

Matériel minier

LA DYNAMIQUE DU MARTEAU-PIQUEUR.

par le Prof. Dr-Ing. L. Engel et le Dipl.-Ing.
H. Gloeckner, Clausthal

Traduit de la revue « Glückauf » du 10 novembre
1951.

Les conditions du travail ont une grande influence sur la dynamique du marteau-piqueur. La matière à abattre, le marteau et l'ouvrier, avec leurs propriétés élastiques, leur masse et leur freinage, forment les éléments d'un système oscillatoire. Ils sont excités par le coup de piston et réagissent les uns avec les autres suivant certains rapports. Leurs relations s'aperçoivent difficilement. Le cylindre, le piston, l'aiguille sont des masses données dont les déplacements relatifs ne sont pas déterminés *ne varietur*, car le piston se meut librement et sa cinématique ne peut être prévue que sous condition. La dynamique d'un tel système, spécialement la succession des chocs, n'est encore explorée qu'imparfaitement et elle fera l'objet du présent travail.

Pour étudier le comportement du marteau, il est nécessaire d'introduire certaines notions caractéristiques qui permettent d'exprimer ses propriétés sous le rapport qualitatif ou quantitatif. Il faut ensuite établir les relations entre ces caractéristiques. Finalement, on sera conduit à construire des modèles d'essai qui représentent exactement la réalité.

En ce qui concerne les marteaux, on a déjà introduit plusieurs grandeurs de comparaison, les unes comme données, les autres par déduction. A la première catégorie appartiennent le poids total du marteau, le poids du piston et celui de l'aiguille, la plus grande course du piston, la pression de l'air comprimé, la pression exercée sur la poignée. Dans la seconde catégorie se rangent : le travail de choc du piston, celui de l'aiguille, le rendement de la percussion pour chacun d'eux, le nombre de coups, la consommation d'air comprimé, la consom-

mation spécifique, les coefficients d'effet utile de l'air et de la percussion, le rendement final, la course rétrograde du piston, la surcompression et le recul.

Ces différentes grandeurs calculées n'ont de valeur utilisable et bien définie que si l'on connaît la loi qui les relie aux données et qu'on peut en donner une expression algébrique. Ceci n'est possible qu'après une analyse précise et s'appuyant sur des résultats de mesures.

L'énergie emmagasinée dans le piston est donnée par

$$A = \frac{pv^2}{2g}$$

Elle représente le travail disponible dans le piston et elle est synonyme de « travail de choc du piston », expression qui n'est pas très heureuse.

Dans la formule, p est le poids du piston en kg, v sa vitesse en m/s et g la gravité en m/s².

v se déduit de l'équation :

$$\int_{t_1}^{t_2} [P + (p \cos \alpha - R)] dt =$$
$$\frac{p}{g} \int_0^v dv = \frac{p}{g} v \text{ (kg/s)}$$

Dans cette formule, on admet que le piston accomplit sa course dans l'intervalle de temps $t_2 - t_1$ et passe du repos à la vitesse v . Il subit l'impulsion de la force P , résultante effective de la pression de l'air comprimé. On obtient cette impulsion à l'aide des diagrammes des indicateurs placés en avant et en arrière du piston.

Dans le premier membre de l'équation, la parenthèse à l'intérieur des crochets se rapporte à la pesanteur et aux frottements. Ce terme est fort inférieur à celui de la pression d'air, mais il ne faut pas le négliger.

(1) Voir le rapport A. Flasse : « Indikatordiagramme von Pressluftwerkzeugen », - Glückauf 72 (1956), B. 555-58.

L'effet du poids du piston dépend de l'inclinaison α de l'axe du cylindre sur la verticale. Le frottement R du piston en fonction du temps ou de l'inclinaison α nous est inconnu. Il dépend du graissage et peut varier notablement en raison du rugueux des surfaces et de la viscosité du lubrifiant, c'est-à-dire de la température. Si on le néglige, on obtient des valeurs exagérées de la vitesse.

Les indicateurs de pression, usités actuellement dans les bancs d'essai pour déterminer le travail de frappe du piston sont chers et compliqués et on leur préfère un autre mode de mesure plus commode. On transforme l'énergie cinétique du coup de piston en un travail mécanique qui s'effectue sur un chemin mesurable. On détermine au préalable, par des essais de tarage, le rapport entre l'énergie de frappe et le chemin à mesurer. Le dispositif de mesure est adapté à l'aiguille et inscrit le chemin qu'il parcourt sous l'effet du choc.

