté dans ses mines métalliques. L'appareil est beaucoup moins encombrant que les unités de puissance correspondante actuellement en service et dont l'efficacité est très favorable.

Le «Joy Microdyne» est un collecteur qui élimine les fines poussières par séparation dynamique. L'appareil est compact, du type humide à inertie et peut être intercalé directement dans une canalisation d'air. Il est de forme cylindrique.

L'unité standard comprend quatre sections : un mélangeur, un séparateur, un intermédiaire et un ventilateur à pales réglables (fig. 17).

Le mélangeur comprend un pulvérisateur d'eau à l'entrée et un mélangeur proprement dit à l'autre extrémité.

Le séparateur est de section cylindrique et est muni d'ailettes ayant la forme d'un serpentin sur la paroi intérieure. A l'entrée, on remarque un jeu d'aubes directrices hélicoïdales fixes, tandis qu'à la sortie, il existe un autre jeu d'aubes droites qui redressent le courant d'air. L'axe central est fixe, sauf sur une section très courte se trouvant immédiatement à l'arrière des pales hélicoïdales fixes. A cet endroit, l'axe comprend des aubes soudées et il tourne sur un roulement à billes graissé à vie. Cette section tourne d'elle-même sous l'action du courant d'air passant dans le séparateur.

En dessous du séparateur se trouve un collecteur amovible qui recueille les boues descendant par gravité le long du serpentin de la paroi intérieure.

La *partie intermédiaire* a pour but de conduire le flux d'air au ventilateur avec le minimum de perte de charge.

Le *ventilateur* aspire l'air chargé de poussière et le distribue, purifié, soit dans une conduite d'air, soit à l'air libre. Ce ventilateur a des pales réglables et peut être mû par n'importe quel moteur, y compris des moteurs externes à courroies en V. Sa puissance et son débit sont fonction des données du problème d'épuration de l'air ou des exigences de la ventilation.

Principe de fonctionnement. Sous l'effet de l'aspiration du ventilateur, l'air chargé de poussières pénètre dans l'appareil par la section dite « mélangeur ». Il traverse la zone de pulvérisation d'eau et vient buter contre le tamis.

On utilise ici le principe général d'impact existant dans le « Greenberg - Smith Impinger » employé comme instrument de mesure standard par le Service de Santé Publique des Etats-Unis.

Le tamis n'agit que comme un filtre proprement dit, c'est-à-dire qu'il ne retient pas les poussières. Sa disposition géométrique est telle que l'air ne peut le traverser en ligne droite. L'air doit, au contraire, contourner les fils fins du tamis, heurtés par les poussières du fait de leur inertie. Dans ce tamis, la pulvérisation d'eau joue un double rôle : servir de point d'impact et de fixation pour les poussières et remuer en permanence le tamis pour l'empêcher de se colmater.

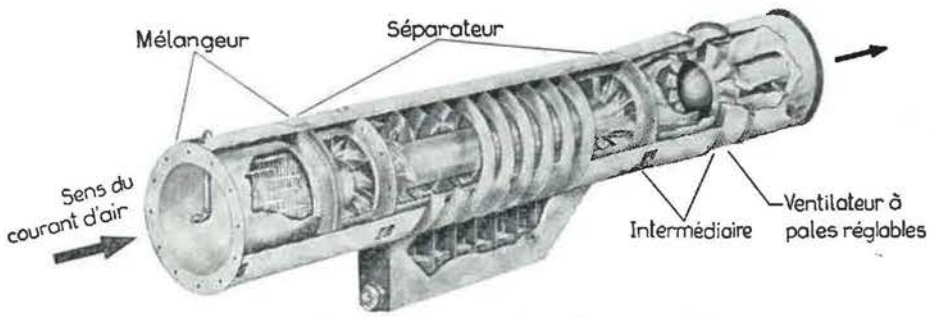

Fig. 17. — Collecteur de poussière Microdyne (Joy Sullivan).

