

Matériel minier

RENSEIGNEMENTS QU'ON PEUT OBTENIR PAR SONDAGES (1)

I. — Procédé basé sur la mesure de la vitesse de pénétration pendant le sondage.

L'article décrit un procédé très simple qui permet, en mesurant la vitesse d'avancement d'un sondage, de déterminer avec une précision suffisante l'épaisseur d'une couche traversée et des différents lits qui la composent avant que la carotte de sondage ne soit ramenée à la surface.

Le principe du procédé est basé sur la variation de vitesse de foration en fonction de la nature des roches traversées. On mesure la vitesse d'avancement de la tige de sondage en mesurant la vitesse de déplacement d'un index fixé sur un câble dont une extrémité est attachée à la partie supérieure de la tige de sondage. Comme le montre la figure 1, ce

(1) Traduction résumée de l'article « Informations from boreholes » Colliery Guardian n° 4788, 4 décembre 1952 p. 675-678 et Transactions of the Institution of Mining Engineers - 1953 - mars p. 497 à 515.

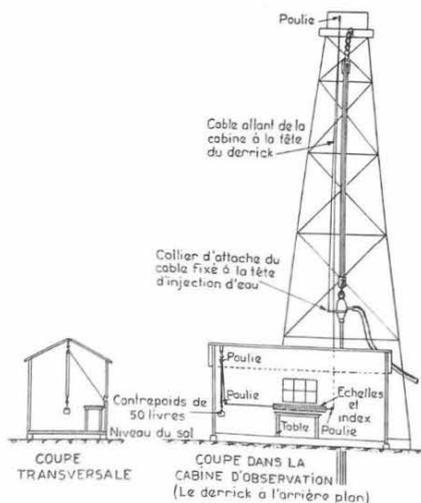


Fig. 1. — Appareil utilisé pour mesurer la vitesse d'avancement de la sonde.

câble, par l'intermédiaire de poulies de renvoi, passe en position horizontale devant une échelle graduée en face de laquelle l'index est fixé au câble. Le câble est mis sous tension par un poids suspendu à son extrémité, poids dont le déplacement est réduit par un moufflage approprié.

L'index fixé au câble devant le zéro de l'échelle graduée se déplace avec le câble entraîné par la tige de sondage. On mesure le temps nécessaire au passage de l'index entre les graduations successives de l'échelle, en tenant compte évidemment des arrêts au cours du sondage. Les mesures du temps nécessaire pour le forage d'une unité de longueur permettent de calculer rapidement la vitesse de foration. On obtient ainsi un graphique donnant les vitesses en fonction de la profondeur. Comme la vitesse de sondage varie suivant la nature des roches traversées, on obtient très facilement la composition de la couche traversée (fig. 2).

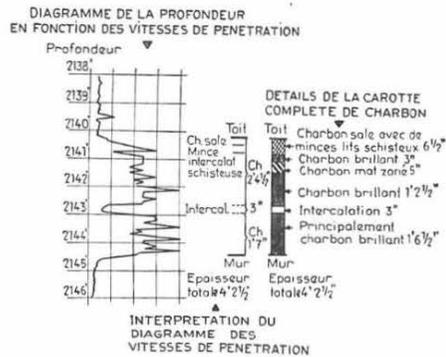


Fig. 2. — Comparaison du diagramme des vitesses de pénétration avec la carotte extraite du sondage.

Certaines précautions très simples doivent évidemment être prises pour éliminer l'influence de facteurs autres que la nature des roches traversées, tels que poids des tiges de forage, vitesse de rotation, etc...

On peut simplifier l'appareil en graduant directement la partie supérieure de la tige de sondage et en mesurant le temps nécessaire pour forer une unité de longueur.

II. — Examen radiographique des carottes de charbon.

L'étude classique d'une carotte normale de charbon se fait en deux phases : l'examen visuel de la structure pétrographique indique les variations principales de la teneur en matières minérales. Cet examen visuel est suivi par une analyse chimique de l'échantillon entier ou divisé en parties d'après l'examen visuel.

L'examen visuel complet et précis est très important car les carottes de sondages coûtent cher et sont irremplaçables. Mais cet examen visuel requiert de l'opérateur beaucoup d'habileté et de pratique. Deux lits de charbon, dont la teneur en matières minérales diffère de 5 % par exemple, apparaissent identiques à l'œil. L'examen visuel doit être complété par un autre procédé qui permet de ne pas laisser passer inaperçues des différences importantes dans la teneur en matières minérales.

Un des procédés utilisés avant l'introduction de l'examen radiographique était basé sur la mesure de la densité des différentes parties de l'échantillon. Mais ce procédé était lent et peu précis parce qu'il ne donnait pas de renseignements sur le mode de dissémination des matières minérales au sein de chaque partie de l'échantillon.

Or cette caractéristique est très importante au point de vue du traitement du charbon. C'est ainsi qu'on a été amené à utiliser l'examen radiographique qui indique la façon dont les matières minérales sont distribuées dans l'échantillon analysé.

Cet examen radiographique est basé sur le principe suivant.

La quantité de rayons X d'une longueur d'onde déterminée, absorbée par un échantillon de charbon, comprend deux parties :

- a) celle absorbée par le charbon.
- b) celle absorbée par les matières minérales.

Les constituants du charbon sont principalement des éléments légers; ceux des matières minérales sont surtout des éléments lourds. On sait d'autre part que la quantité de rayons X absorbée par un élément dépend, entre autres, de son nombre atomique. Il en résulte que le charbon est plus transparent aux rayons X que les matières minérales lui associées.

L'analyse basée sur l'examen aux rayons X est purement qualitative. En effet, l'absorption des rayons X, par les matières minérales varie avec la composition de celles-ci, composition qui est rarement constante dans le même échantillon.

L'appareil comprend essentiellement une source de rayons X devant laquelle on déplace l'échantillon à analyser. On obtient ainsi une radiographie complète de l'échantillon.

Pour vérifier la valeur du procédé, on a soumis à un examen radiographique un échantillon qu'on a ensuite analysé de façon très détaillée par examen visuel et analyse chimique. La figure 3 montre la comparaison entre la méthode classique et l'examen radiographique. On constate que l'examen radiographique constitue une analyse qualitative excellente.

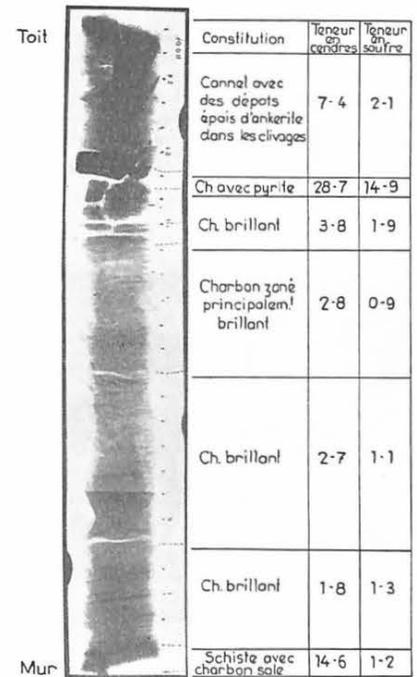


Fig. 3. — Radiographie d'un pilier de charbon extrait d'une couche.

Le procédé est maintenant couramment utilisé. Il indique rapidement le degré et le mode de dispersion des matières minérales dans l'échantillon, caractéristiques qu'une simple analyse ne peut fournir.

Le procédé a été limité jusqu'à présent à l'examen des carottes de charbon, principalement parce que l'appareil utilisé n'était pas conçu pour ce genre de travail. Un nouvel appareil construit dans ce but vient d'être installé et on compte s'en servir pour procéder à l'analyse d'autres échantillons que les carottes de charbon.

LOUPE AVEC ECLAIRAGE ELECTRIQUE (2)

Quand on effectue des levés géologiques dans les travaux du fond, il est souvent utile de pouvoir examiner à la loupe des fossiles ou des échantillons de roche. Ces examens présentent en général des difficultés, vu qu'il faut tenir en même temps l'échantillon, la loupe et la lampe. L'association loupe - lampe résout le problème et il existe actuellement un modèle antigrisouteux.