La connaissance de l'énergie A est nécessaire pour établir le bilan de la percussion. Elle a été choisie expressément comme caractéristique par Hoffmann parce que le « travail de l'aiguille, qui » est en définitive le seul concluant, dépend du » rapport du poids du piston à celui de l'aiguille » et de la perte par choc ; par conséquent, il varie » pour un même marteau avec le genre d'aiguille » (2).

Ces considérations plaident plutôt contre que pour l'applicabilité générale des procédés qui, partant de mesures sur un succédané de l'aiguille et d'un tarage par chute de poids, arrivent au travail de percussion d'un marteau fictif ; ou bien ils utilisent directement cette grandeur comme mesure du travail de l'aiguille ou bien ils arrivent à ce même travail de l'aiguille en partant du travail du piston et en passant par des diagrammes du rendement de la percussion.

Pour exprimer quantitativement le rapport entre le travail de frappe du piston A et celui de l'aiguille A_n on a introduit la notion de « rendement de la percussion ».

$$\eta = \frac{A_n}{A}$$

Il vaudrait mieux dire « rendement du coup », parce que, en mécanique rationnelle, la percussion implique l'hypothèse de la complète liberté du corps mobile. Ce rendement dépend de si nombreuses circonstances que les lois générales du choc ne suffisent pas à expliquer clairement les phénomènes de la transmission de l'énergie du piston à la pointe de l'aiguille et la transformation en « travail utile de l'aiguille ». L'énergie du piston frappant ne se transmet qu'en partie (en %) à l'aiguille et celle-ci à son tour n'en transmet à la roche qu'une

partie appelée « travail utile ». Enfin de cette dernière, on n'utilise qu'une partie pour l'abatage proprement dit qui est un travail de fragmentation. Comme on l'a déjà fait remarquer, le travail utile dépend à la fois du maniement du marteau et des propriétés de la roche. En particulier, si celle-ci est très élastique, le taux du travail utile tombe parce que la pénétration de l'aiguille sous l'effet du choc est compensée en grande partie par un rebondissement en arrière. Cette énergie en retour doit être détruite par les oscillations du marteau et le contrecoup sur le bras de l'abatteur. L'aiguille rencontre d'un coup à l'autre des conditions variables et son mécanisme doit réagir différemment. Le fait que la course du piston est libre permet une multitude de possibilités. Les déterminations empiriques du rendement par compression d'éprouvettes montrent bien une certaine dépendance du rapport n du poids de l'aiguille et du piston

$$\eta = \frac{p_n}{p}$$

mais l'allure de la courbe s'écarte fortement de celle qu'assigne la théorie du choc,

$$\eta = \frac{n}{(n+1)^2} (k+1)^2$$

dans laquelle k est l'indice d'élasticité, c'est-à-dire le rapport des vitesses relatives des deux corps avant et après le choc (3).

Il n'y a pas lieu de s'étonner si l'assimilation de l'effet du piston aux conditions idéalisées du choc de deux solides s'écarte en de nombreux points de la réalité. Sur ces phénomènes réels, on se fait des opinions très différentes parce qu'on ne dispose pas encore d'essais assez nombreux. Une investigation précise de ces phénomènes est nécessaire et est rendue possible par les progrès récents de la technique du mesurage et, spécialement, par le procédé électronique.

Cela ne veut pas dire qu'il faille dénier toute valeur aux procédés d'essai usités jusqu'aujourd'hui. Seulement, le domaine de leur validité est assez limité en ce sens qu'ils ne fournissent des résultats comparables que pour un type de marteau et dans certaines conditions d'essai.

L'objet des recherches actuelles doit être de découvrir, par des mesures appropriées, la succession des phénomènes et leurs particularités de façon à pouvoir en déterminer les lois. On fera usage des caractéristiques des outils à percussion. Ce seront par exemple, pour le piston, l'énergie cinétique $mv^2/2$ ou la quantité de mouvement mv ; pour l'aiguille, la quantité de mouvement de préférence au travail. Puisque la durée de l'impulsion imprimée à l'aiguille a une grande importance quant à la

(2) Hoffmann, C. : « Ueber Leistung van Druckluftschlagwerkzeugen und Eichung der Leistungsprüfer », - Bergbau 44 (1951), P. 173-76; Hoffmann, C. : « Prüfergebnisse van Druckluft-Hämmern », - Bergbau 49 (1956), P. 55-57, 67-71.