Il a été calculé et constaté que, pour qu'il y ait fixation des poussières sur un film d'eau, l'air qui les contient doit avoir une vitesse linéaire de 1380 à 1830 m/min. C'est ce que le Microdyne réalise.

Quand sous l'action du courant d'air, les poussières quittent le tamis, leur masse réelle est fortement augmentée par l'humidité qui les enrobe. Les gouttelettes d'eau ainsi chargées de poussière passent alors dans le cyclone et sont projetées sur les

parois du collecteur (contre le serpentin) par la force centrifuge créée par le premier jeu d'aubes directrices.

Les particules fines qui n'ont pas touché le tamis passent par les orifices dans le tourbillon d'air où se trouve également de l'eau pulvérisée. Ces particules se chargent alors d'humidité et sont séparées de l'air par la force centrifuge tout comme les premières. La partie rotative de l'axe, ses pales et le serpentin, ainsi que les pales fixes redresseuses, ont pour but de collecter au maximum les gouttelettes chargées de poussières qui auraient échappé à la première séparation.

L'air ainsi redressé passe dans la section intermédiaire vers le ventilateur et peut être redistribué propre dans un circuit quelconque de ventilation.

La partie collectrice proprement dite ou réservoir peut être reliée à une canalisation quelconque dirigeant les boues, vers l'égoût ou vers une station de récupération des éléments qui y sont contenus.

Le « Microdyne » est d'encombrement extrêmement réduit, son efficacité est remarquable, tant au point de vue du nombre que des dimensions des poussières retenues, et il peut pratiquement s'adapter sur toute installation de ventilation et utiliser les types les plus courants de ventilateurs.

Quelques exemples d'applications :

Installations de concassage ;
Points de chargement ou de transfert de convoyeurs ;
Culbuteurs ;
Tamis vibrants ;
Trémies de stockage de surface ou souterraines ;
Nettoyage de l'air dans les mines en vue de son remploi dans les chantiers ;
Poches à minerais ;
Evacuation des poussières hors des sécheurs ;
Elévateurs à godets ;
Meuleuses polisseuses. Sableuses ;
Halls d'emballage ;
Manipulation de sables de fonderie ;
Conditionnement d'air, etc...

Bibliographie :

1) 6me Conférence sur le contrôle des poussières et la ventilation ;
2) Association pour la prévention des accidents miniers. - Ontario Canada 15 mai 1957 ;
3) Annales de l'American Medical Association ;
4) Procès verbaux d'essais Georges Clayton and Associates. Air Pollution and Industrial Health consultants, Detroit, Mich.;
5) Notes de M. Albert Tihon, Directeur des ventes Cie Joy-Sullivan, Bruxelles, Mining Congress Journal, février 1957, page 51.

POMPE PORTATIVE ELECTRIQUE FLYGT

Cette petite pompe, légère, maniable et de faible encombrement semble être un outil très utile pour l'assèchement de certains travaux du fond. Elle s'amorce automatiquement et peut fonctionner à sec sans danger, elle ne nécessite donc qu'un minimum de surveillance.

Sa construction hermétique et l'emploi dans sa fabrication d'aciers spéciaux inoxydables la rendent immersible et utilisable pour l'épuisement d'eaux chargées de boue et de poussières abrasives.

Description (fig. 18). La pompe se présente extérieurement sous forme de cloche, l'aspiration se fait par la base à travers la crépine 1 et le refoulement par l'orifice 2 sur lequel vient se brancher le flexible de raccordement aux tuyauteries.