Le dispositif comporte trois éléments : la lampe, le porte-loupe et la loupe amovible (fig. 4). On peut également remplacer la loupe à grossisse-

(2) Extrait de « Glückauf », 5 janvier 1953, p. 28, 1 fig.

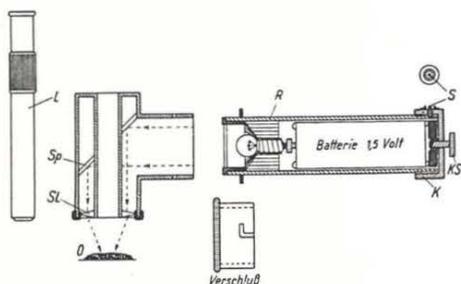


Fig. 4. — Loupe équipée d'un dispositif d'éclairage électrique antigrisouteux.

ment ordinaire (de 8 à 10) par un petit microscope de poche. La lumière est fournie par une ampoule (1,5 V — 0,5 A) alimentée par une batterie. La lumière venant du cylindre, où s'insère l'ampoule, entre latéralement dans le porte-loupe, tombe sur un miroir Sp et est réfléchi vers une lentille de concentration Sl qui la projette sur l'objet à examiner.

Le boîtier de la lampe est, comme celui du porte-loupe, en aluminium. La glace plane de protection de l'ampoule est elle-même protégée par un capuchon métallique enlevable. La durée d'utilisation normale est de 2 à 3 heures; quand on dispose d'une autre lampe, on peut facilement travailler pendant 4 heures.

MACHINE A TAMBOUR D'ARRACHAGE (Haveuse à disques verticaux) (3)

La nouvelle abatteuse-chargeuse en service à Ravenhead comporte une haveuse Anderson Boyes ordinaire, dont on a remplacé le bras de havage par une boîte de vitesse et un arbre horizontal portant un rotor équipé de quatre disques armés de pics de havage (fig. 5).

(3) Extrait de « Colliery Engineering », février 1955, p. 76-78. « Colliery Guardian » 1955 12 février p. 191-194.

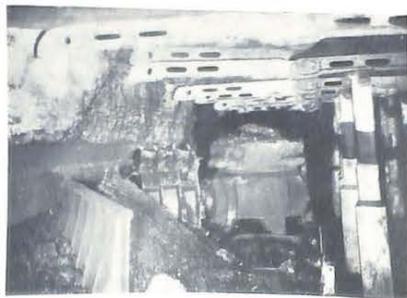


Fig. 5. — Haveuse à tambour d'arrachage « Anderson Boyes ».

L'arbre horizontal portant le rotor n'est pas perpendiculaire au front de taille; dans le prototype actuel, il fait un angle de $7\frac{1}{2}^\circ$; initialement, cet angle était de 15° . Le diamètre du rotor varie suivant l'ouverture de la veine.

La haveuse circule sur un convoyeur blindé et remorque un soc de chargement. La planche de charbon restant sous le bord supérieur du convoyeur est découpée par les pics du rotor et chargée par le soc.

La vitesse en coupe peut atteindre 2 m/min et la vitesse périphérique des couteaux, 200 m/min. Le moteur commandant le dispositif d'abatage développe une puissance de 40 CV.

Pendant la course retour, on inverse la position de la tôle du soc de chargement pour ramener, dans le convoyeur, le charbon du sillon supérieur abattu à l'explosif (quand la dureté l'exige) (fig. 6).

A chaque passe, la machine arrache une bande de charbon de 40 cm d'épaisseur. Cette machine peut être employée dans des couches de 90 cm d'ouverture minimum.

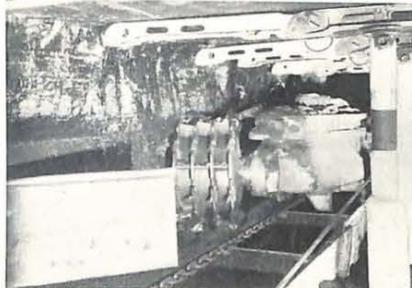


Fig. 6. — Même machine en course descendante. L'obliquité du soc de chargement est inversée.

Des essais très satisfaisants ont eu lieu dans une couche de 1,20 m à 1,50 m d'ouverture, équipée d'un convoyeur blindé Westfalia, d'étaçons hydrauliques Dowty et de béles articulées Prochar de 800 mm.

La taille de 140 m de longueur était rabotée en deux heures. Il fallait environ une demi-heure pour exécuter la course retour. La production journalière était de 260 tonnes en deux postes. A chaque poste, l'équipe comprenait 15 hommes et effectuait les opérations suivantes :

- la conduite de la machine,
- le ripage du convoyeur,
- la pose du soutènement,
- la loration des trous de mines,
- l'aménagement des niches en tête et au pied de taille (en face des têtes motrices du convoyeur. Dans ce cas, des niches de 75 cm de profondeur suffisent).
- la surveillance et l'entretien des engins mécaniques.

Le rendement de l'équipe a atteint 10 tonnes/homme. L'article ne donne aucun détail sur le per-

sonnel utilisé pour assurer la sécurité de l'arrière-taille (foudroyage - remblayage). En vue d'obtenir la granulométrie la plus favorable, on a fait divers essais en augmentant le diamètre des disques, leur vitesse et la vitesse de translation de la machine. On a obtenu de meilleurs résultats en portant le diamètre de la circonférence décrite par les pointes de couteaux de 80 cm à 1,05 m et en utilisant des taillants en acier au carbone. Les taillants avec plaquettes en carbure de tungstène donnaient lieu à une augmentation de charge et une proportion accrue de menu. La machine est simple et d'encombrement réduit; grâce à sa facilité de mise en œuvre elle s'adapte bien à un gisement faillé.

REMBLAYEUSE MECANIQUE ANDERSON BOYES (4)

Cette machine est utilisée pour édifier mécaniquement les remblais au moyen de terres rapportées calibrées.

(4) Extrait de « Iron and Coal T. R. » 16 janvier 1953, p. 125-130.

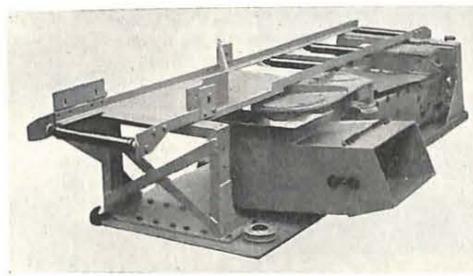


Fig. 7. — Vue de la remblayeuse Anderson Boyes.

La machine comporte un rotor à palettes qui tourne dans un solide carter pourvu d'une ouverture évasée dirigée vers le remblai (fig. 7). A côté du moteur actionnant la remblayeuse, on a prévu un treuil de halage pour permettre le déplacement de la machine le long du front de taille. Une superstructure avec batteries de rouleaux sert de support au convoyeur à brin inférieur porteur qui passe au-dessus de la remblayeuse (fig. 8). Les terres calibrées sont déversées dans la trémie de la remblayeuse au moyen d'un couteauracleur.



Fig. 9. — Vue du remblai obtenu avec cette machine.

L'ensemble de la machine est disposé sur une solide plaque d'assise qui glisse sur le mur de la couche.

La machine peut mettre en place en moyenne 40 m³ de remblai à l'heure. L'ouverture de la couche doit atteindre au minimum 1 mètre (fig. 9).



Fig. 8. — Alimentation de la remblayeuse Anderson Boyes par convoyeur à courroie à brin inférieur porteur.

FOREUSE A ARBRE FLEXIBLE POUR LE BOULONNAGE DU TOIT (5)

La Firme Crichton a mis au point un chariot de forage pour le boulonnage du toit en couches minces. Il fallait trouver un dispositif capable de forer des trous montants verticaux avec curage à l'eau sans mouiller l'opérateur et le moteur.

Le chariot, monté sur trois roues à pneus, n'a que 75 cm d'encombrement en hauteur. Il porte à l'avant le réservoir d'eau et le support du fleuret. À l'arrière le moteur de 5 CV. La liaison entre le moteur et le fleuret est assurée par un arbre flexible d'un mètre de longueur environ; le fleuret peut tourner à 600 tours/minute. Un mandrin spécial permet le remplacement des mèches sans perte d'eau.