(3) Hoffmann, C. : « Die Stossenergieübertragung bei Abbauhämmern », - Glückauf 74 (1958), P. 213-25.

désagrégation du charbon, le choc étant mesuré par la surface d'un diagramme fonction du temps, les diagrammes de l'espèce pris dans diverses conditions seront les plus significatifs. Ces considérations nous amènent à traiter le problème par les procédés de la technique des oscillations. En vertu du principe de l'action et de la réaction, les forces qui engendrent le travail utile doivent agir par l'intermédiaire de l'aiguille et c'est là qu'il faut en démontrer l'existence.

Le second nœud de forces agissant sur l'extérieur se trouve dans la poignée et doit également faire l'objet d'investigations.

Les appareils de mesure devront satisfaire aux conditions suivantes :

- 1) les mesures doivent être possibles pendant que le marteau travaille à l'ordinaire. Elles doivent embrasser les diverses conditions du travail ;
- 2) l'appareillage de mesure ne doit pas altérer les propriétés du marteau ;
- 3) les grandeurs variables dans le temps doivent être reproduites telles quelles.

L'appareil (fig 1) répond à ces conditions ; il a été élaboré par l'Institut de Mécanique et d'Electrotechnique de l'Académie des Mines de Clausthal.

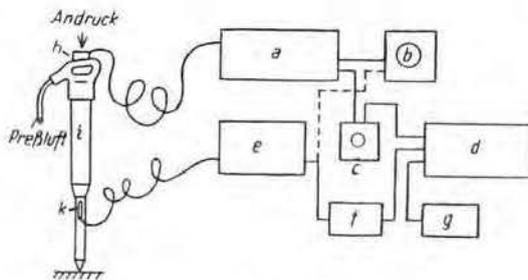


Fig. 1. — Dispositif de l'essai du marteau en vue d'enregistrer les effets dynamiques.

Sous le choc, l'aiguille subit des déformations élastiques dépendant du travail du piston. Suivant le grand axe, il y a des variations de longueur proportionnelles aux forces dans les limites de la loi de Hooke, laquelle est généralement valable dans ce cas-ci. Une petite bande de mesure (*k*), appliquée avec certaines précautions sur l'aiguille, éprouve, comme corollaire de la variation de longueur unitaire $\Delta L/L$, une variation de sa résistance électrique $\Delta R/R$. Ces variations sont l'image fidèle des forces en jeu ; dans le pont *e*, elles sont modulées sur une fréquence porteuse de 4.000 périodes par seconde, puis amplifiées en *f* et photographiées sur une bande de papier en *d* ou bien observées dans un oscillographe électronique *b*.

Les pressions exercées par la main sur la poignée sont transformées en charges électriques par le quartz piézométrique et celles-ci provoquent dans une capacité des tensions qui sont amplifiées en *a*, rendues visibles en *b* dans un tube électronique et traduites en oscillogramme en *d*. Un chronographe *g* permet d'établir la relation de temps.

La figure 2 reproduit un de ces diagrammes. Il se rapporte à un marteau d'un poids de 9 kg travaillant sous une poussée de 50 kg sur un bloc de granite. Pour l'intelligence de cet oscillogramme,

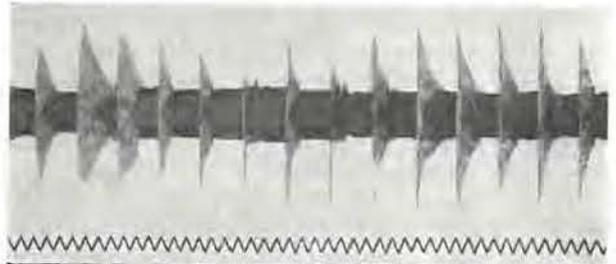


Fig. 2. — Efforts sur l'aiguille d'un marteau de 9 kg. Période du chronographe (courbe inférieure : 1/50 s).

il est à remarquer que la durée des efforts est représentée par les courbes enveloppes des oscillations, aussi bien pour la partie supérieure que pour l'inférieure. Ces courbes oscillent autour d'une position moyenne. Les amplitudes représentent des pressions ou des tensions suivant qu'elles sont dirigées vers l'extérieur ou vers l'intérieur. La profondeur de la modulation est directement proportionnelle aux forces à mesurer. Les coups ont des valeurs très différentes ; les uns sont rapidement amortis et, par conséquent, l'énergie de l'aiguille est presque complètement utilisée ; dans les autres, une grande partie de cette énergie se dépense en vibrations au détriment du travail utile. La succession des coups et l'amplitude des pointes ne sont sujettes qu'à des écarts très faibles.