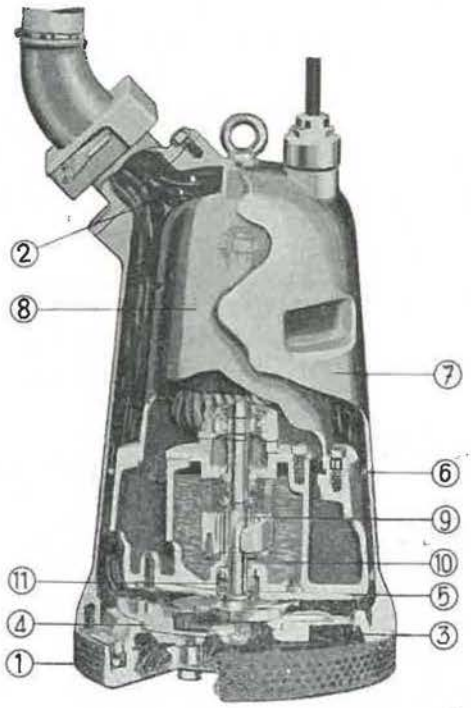

Fig. 18. — Pompe portative électrique Flygt type B 80.

Le groupe électro-pompe est essentiellement constitué par une pompe centrifuge à arbre vertical, une double garniture d'arbre avec réservoir d'huile intermédiaire et un moteur électrique monté sur roulements à billes.

L'eau est aspirée à travers la crépine 1 par la roue à aube 3 usinée en acier spécial inoxydable. De là, l'eau passe dans le diffuseur 4 et 5 fabriqué en métal léger et recouvert d'une couche de caoutchouc de 5 mm d'épaisseur. L'emploi d'acier spécial et de caoutchouc confère à ces éléments une bonne résistance aux substances abrasives entraînées par l'eau.

A la sortie du diffuseur, l'eau est refoulée entre le corps de pompe 6 et l'enveloppe extérieure 7 vers

l'orifice de refoulement. Cette circulation d'eau assure un refroidissement efficace du carter intérieur 8 contenant le moteur.

L'axe de la pompe est supporté par un palier muni de coussinets en métal spécial. L'accouplement moteur-pompe et le palier 9 sont enfermés dans un réservoir d'huile intermédiaire 10. A la sortie de celui-ci, le joint d'étanchéité 11 empêche l'entrée d'eau dans ce réservoir.

Ce bain d'huile lubrifie le palier et sert de joint étanche pour le moteur. En cas d'usure, seule l'huile peut éventuellement pénétrer dans le moteur sans danger pour les roulements à billes ni pour l'isolement.

Il existe différents modèles fonctionnant suivant le même principe et dont la puissance varie de 1,5 à 56 ch.

Caractéristiques de 2 types de pompes.

	Pompe B 80	*Pompe B 38*
Puissance du moteur	5 ch	1,5 ch
Nombre de tours	2800 tr/min	2800 tr/min
Courant alternatif	220, 380 ou 500 V	220, 380 ou 500 V
	50 périodes/sec	50 périodes/sec
Poids	75 kg	30 kg
Hauteur de refoulement en mètres	28 25 15 5	20 15 10 5 3
Débit correspondant en litres	150 300 650 900	30 110 155 190 200

Si la hauteur de refoulement est élevée, il est possible de brancher deux pompes en série.

LE CABLE A « MASSE EMPRISONNEE »

K. Brinkmann

Fabrique de câble Vohwinkel.

Les câbles armés avec isolement au papier sont bien connus. On les réalise pour des tensions de service diverses pouvant atteindre 60.000 V, généralement du type supporté. Dans une position horizontale où légèrement inclinée, ils ont une longue durée de vie. En situation très inclinée ou verticale par contre, ils peuvent se dégrader rapidement. Cela provient d'une tendance de la masse isolante à s'écouler vers le bas sous l'action de la pesanteur. Ce processus, qui est normal à haute température, n'est pas complètement exclu à la température ordinaire. Cet écoulement de la masse a pour effet de causer un excès de pression dans