Le levage du fleuret est réalisé par commande hydraulique.

Ainsi qu'on peut le voir sur la figure 10, l'opérateur et le moteur sont en retrait et à l'abri des éclaboussures et des débris de forage.

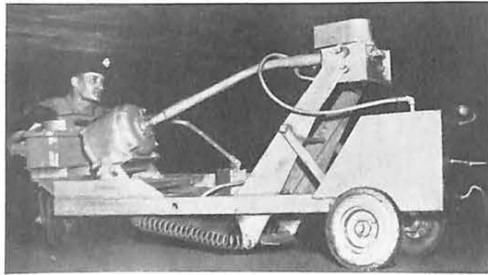


Fig. 10. — Foreuse « Crichton » avec transmission par arbre flexible pour le boulonnage du toit.

ROULEAU DE CONVOYEUR EN PLASTIQUE (6)

Le rouleau de convoyeur « Mac Carthy-White » est un rouleau en plastique construit dans le but d'éliminer le risque d'incendie dû aux batteries de rouleaux. Il comporte une enveloppe extérieure

(5) « Mechanization » 1952 décembre p. 106 à 108.

(6) Extrait de « Colliery Engineering », janvier 1955, p. 56.

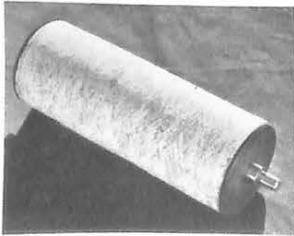


Fig. 11. — Rouleau en plastique pour convoyeur à courroie.

formée d'un tube en plastique renforcé de fibre de verre monté sur un axe en acier (seule partie en acier). Les paliers sont en plastique imprégné de graphite; le rouleau ne contient ni graisse ni huile combustibles. Deux anneaux fixés sur l'axe empêchent l'entrée des poussières. Les flasques sont également en plastique.

Le rouleau est léger et, vu sa faible inertie, l'énergie nécessaire à la mise en marche d'un convoyeur équipé de ces rouleaux est plus faible que celle nécessitée par un convoyeur ordinaire. Le rouleau n'est pas affecté par l'humidité de l'atmosphère et, conserve ses qualités, même s'il est entièrement immergé dans l'eau. Les dépenses relatives à la lubrification sont supprimées.

SIGNALISATION A L'ARRIERE DES TRAINS (7)

La signalisation arrière des trains offre toujours certaines difficultés. Le feu rouge accroché à la

dernière berline doit être bien visible du machiniste et du personnel circulant dans la galerie. Le dispositif d'accrochage de la lampe doit être simple, efficace, facile à poser et à manipuler. Qu'il soit posé à l'intérieur ou à l'extérieur de la berline, ce dispositif doit être peu encombrant. La lampe doit rester allumée malgré les chocs et les trépidations.

La Firme Dominit construit une lampe spécialement conçue pour cet usage. La boîte d'accumulateur est plate et pourvue de deux lames de ressort puissantes pour la fixation au bord de la berline. La surface plane donne une bonne stabilité à la lampe. (fig. 12)

Un interrupteur dissimulé dans le boîtier évite toute extinction intempesive. Le feu rouge est parfaitement visible dans toutes les directions. La lampe ne pèse qu'un tiers de plus qu'une lampe normale de mineur.

(7) « Bergbau Rundschau » novembre 1952, p. 581-582.

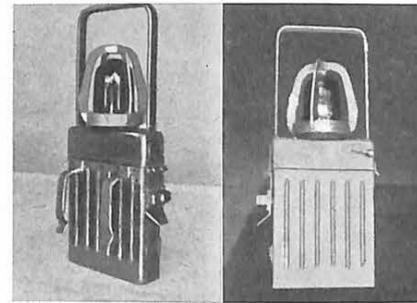


Fig. 12. — Lampe « Dominit » pour la signalisation des trains.

DESCENSEUR A DIAPHRAGME (8)

La Firme « Wilkinson Rubber Linatex » construit actuellement des descenseurs à diaphragme pour le chargement en silo et pour le transport du charbon dans des puits intérieurs de quelques dizaines de mètres de hauteur.

Le dispositif comporte un cadre polygonal sur lequel on fixe une feuille de caoutchouc « Linatex » dont le centre est évidé. La feuille est découpée en secteur par des échancrures qui partent du centre et vont jusqu'à quelques centimètres du polygone extérieur (fig. 13). Une âme de renfort également en caoutchouc est disposée sous la partie centrale de chaque secteur; elle prend appui sur le polygone en acier. Dès que la feuille de

(8) Extrait de « Colliery Engineering », janvier 1955, p. 57.

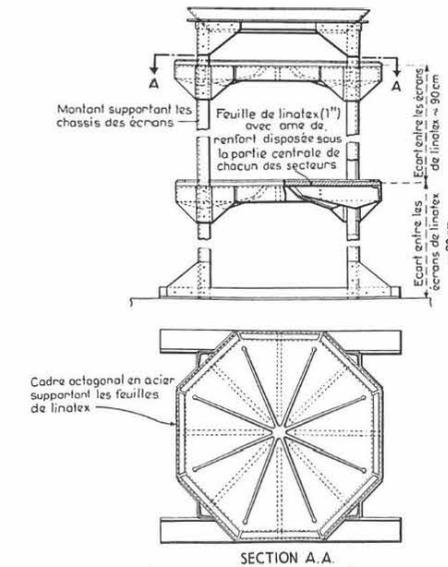


Fig. 13. — Descenseur à diaphragme en Linatex.

caoutchouc supporte une charge suffisante, la partie centrale s'affaisse et laisse passer la charge vers l'écran suivant.

Le descenseur comporte une succession d'écrans disposés à 90 cm les uns des autres.

Le charbon tombe de chicane en chicane et sa vitesse de chute ne dépasse pas celle d'un morceau tombant de 90 cm de hauteur; le choc d'arrêt est bien amorti par l'élasticité des écrans.

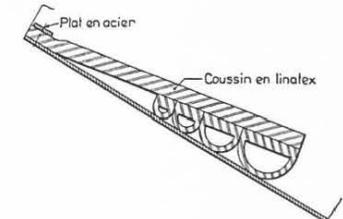


Fig. 14. — Dispositif amortisseur en Linatex.

Dans le cas d'un déversement en couloir incliné, on amortit la chute au moyen d'une lourrure en linatex, fixée près des points de chute par un plat en acier et posant sur le fond de la trémie par une série d'arceaux de diamètres croissants, en linatex. L'écrasement des arceaux absorbe l'énergie de choc.

SURVEILLANCE AUTOMATIQUE DE L'AERAGE SOUTERRAIN PAR UN ENREGISTREUR DE METHANE (9)

H. Maihak A. G. Hambourg construit un appareil appelé enregistreur de gaz Mono, qui est employé dans les laboratoires de la Centrale de Sauvage d'Essen depuis 1959. Différentes modifications de détail y ont été apportées dans la suite pour accroître la précision et la rapidité des opérations. Dans le dernier modèle, le gaz à analyser est aspiré par une petite pompe électrique, débarrassé du CO₂ et de l'humidité par la chaux sodée et le CaCl₂, puis introduit dans une cloche où son volume est mesuré très exactement, il passe dans une éprouvette sur bain de mercure, est brûlé, de nouveau débarrassé de l'eau et de l'acide carbonique par absorption, et enfin il passe dans une cloche de volumétre où le volume restant est mesuré et déterminé par la contraction du volume initial la teneur en gaz. Les déplacements de la cloche sont amplifiés et inscrits sur un diagramme. On peut faire vingt analyses par heure.

Si le grisou renferme divers gaz combustibles (par exemple CO et H₂ dans les fumées d'un incendie), ils sont aussi brûlés et comptés pour leur équivalent en méthane, ce qui n'entraîne guère d'erreur lorsque ces gaz sont en très petite proportion.