Le diagramme renferme beaucoup de nuances sur lesquelles on reviendra dans des communications ultérieures. On reconnaît cependant que le chemin suivi pour étudier le marteau, c'est-à-dire passant par les déformations de l'aiguille, est plein de promesses.

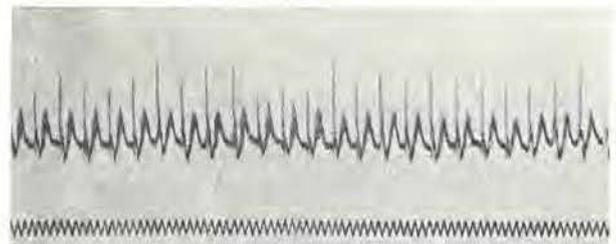


Fig. 3. — Pressions sur la poignée du marteau de 9 kg.

La figure 3 renseigne les variations des efforts sur la poignée. L'enregistrement est obtenu par un quartz piézométrique, intercalé entre la main et la poignée ; l'échelle des temps est indiquée par la fréquence du réseau (50 Hz). Le contrecoup sur le bras de l'ouvrier est représenté par les ordonnées montantes. Dans les conditions de l'essai (pression d'air = 4 kg ; poussée \pm 50 kg ; poignée spéciale

avec amortisseur, attaque sur le granite), nous trouvons, en plus du recul dû à l'admission de l'air comprimé, un autre effet souvent beaucoup plus fort qui est dû à la réaction du collet de l'aiguille sur le cylindre. Cette dépendance ressort clairement de la figure 4 qui indique simultanément les pres-

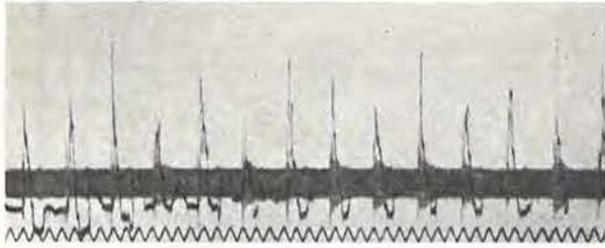


Fig. 4. — Prise simultanée des pressions sur la poignée et dans l'aiguille.

sions sur la poignée et sur l'aiguille. Cette prise a été effectuée avec le même marteau et la même poignée que les précédentes, mais avec un autre point d'attaque sur le granite. Le dessin est plus étiré suivant l'axe des temps et permet de mieux reconnaître le détail du recul.

Les figures 5 et 6 donnent une vue de cet appareillage spécial. La validité de cette méthode de mesure sera traitée de façon approfondie dans des publications ultérieures. La voie proposée pour



Fig. 5. — Vue de l'indicateur au quartz placé sur la poignée.

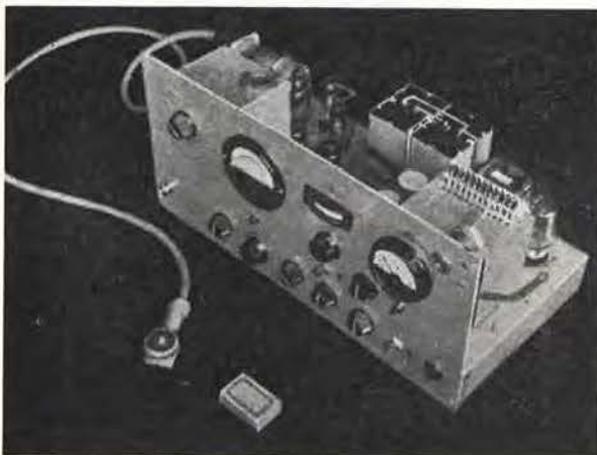


Fig. 6. — Amplificateur à courant continu pour le quartz piézométrique.

l'exploration des vibrations du marteau à l'aide d'indicateurs électroniques conduit, non seulement à la solution du problème exposé au début de l'article, mais aussi à caractériser, par des grandeurs numériques, les propriétés mécaniques de la roche à abattre dans les relations avec le marteau.

Les firmes Demag et Hausherr & Söhne méritent des remerciements pour leur contribution à ces recherches.

L. D.

DETECTION DU GRISOU DANS LES MINES.