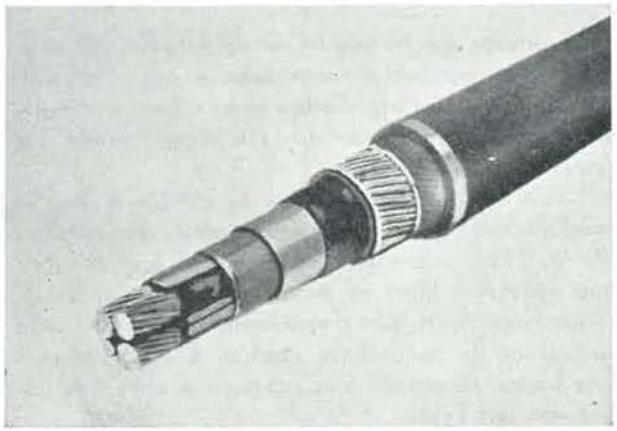

Fig. 19. — Câble à masse emprisonnée NKRY 3 × 70/35 1 kV.

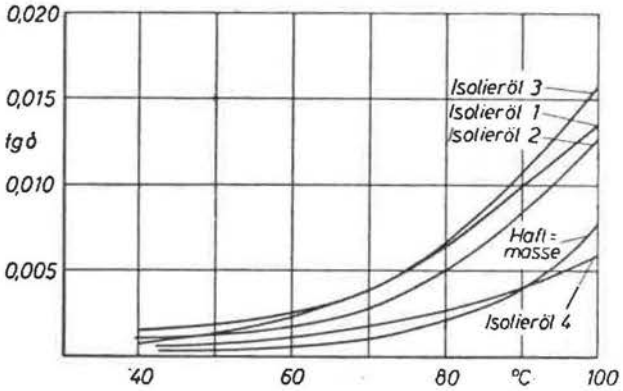

Fig. 20. — Variations du facteur de perte diélectrique en fonction de la température pour différentes espèces de masses isolantes.

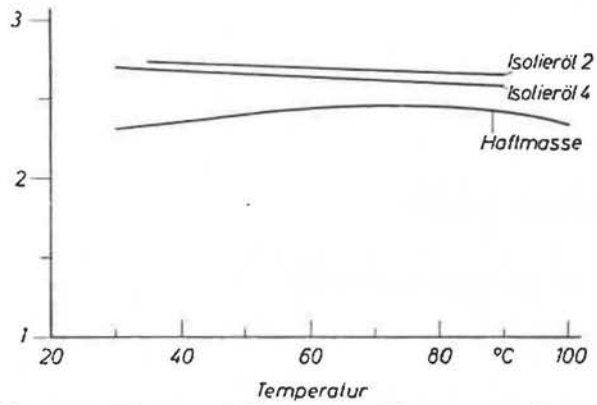

Fig. 21. — Variations de la constante diélectrique ε en fonction de la température pour différentes masses isolantes.

les boîtes de jonction et boîtes terminales qui, dans certaines conditions défavorables, peuvent se briser. En outre, aux endroits où la masse est partie, il se crée des vides favorables aux décharges disruptives perçant l'isolement.

Pour répondre à cet inconvénient, des recherches fructueuses ont été effectuées à l'étranger, dont les usines Wipperfürth ont profité pour réaliser un câble imprégné d'une masse particulière qui supporte sans difficulté une exposition verticale de longue durée à température élevée. La composition du câble est pour le reste identique à celle des câbles armés avec isolement au papier et convient sans restriction pour les mêmes usages (fig. 19).

Propriétés physiques et électriques de la masse. Le diagramme figure 20 donne l'évolution du facteur de perte en fonction de la température pour le câble à « masse adhérente » et pour diverses autres paraffines.

Le diagramme figure 21 donne la même comparaison pour la constante diélectrique.

La qualité principale de la masse adhérente est sa viscosité. Alors que la masse ordinaire a une viscosité de 150° Engler à 50° C et peut donc fluer à cette température, la masse adhérente a encore la consistance d'une cire molle. D'après Ubbelohde, le point de fusibilité est de 90°.

L'emploi de ce câble est spécialement recommandé là où la masse est sujette à fluer, comme par exemple dans les puits où les câbles sont disposés verticalement sur plusieurs centaines de mètres et également dans les endroits où la température est élevée.