On a cherché à appliquer cet appareil dans les travaux du fond pour faire des analyses continues de l'atmosphère. Mais pour cet usage, il est trop

(9) Extrait de « Schlägel und Eisen » décembre 1952, p. 521-525. Auteur : Linsel, du siège d'expériences de Bochum.

compliqué, trop fragile et il fait appel à l'électricité pour mouvoir la pompe et brûler le grisou. De plus, il est faussé par les variations de la température.

Enregistreur électrique Simplexmono G. S. 1105.

Pour remédier aux défauts en question, le courant électrique pris à 220 V à un réseau est d'abord transformé en courant à 10 V. Il commande une pompe magnétique qui peut aspirer la prise d'essai par un tuyau en caoutchouc de 3,5 mm de diamètre intérieur à une distance qui peut atteindre 300 m. Un régulateur assure un débit de la pompe suffisant à 18 ou 20 analyses par heure. La combustion du gaz se fait dans une chambre entièrement cuirassée, avec couvercle étanche à la flamme; les conduites d'entrée et de sortie des gaz sont aussi protégées. La prise de courant électrique repose par des isolateurs sur la plaque d'appui. Un signal visible par une petite fenêtre en vigorite indique si le courant passe ou est interrompu. Le point faible de cet appareil, c'est la spirale de platine qui n'a qu'une très courte vie (quelques heures). Il faut un courant de 1,5 A et la température minimum de combustion est de 860° C; l'enveloppe plongée dans une atmosphère à 24° C s'échauffe jusqu'à 60° C. Pour cette raison, les essais ont été interrompus après 1951 et on étudie un perfectionnement.

L'enregistrement des analyses se fait par un crayon qui suit le mouvement de la cloche de mesure. S'il n'y a pas de gaz combustible, le volume final est égal au volume initial, le crayon trace

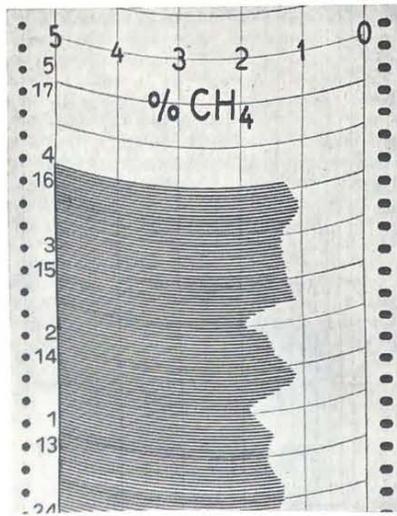


Fig. 15. — Enregistrement des analyses faites par l'appareil. La teneur en grisou est lue sur la partie claire du diagramme.

une ligne droite sur toute la largeur du papier. Plus il y a de gaz, plus court est le déplacement et la teneur en grisou est représentée par la partie claire du diagramme (fig. 15).

Enregistreur Mono L. S. 1104 à air comprimé.

Ce nouvel appareil a été présenté pour la première fois à la foire technique de Hambourg, puis à l'Achema de Francfort en 1952. Dans un but de simplification, on a renoncé à l'absorption du CO₂ après combustion qui, bien que très utile, s'est

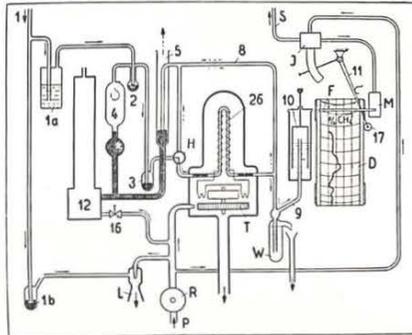


Fig. 16. — Coupe schématique de l'appareil enregistreur de la teneur en grisou Mono LS 1104.

révélée à l'usage comme une cause de dérangement nécessitant une grande surveillance. Pour contrebalancer le facteur humidité, la prise d'essai est saturée d'eau à 100 % avant l'entrée dans l'éprouvette. Par là, la sensibilité de l'appareil est diminuée du tiers, puisqu'on ne mesure plus que la contraction due à la condensation de la vapeur d'eau, mais on a changé proportionnellement le rapport des bras de levier du crayon pour utiliser le même diagramme que dans l'appareil précédent. Pour engendrer le courant électrique nécessaire à la combustion, on emploie un générateur Concordia E.A.G. solidaire de l'éprouvette et dans la même cuirasse. Un nouveau catalyseur a été trouvé qui peut servir 1000 heures et même plus.

La pression d'air comprimé nécessaire aux manipulations est prise à la conduite (entre 4 et 6 atm) et ramenée par un détendeur (R) à 1,9 atm et contrôlée par un manomètre. (fig 16) Cet air est filtré; il commande l'appareillage à mercure (2, 3, 4, 5, 12) et l'évacuation des gaz de la cloche d'alarme (M). Il n'y a pas de purgeur d'eau; l'eau que peut entraîner l'air comprimé s'écoule par le tube vertical placé sous la turbine du générateur. Les prises d'essai sont aspirées par un injecteur à travers un filtre et emmagasinées dans le réservoir (12). On peut aspirer 300 litres/minute à une distance de 100 m par le tuyau de 3,5 mm de diamètre intérieur. L'horloge commandant le déroulement du papier marche huit jours. La teneur maximum en

grisou mesurable est de 5 % et on peut faire la mesure à 2 % près. Un appareil d'alarme fonctionne automatiquement quand la limite est atteinte.

Pour l'emploi dans les travaux souterrains, l'appareil est fourni dans une boîte solide en acier, munie de poignées et de patins. La fenêtre du diagramme est fermée par un volet. (fig. 17)

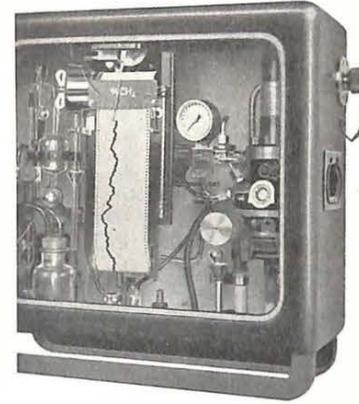


Fig. 17. — Vue intérieure de l'appareil enregistreur de la teneur en grisou Mono LS 1104.

La Direction des Mines du district de Dortmund et celle de Bonn autorisent l'emploi de cet appareil sans formalités dans les mines à grisou. L'appareil à commande électrique est subordonné aux règlements généraux sur l'emploi de l'électricité dans les mines grisouteuses.

(10) Extrait de «Mines» 1952 n° 5 p. 415.

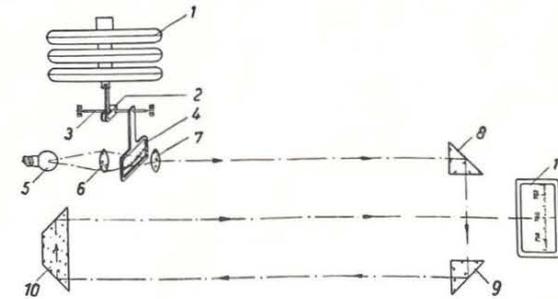


Fig. 19. — Schéma de la trajectoire suivie par le spot lumineux.

BAROMETRE PORTATIF A INDICATION OPTIQUE BAROLUX (10)

Le baromètre à indication optique «Barolux» a été conçu pour la mesure des pressions dans les mines (fig. 18). Vu sa haute précision, son emploi s'est généralisé et il est actuellement utilisé en météorologie et pour des mesures géodésiques.

Il présente les caractéristiques suivantes :

- 1) les capsules anéroïdes sont en alliage spécial supprimant tout effet hystérésis;
- 2) la transmission est optique, donc sans frottement. Il n'y a pas de pièces mécaniques délicates pouvant prendre du jeu, ce qui augmente la précision et diminue les risques de dérèglement;
- 3) l'aiguille est remplacée par un spot lumineux, réfléchi quatre fois sur prismes, et le cadran ordinaire par une échelle optique d'une longueur virtuelle de 5 mètres (fig. 19). Le cadran est



Fig. 18. — Baromètre à indication optique «Barolux».