Traduit de « *Iron and Coal Trades Review* » du 20 juillet 1951 par G. A. Moulart, Ingénieur civil des Mines, Electricien et Géologue.

Enregistreur automatique de méthane.

L'enregistreur de méthane « Ringrose » a été approuvé par le Ministry of Fuel and Power comme étant conforme aux exigences du Règlement général de 1947, relatif aux mines de charbon (Ventilation). Il est conçu pour enregistrer automatiquement la teneur en méthane de l'air de ventilation pendant une période de 24 heures.



Fig. 7. — Enregistreur automatique de méthane « Ringrose ».

L'appareil complet, avec batterie, pèse environ 5 kg (fig 7). Il est constitué essentiellement d'une chambre poreuse, en porcelaine dépolie, contenant un filament incandescent. La chambre communique avec un diaphragme qui commande les déplacements d'une plume enregistreuse devant une feuille graduée fixée sur un disque tournant. Le fonctionnement de l'enregistreur est basé sur les variations de pressions qui se manifestent dans la cham-

bre poreuse, à l'intérieur de laquelle les gaz de l'atmosphère environnante pénètrent par diffusion et où le méthane est brûlé par le filament. La diffusion et la combustion donnent lieu à une diminution de pression à l'intérieur de la chambre. Ceci entraîne le déplacement de la paroi du diaphragme qui, à son tour, déplace l'aiguille sur la feuille. Le mécanisme d'horlogerie, alimenté par une batterie de 2 V, comporte deux paires de contact qui ferment et ouvrent les circuits du filament et de l'électro-aimant à intervalles de 6 minutes. A chaque enclenchement, l'aiguille marque un point sur la feuille et indique la teneur en méthane. Le fonctionnement de l'enregistreur est représenté schématiquement à la figure 8.

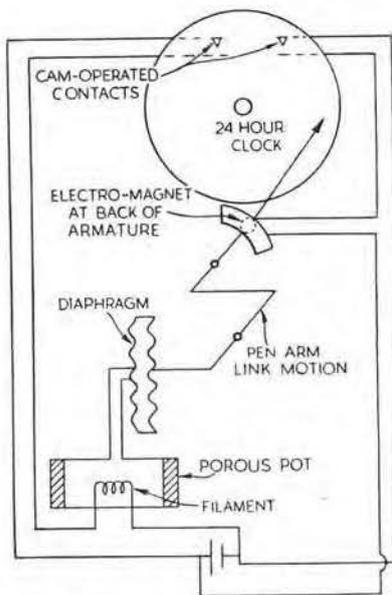


Fig. 8. — Représentation schématique du fonctionnement de l'enregistreur « Ringrose ».

- | | | |
|-----------------------------------|---|---|
| 24 hour clock | = | Mouvement d'horlogerie - durée 24 heures. |
| Cam-operated contacts | = | Deux paires de contacts. |
| Electromagnet at back of armature | = | Electro-aimant. |
| Pen arm link motion | = | Levier de commande de la plume enregistreuse. |
| Diaphragm | = | Diaphragme. |
| Porous pot | = | Chambre poreuse. |

La figure 9 donne un exemple d'enregistrement obtenu par l'appareil Ringrose ; les valeurs lues sur le diagramme diffèrent peu de celles obtenues par une analyse de l'échantillon. Par exemple,

Ringrose	1,40 %	Haldane	1,56 %
	1,40		1,38
	1,40		1,42

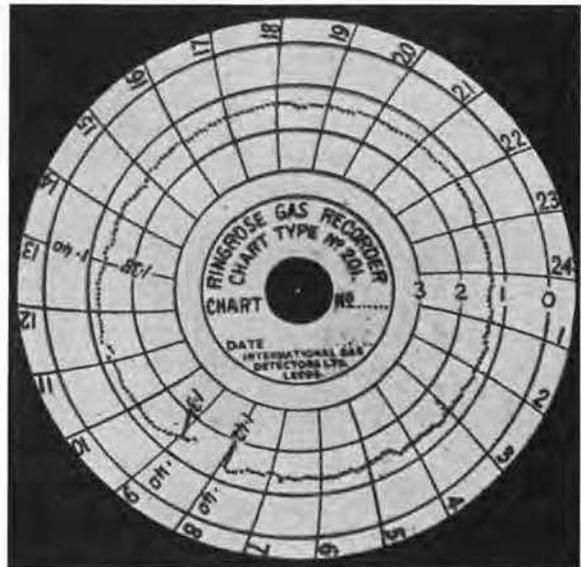


Fig. 9. — Exemple d'enregistrement obtenu à l'appareil « Ringrose ».