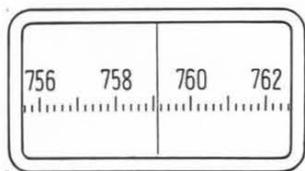


Fig. 20. — Graduation du cadran du baromètre.

graduée de 495 à 925 mm de Hg. Chaque mm de Hg représente une longueur de 7 mm, ce qui permet une lecture précise. (fig. 20)

« AIRSECO », DISPOSITIF DE PROTECTION CONTRE LES EXPLOSIONS DANS LES TUYAUTERIES D'AIR COMPRIMÉ

La note technique 3/52 des Charbonnages de France a relaté deux accidents graves survenus, l'un à Courrières le 19 avril 1948, l'autre à Béthune le 6 avril 1949 et ayant comporté l'un et l'autre une explosion à l'intérieur d'une canalisation d'air comprimé. Dans ce rapport, M. Loison, Ingénieur en Chef au Cerchar, expose les essais réalisés au laboratoire de Verneuil et propose une interprétation du mécanisme de ce type d'explosions.

En conclusion, M. Loison fait la remarque suivante :

« On peut, pour prévenir les explosions dans les » canalisations d'air comprimé, envisager diverses » solutions :

» — empêcher la formation d'un dépôt d'huile dans les conduites;

» — limiter la température de l'air comprimé à son entrée dans les conduites, ou enfin :

» — placer un dispositif capable d'arrêter une explosion déjà amorcée.

» Il suffit d'un très mince dépôt pour permettre » la propagation d'une explosion; il est donc douteux qu'une filtration efficace de l'air puisse être assurée de façon permanente sans des sujétions pratiques très lourdes.

» Des dispositifs coupe-flamme doivent, pour être efficaces, être très largement dimensionnés; ils sont donc onéreux. Par ailleurs, ils ne s'opposent qu'aux effets d'une explosion généralisée et non à ceux d'une flambée.

» Le meilleur remède paraît donc être la limitation de la température de l'air comprimé. On peut à cet effet :

» — soit installer un réfrigérant après la HP; c'est la solution radicale, mais évidemment onéreuse;

» — soit se borner à placer un thermostat sur la conduite de refoulement, qui coupe l'installation dès que la température atteint une certaine valeur ».

On a constaté que les explosions étaient dues à une surélévation de la température de compression ayant provoqué la combustion ou l'auto-allumage

des huiles de graissage, souvent injectées sans contrôle possible.

Les principales causes d'échauffement sont :

- insuffisance ou manque d'eau de réfrigération,
- non-étanchéité des clapets,
- lubrification défectueuse,
- marche à vide prolongée par obturation de l'aspiration,
- perte de charge à l'aspiration ou au refoulement,
- ovalisation du ou des cylindres.

L'appareil « Airseco » permet de contrôler la température de compression et permet de surveiller constamment la valeur limite fixée d'avance à volonté. Dès que la température de compression est dépassée de quelques degrés, il donne l'alerte.

L'appareil comporte : une sonde d'investigation, un filiforme de transmission et un mécanisme d'action simple, robuste et réglable comportant un contact électrique commandant des dispositifs avertisseurs lumineux et sonore ou même un relais agissant sur le disjoncteur du moteur d'entraînement. (fig. 21)

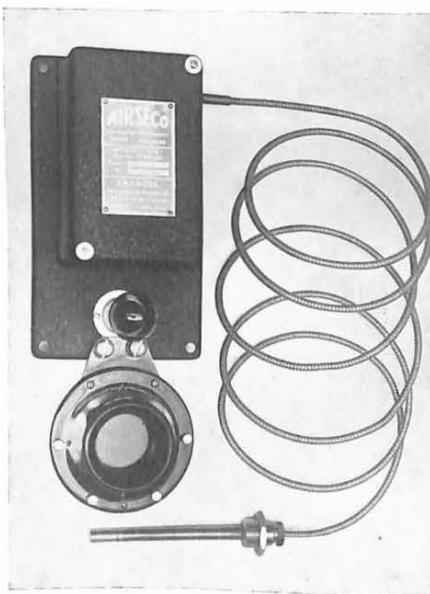


Fig. 21. — Appareil « Airseco » pour éviter les explosions dans les tuyauteries d'air comprimé.

L'appareil « Airseco », étant réglé pour la température de l'air comprimé refoulé au voisinage immédiat de la boîte à clapets, il s'ensuit que tant que la température demeure normale, le circuit électrique reste ouvert. Si la température augmente de quelques degrés, le circuit électrique se ferme automatiquement, provoquant le fonctionnement de l'ensemble des dispositifs avertisseurs.

La sonde comportant un bouchon raccord mâle doit se placer sur le refoulement aussi près que possible de la boîte à clapets du compresseur.

Pour le montage, il suffit de souder sur la tuyauterie de refoulement un mamelon femelle permettant l'introduction de la sonde et le vissage du bouchon de fermeture.

Pour la liaison électrique, l'appareil comporte deux bornes qui doivent être reliées à deux bornes du moteur de façon à employer le même réseau d'alimentation. Une borne supplémentaire est prévue pour la liaison éventuelle au disjoncteur du moteur par l'intermédiaire d'un relais armé au repos.

On recommande de placer l'appareil verticalement à l'abri des vibrations, par exemple contre un mur ou sur un support.

CONTRE LA CORROSION DES VANNES (11)

Les vannes « Newman Mac Evoy » ont le siège, la soupape et la tige filetée « Fescolisés » au chrome en vue de réduire la corrosion et la rouille. (fig. 22) Ce dépôt électrolytique assure une bonne protection et une manœuvre aisée vu le faible coefficient de frottement chrome sur chrome. En outre, ces vannes sont équipées d'un système de lubrification automatique; le lubrifiant est disposé dans un réservoir cylindrique creusé dans le siège. La

(11) Preventing valve corrosion, Colliery Guardian 1953, 8 janvier, p. 61, 1 fig.

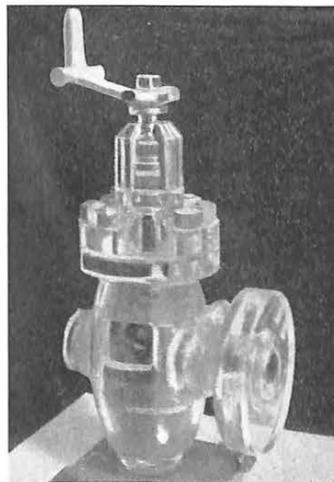


Fig. 22. — Vanne « Newman — Mac Evoy » non corrodable.

pression existant dans la tuyauterie agit par l'intermédiaire d'un piston disposé dans ce réservoir et fait circuler le lubrifiant à travers deux rainures circulaires remplies de graisse (l'une entre l'alésage et le corps, l'autre entre la soupape et le siège), ce qui évite toute fuite.

Le système de graissage double et l'absence de conicité permettent le renversement du débit. Les distorsions éventuelles du corps sont sans influence sur la surface du siège. De forts ressorts contribuent à l'étanchéité, ce qui permet d'éviter de recourir à l'emboîtement.

PROLONGATEURS POUR CABLES PLACES DANS LES VOIES DE TAILLES (12)

Les prolongateurs fabriqués par la Firme Elektro-technische Apparatebauanstalt Johann Leidel (Duisburg) consistent en deux moitiés identiques fixées, à l'atelier de surface, sur les extrémités des câbles à raccorder. Les entrées de câbles sont remplies de masse (fig. 23 et 24). Les trois phases et le conducteur de terre aboutissent à quatre courtes broches pla-

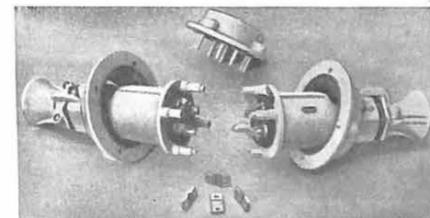


Fig. 23. — Prolongateur démontable antigrisouteux en pièces détachées.

tes. Les deux moitiés du prolongateur s'emboîtent au moyen de quatre goujons séparateurs, (mâles et femelles) non porteurs de courant, assurant une position relative correcte des deux parties, tout en les maintenant écartées. Des raccords flexibles, fixés par vis sur le méplat des broches de courant, réalisent la connexion électrique. L'espace vide compris entre les deux parties du prolongateur est fermé par deux coquilles extérieures, assemblées par quatre vis triangulaires. Cet espace reste libre de masse et facilement accessible pour démontage ou inspection. Les joints, garnis de caoutchouc, sont étanches à l'humidité et à la poussière. L'accouplement se fait en un quart d'heure au maximum. Ce prolongateur remplace avantageusement les boîtes de jonction à remplissage de masse. Il peut être utilisé aussi bien avec les câbles en caoutchouc qu'avec les câbles armés.

(12) TIGGELKAMP, Kabelverbindungen in den Abbaustrecken unter Tage, Glückauf 1953, 31 janvier, n° 5-6, p. 128-129, 2 fig. 1, tabl.

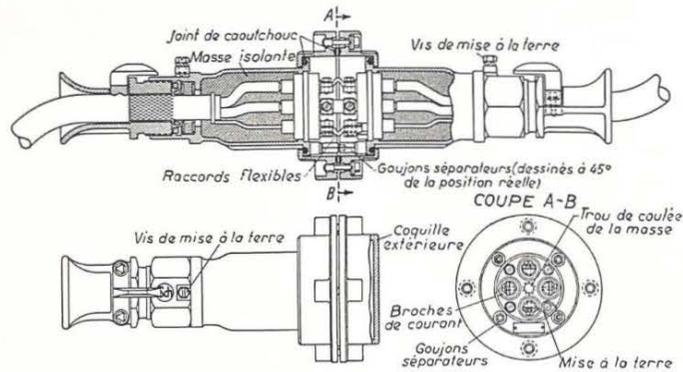


Fig. 24. — Coupe dans le prolongateur.

FREIN HYDRAULIQUE POUR MACHINE D'EXTRACTION (13)

En Angleterre, de nombreux freins de machines d'extraction fonctionnent, non à l'air comprimé, mais à la vapeur.

Ce système présente des inconvénients, car il arrive que la pression de la vapeur, dépendant de la consommation de la machine, soit insuffisante pour vaincre la force de rappel constituée par un contrepoids, ou mieux, par des ressorts hélicoïdaux, et pour écarter suffisamment les mâchoires de la poulie.

Pour parer à ces inconvénients, la firme Black a mis au point la commande hydraulique des freins au moyen d'huile sous haute pression (400 kg/cm²).

Le cylindre de commande est placé dans l'axe de la cage à ressorts qui remplace le contrepoids classique. Le déplacement d'un volume d'huile de

160 à 320 cm³ suffit pour la manœuvre du frein d'une grosse machine d'extraction, si celui-ci a été bien conçu. L'huile est mise sous pression par deux pompes volumétriques Towler-Electraulic actionnées par des moteurs électriques. Ces pompes comportent un disque incliné sur son axe de rotation. Les cylindres de la pompe sont disposés parallèlement autour de cet axe et le disque incliné, en tournant, imprime un mouvement alternatif aux têtes de pistons sur lesquelles il s'appuie.

La pression appliquée au cylindre du frein est réglée par une vanne manœuvrée au pied par le machiniste. La commande ainsi réalisée bénéficie de la souplesse et de la précision qui caractérisent les commandes hydrauliques.

Pour retirer tous les avantages de ce système, la firme anglaise Black a mis sur le marché un système de frein spécialement conçu en vue de la commande hydraulique (fig. 25). Ce dispositif se caractérise par un rapprochement accentué des points de pivote-

ment des deux mâchoires du frein, contrairement à la technique continentale qui place les points susdits à l'aplomb des milieux des arcs embrassés par les mâchoires.

Pour la construction correcte d'un frein à sabots, les trois points suivants sont à considérer :

- 1) obtenir une usure aussi régulière que possible de la garniture et répartir la force de freinage d'une manière égale sur tout l'arc embrassé;
- 2) réduire autant que possible la composante tangentielle du déplacement de la mâchoire par rapport à la poulie pour éviter de grands efforts dans le tringlage et l'arrachement possible de la garniture de frein;
- 3) éviter toute action d'abaissement ou de relèvement sur la poulie de frein, ce qui détériore les coussinets de l'arbre de celle-ci.

Pour réaliser la première condition, il faut que l'arc de cercle AMB embrassé par chaque mâchoire du frein (fig. 26) se déplace parallèlement à lui-même vers O lorsque, par suite de l'usure, le déplacement de la mâchoire augmente. Pour satisfaire

Pour une rotation d'angle ψ autour du point de pivotement P du sabot, le point A se déplace de $AA' = \psi.PA$ et le point B similairement de $BB' = \psi.PB$. Les déplacements AA' , BB' sont proportionnels et perpendiculaires aux rayons vecteurs PA, PB.

L'usure en chaque point du sabot est proportionnelle au rapprochement de chacun des points du sabot avec la poulie, c'est-à-dire à la projection sur le rayon de la poulie, du déplacement du point considéré.

L'usure en A vaut donc $AA'' = AA' \cos \alpha = \psi.PA \cdot \cos \alpha$, et en B : $BB'' = \psi.PB \cdot \cos \beta$. Pour obtenir une usure égale, il faut $PA \cos \alpha = PB \cos \beta$.

Abaissons $PP' \perp$ sur OA et $PP'' \perp$ sur OB. L'angle $APP' = A'AO = \alpha$, les côtés étant perpendiculaires chacun à chacun. De même, $BPP'' = \beta$. On voit que $PA \cos \alpha = PP'$, et de même $PB \cos \beta = PP''$. Il faut donc $PP' = PP''$, c'est-à-dire que OP est bissectrice de l'angle P'OP''. Par hypothèse, OM est bissectrice de AOB : les bissectrices de deux angles supplémentaires sont perpendiculaires. P doit donc se trouver sur le prolongement du diamètre perpendiculaire à OM.

En ce qui concerne la seconde condition, les déplacements rasants, ou tangentiels, $A'A''$ seront minimisés si le centre de pivotement P se trouve sur le prolongement de la tangente au point milieu M de l'arc embrassé (fig. 27). Les déplacements tangentiels seront dans ce cas nuls en M, et de signes contraires sur les deux moitiés MA, MB de l'arc.

Pour étudier la troisième condition, il faut déterminer le point d'application X de la résultante R des forces exercées sur chaque mâchoire par la poulie de frein (fig. 28). Ce point d'application se trouve sur l'axe de symétrie de l'arc embrassé, légèrement en dehors du cercle.

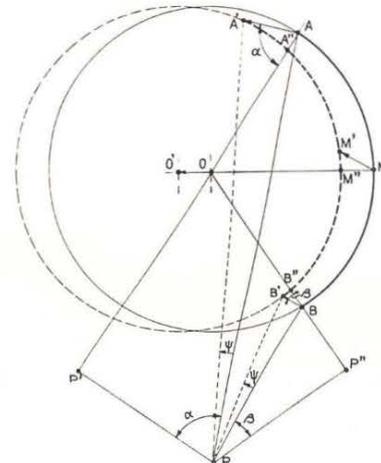


Fig. 26. — Déplacement de la mâchoire du frein. Pivot au droit de l'axe de la poulie.

le mieux possible à cette exigence, il faut que le centre O du cercle se déplace en O' sur l'axe de symétrie OM de l'axe embrassé, et, par conséquent, que le centre de pivotement P se trouve sur le prolongement du diamètre perpendiculaire à l'axe de symétrie de l'arc embrassé. Si chaque mâchoire est symétrique par rapport au diamètre horizontal de la machine, les deux pivots coïncideront en un point situé sur le diamètre vertical.

On peut vérifier que, dans ce cas, l'usure se produit d'une façon symétrique sur toute la garniture du frein.

Considérons sur celle-ci deux points A et B symétriques par rapport au point M, milieu de l'arc de frein.

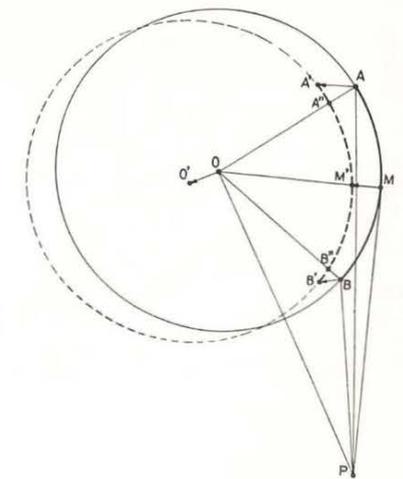


Fig. 27. — Déplacement de la mâchoire du frein. Pivot sur la tangente au milieu de l'arc embrassé.

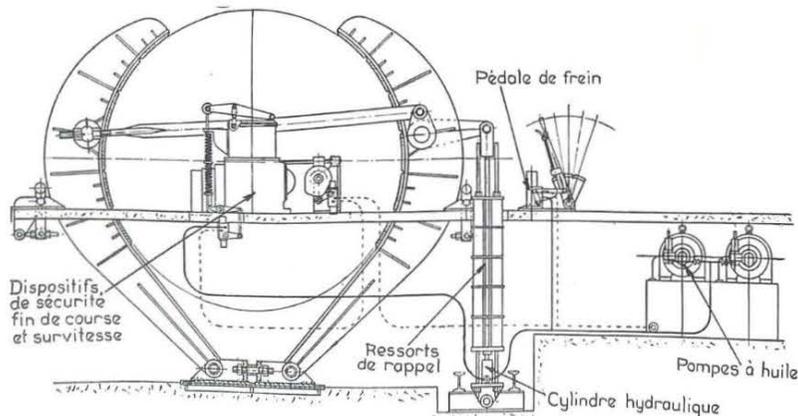


Fig. 25. — Frein Black à commande hydraulique pour machine d'extraction.

(13) Voir Colliery Guardian 29 janvier 1953 p. 152 à 156. Colliery Engineering avril 1953 p. 148-150.

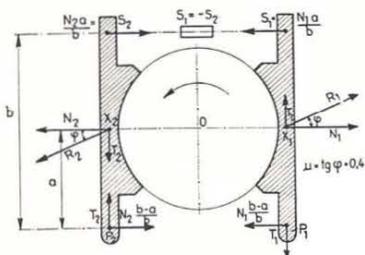


Fig. 28. — Transmission du couple de freinage aux mâchoires et au bâti de la machine.

Pour que l'axe O de la poulie ne subisse pas d'effort, il faut que les forces R_1 , R_2 exercées par les deux mâchoires forment un couple, c'est-à-dire que leur somme soit nulle. Il faut donc que les deux arcs embrassés soient symétriques par rapport au centre du cercle, et que les pressions N_1 , N_2 exercées par les deux mâchoires soient égales (cette dernière condition est réalisée automatiquement si la tringlerie de commande tire les deux mâchoires l'une vers l'autre sans prendre d'appui extérieur). Il faut de plus que les forces transmises par les mâchoires aux fondations forment un couple elles aussi. A cet effet, il faut que les droites X_1P_1 et X_2P_2 joignant le point d'application X de la force exercée par chaque mâchoire, au pivot P correspondant, soient symétriques par rapport au centre O du cercle, et donc parallèles. Si l'on veut de plus que la force freinage soit la même pour les deux sens de rotation de la machine, ces droites doivent en outre être verticales. On est donc conduit, ici encore, à placer les pivots P à peu près à l'aplomb des extrémités du diamètre horizontal de la machine.

Les conditions 1 d'une part (pivots sur le diamètre vertical) 2 et 3 d'autre part (pivots sur ou proches de la tangente) sont donc contradictoires.

On ne pourrait les concilier qu'en rejetant les pivots à l'infini, c'est-à-dire en allongeant démesurément les bras supportant les mâchoires, ou en supportant celles-ci au moyen de bielles verticales articulées sur les mâchoires au point d'application X de la force.

Pour éviter les articulations supplémentaires, on choisit ordinairement des mâchoires symétriques par rapport au diamètre horizontal de la machine, et on place les pivots à l'aplomb des extrémités de ce diamètre, sacrifiant ainsi la condition 1 aux conditions 2 et 3.

Cependant, comme l'usure de la garniture se fait irrégulièrement, la répartition des forces se modifie progressivement : ce sont surtout les cornes supérieures qui travaillent, et la poulie subit une sollicitation vers le bas. A la longue, la troisième condition se trouve donc également mise en défaut.

Dans le tracé de son nouveau frein, par contre, la firme Black a renoncé à annuler les déplacements tangentiels et les réactions sur l'axe de la poulie. Les deux mâchoires ne sont plus symétriques par

rapport à l'axe horizontal; elles sont déplacées vers le haut, et leurs pivots respectifs ont été placés de manière à satisfaire à la première condition et à réaliser une usure régulière de la garniture. On obtient ainsi un fonctionnement plus régulier, et on diminue la fréquence des réglages de frein et des remplacements de garniture. Les déplacements des mâchoires peuvent être réduits, ce qui facilite la réalisation d'une commande hydraulique sensible en réduisant la course « à vide » nécessaire pour amener les freins au contact de la poulie.

BELE « AIGLE »

Influence du dispositif de mise en porte-à-faux sur la sollicitation des pièces.

Dans une chronique antérieure (1), on a cité comme deuxième avantage du dispositif de mise en porte-à-faux de la béle par poussard : « Les moments fléchissants exercés par la béle en porte-à-faux ne sont pas transmis à la béle fixe, comme avec les articulations ordinaires, mais sont décomposés en une traction (encaissée principalement par la lame de ressort) et une compression (exercée sur le poussard) ».

Cette idée mérite d'être reprise pour être rendue plus assimilable et pour pouvoir être chiffrée. Il s'agit de mesurer le rôle tenu par chaque organe.

Considérons la potence, formée par deux béles I et II de 1 mètre et un poussard, soumise à une action de 1 tonne placée en bout et tenue en équilibre par l'action P de l'étauçon et celle de la force Q au bout opposé (voir fig. 29a).

Le diagramme 0.1.2.0. de la fig. 29c exprime l'équilibre et fournit les intensités des efforts P (1.2) et Q (2.0).

L'ensemble de la potence est fléchi. La fig. 29b donne, suivant A.B.C., le diagramme des moments fléchissants. Le moment maximum se produit au droit de l'étauçon et vaut 1.666.000 kgmm.

Si nous isolons la béle de droite (II), il nous faut considérer, pour rétablir l'équilibre, l'action R du poussard et la traction S exercée par la béle sur étauçon (I).

Le diagramme 0.1.3.0. nous fournit la valeur de R (1.3) et celle de S (3.0).

De même, la béle sur étauçon (I) est en équilibre sous l'action des forces P, Q, S et R, dont l'équilibre est figuré par le diagramme 1.2.0.5.1. fournissant P (1.2), Q (2.0), S (0.5) et R (5.1).

La force S exercée par l'articulation peut être décomposée en une composante horizontale S' égale et de sens contraire à l'action R du poussard, et une composante S'', égale et de sens contraire à la force T appliquée à l'extrémité de la potence, soit une tonne.

On voit que le moment transmis par la béle en porte-à-faux (II) à la béle sur étauçon (I) se décompose en deux éléments :

- a) un moment de flexion exercé par la composante verticale S'' sur l'armature de la béle sur étauçon

(1) Annales des Mines de Belgique, janvier 1955, p. 80-81.

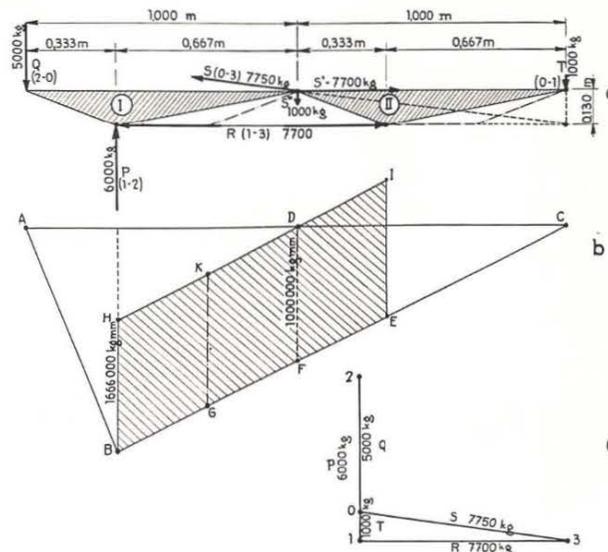


Fig. 29. — Béle « Aigle » en porte-à-faux. a) Répartition des contraintes, b) Diagrammes des moments, c) Polygone de Cremona.

çon (I). Celle-ci est donc fléchi comme si la charge T était appliquée à son extrémité.

b) le couple de forces R — S', exerçant une compression sur le poussard et une traction sur la partie supérieure de la béle. Cette compression et cette traction restent constantes sur toute la longueur du poussard.

A ce couple R-S' correspond un moment constant égal à celui qui existe dans la section de l'articulation et qui est représenté par le segment DF sur le diagramme des moments. Le diagramme BHIE, représente donc la partie des moments fléchissants qui est transformée en une traction et une compression pures s'exerçant dans la semelle supérieure des béles et dans le poussard respectivement.

La partie restante du diagramme, limitée par le contour A B H I E C, représente donc les moments de flexion proprement dits auxquels sont soumises les deux béles en chacune de leurs sections.

On constate que :

- les 2/3 de droite de la béle sur étauçon (I) sont soulagés de la plus grande partie des moments fléchissants comme si le bras de levier était réduit dans le rapport de 5 à 2.
- dans le 1/3 de gauche de la béle en porte-à-faux (II), le signe des moments de flexion est inversé.
- le poussard et l'axe d'assemblage doivent supporter les efforts S et R respectivement, dont la valeur est de l'ordre de 7,7 fois la charge T appliquée à l'extrémité de la potence, soit 7,7 tonnes environ. L'ensemble poussard-axe remplace la serrure des types ordinaires de béles.

Si l'on raccourcit le poussard en construisant des béles à partie centrale prismatique, telles que figurées en trait mixte sur la figure a, le diagramme des moments fléchissants de la béle sur étauçon devient ABGKD. La sollicitation par flexion devient plus importante. A la limite, si la longueur du poussard est nulle, on retombe sur le cas des béles à serrure ordinaire et le diagramme devient A B F D.

Bien entendu, le moment fléchissant total de 1.666.000 kg mm continue à agir sur la partie gauche de la béle sur étauçon (I). Celle-ci peut cependant résister facilement à cet effort, puisque la béle isolée, portée par un étauçon, est calculée pour une charge de 60 tonnes à laquelle correspond un moment de 12.000.000 kg mm environ au droit de l'étauçon. La précontrainte de la lame d'acier permet en effet de diminuer ou d'écarter les sollicitations en traction de l'armature pour les concentrer dans la lame d'acier à ressort.

En fait, ce sont la résistance de l'articulation (œillet et axe d'assemblage) et celle du poussard qui limitent la charge admissible à l'extrémité de la potence. D'après les essais effectués à la presse, cette limite est supérieure à 4,5 tonnes, correspondant à un moment de 7.500.000 kg mm au droit de l'étauçon.

FONÇAGE DES PUIITS

A propos de la note parue dans les Annales des Mines de novembre 1952 « Nouveautés dans le fonçage des puits par congélation » (traduction d'un article de S.L. Sik par M. Denoel), M. M. Biquet,

Ingénieur A.I.L.g., Conseil en matières de fonçage des puits de mines, nous adresse les quelques remarques intéressantes ci-après :

- > 1) la réduction des frais de congélation au moyen de la congélation fractionnée a déjà été signalée dans mon rapport au dernier Congrès International des Mines de Liège;
- > 2) les risques de fuites aux congélateurs sont complètement annihilés par l'emploi de la méthode rationnelle employée pour la première fois en Angleterre par la Société de Fonçage de Puits Franco-Belge (*);
- > 3) la verticalité des sondages a été réalisée admirablement pour des puits de 620 m de profondeur lors des fonçages d'Helchteren et Zolder par M. Gustave Lemaire de la Société Foraky;

(*) voir

a) Biquet M. « Le fonçage de puits de mine en terrains aquifères » Biblioth. Sc. Belge — Thone Editeur Liège 1954.

b) Radar E. — Bulletin des Ingénieurs de Louvain, N° 15-9-1927.

- > 4) la concentration du froid en n'importe quel endroit désiré fut mise au point pour la première fois, dans les mêmes circonstances que celles indiquées au 2), en Angleterre, par la Société Franco-Belge;
- > 5) les performances réalisées en Campine, vu les profondeurs atteintes, l'emportent de loin sur les difficultés de deux puits de 330 et 350 mètres dont il est question dans l'article;
- > Avant 1914, la Société Franco-Belge avait déjà réalisé, avec succès complet, la congélation de deux puits de 320 m de profondeur au Levant du Flénu à Cuesmes (Puits de l'Héribus).
- > 6) on parle dans l'article de creusement rapide : à André Dumont, les 148 premiers mètres du puits I ont été creusés et cuvelés exactement en deux mois, et on ne travaillait pas les dimanches;
- > 7) on sait depuis longtemps que le béton placé derrière le cuvelage ne refroidit que lentement et a tout le temps de faire prise avant que l'eau de gachage puisse se congeler, d'autant plus que cette eau de gachage est en général de l'eau salée ».

STATISTIQUES

BELGIQUE

L'Industrie Charbonnière pendant l'année 1952

Statistique sommaire et résultats provisoires

par A. MEYERS.

Le présent travail donne, en attendant la publication d'éléments plus détaillés et plus précis dans la « Statistique annuelle des industries extractives et métallurgiques », un aperçu de la marche de l'industrie charbonnière belge au cours de l'année 1952.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que les données qui suivent ne sont pas définitives.

Production de houille.

(Voir tableaux n° 1 et 2 et diagramme n° 1.)

La production nette de houille en Belgique a été, en 1952, de 30.381.540 tonnes, contre 29.651.200 tonnes en 1951 et contre 27.320.820 tonnes en 1950 (chiffres définitifs pour 1950 et 1951).

Le tableau n° 1 permet de se rendre compte de l'allure de la production mensuelle.

Ci-dessous figure, pour les années 1943 à 1952, la proportion de la production fournie par le bassin de la Campine par rapport à l'extraction totale du Royaume pendant les mêmes années :

1943 : 29,2 %	1948 : 29,8 %
1944 : 36,0 %	1949 : 28,6 %
1945 : 30,7 %	1950 : 29,7 %
1946 : 31,8 %	1951 : 31,2 %
1947 : 29,5 %	1952 : 32,0 %

Le nombre moyen de jours d'extraction de l'année 1952 a varié, suivant les bassins, entre 284,2 et 300,2. Pour l'ensemble des charbonnages, il a été de 292,1.

TABLEAU N° 1
PRODUCTION MENSUELLE DE HOUILLE PAR BASSIN
(en milliers de tonnes.)

PERIODES	Borinage	Centre	Charleroi-Namur	Liège	Campine	Royaume
1952						
Janvier	436,6	330,7	649,7	435,7	816,8	2.669,5
Février	399,7	313,1	633,7	420,8	839,1	2.606,4
Mars	445,2	331,0	657,5	436,8	870,0	2.740,5
Avril	412,8	313,9	616,9	417,5	797,1	2.558,2
Mai	418,8	330,7	629,2	415,9	827,8	2.622,4
Juin	357,6	273,3	553,3	390,8	753,0	2.328,0
Juillet	312,1	242,1	474,7	339,5	774,9	2.143,3
Août	355,2	288,1	537,8	346,9	755,3	2.283,3
Septembre	410,3	319,3	612,6	432,3	806,9	2.581,4
Octobre	447,4	351,6	654,9	463,8	852,6	2.770,3
Novembre	383,3	294,2	571,4	405,9	783,9	2.438,7
Décembre	418,9	321,7	616,1	450,7	835,0	2.642,4
Totaux des relevés mensuels 1952	4.797,9	3.709,7	7.204,8	4.956,5	9.712,4	30.381,5
Production en 1952						
(chiffres provisoires rectifiés)	4.797,9	3.709,7	7.204,9	4.956,6	9.712,4	30.381,5