Méthanomètre de poche.

Le méthanomètre Ringrose peut être adapté à une lampe à fixer au casque. Il peut être mis en poche ou accroché à la ceinture. Il donne sur place une mesure rapide et précise de la teneur en grisou de l'air de ventilation. Il est destiné au personnel chargé de veiller à l'observation des prescriptions du Règlement Général des Mines (Ventilation) 1947. Il a été approuvé dans ce but par le Ministry of Fuel and Power.

L'appareil (fig 10a) pèse environ 600 g. Il est constitué d'une chambre poreuse en porcelaine dépolie, contenant un filament incandescent. La chambre poreuse est reliée directement à un mano-



a b
Fig. 10.

- a : Méthanomètre de poche.
b : Avertisseur automatique de grisou (dispositif d'alarme)

mètre à niveau liquide. En pratique, on aspire l'échantillon à analyser dans le méthanomètre au moyen d'un aspirateur en caoutchouc, ou au moyen d'un tuyau en caoutchouc avec une soupape de retenue. On enclenche le méthanomètre au moyen d'un interrupteur rotatif et on effectue la lecture, sur une échelle éclairée et graduée en pourcents de grisou, en observant le point le plus élevé atteint par le liquide. Aucune opération n'est nécessaire. La précision obtenue est identique à celle de l'enregistreur automatique décrit ci-dessus.

Avertisseur automatique de grisou.

L'avertisseur Ringrose, type 47/125 (fig 10b), a également été approuvé par le Ministry of Fuel and Power comme étant conforme aux prescriptions du Règlement Général des Mines. Il est conçu pour donner automatiquement l'alarme, quand la teneur en méthane atteint au moins 1,25 %. Il agit par extinction d'une lampe témoin. Ce détecteur pèse 2,6 kg. Il est basé sur le même principe que l'enregistreur et le méthanomètre. Son entretien est facile et son fonctionnement est de toute sécurité. La compensation de toute chute de tension de la batterie et de toute variation d'autres facteurs est assurée. C'est un appareil scientifique, mais qui peut être employé sans difficulté par le personnel des mines.

Les appareils Ringrose décrits ci-dessus ne sont pas influencés par la présence d'autres gaz, du CO₂ par exemple ; ils sont construits de telle façon qu'un signal fonctionne en cas de montage défectueux ; leur précision et leur bon fonctionnement peuvent être vérifiés en quelques minutes par le lampiste, avant chaque période d'emploi ; ils sont tous solidement construits en vue de l'emploi dans les mines.

TRANSMISSION HYDRAULIQUE POUR LOCOMOTIVES DE MINES.

Traduit de la revue « Colliery Engineering » de juillet 1951 par G. A. Moulaert, Ingénieur civil des Mines, Electricien et Géologue.

La locomotive « Miner » est construite par la North British Cy depuis 1938. Initialement, le moteur Diesel de 100 CV était accouplé à une boîte mécanique à trois ou quatre vitesses. Actuellement, la boîte de vitesse a été remplacée par une transmission à turbine hydraulique Voith-North-British, dans le but de rendre la commande de la locomotive plus simple et plus sûre lorsqu'elle est confiée à un personnel peu qualifié. Les avantages que l'on attribue à la nouvelle transmission sont, en résumé, les suivants :

- a) commandes simples : les commandes se réduisent à la manette des gaz, le levier de renversement de marche et le frein. Il n'y a ni changement de vitesse ni commande d'embrayage ;
- b) démarrage progressif : l'effort de traction est plus élevé qu'avec n'importe quelle transmission

mécanique, pour une même charge d'essieux, un même diamètre de roues et un même état des rails. La courbe du couple est continue et sans à-coups, comme avec une transmission électrique ;

c) moindre patinage des roues : le couple de démarrage s'applique aux roues absolument sans chocs et, si un patinage se produit, le moteur n'a pas tendance à s'emballer ; on évite ainsi tout patinage violent avec une perte brusque d'effort de traction ;

d) accélération régulière : la vitesse maximum est atteinte plus rapidement, car il n'y a pas de manœuvre d'embrayage ni de réduction de vitesse du moteur ;

e) amortissement des efforts : les efforts de choc ne peuvent être transmis au moteur, car il n'y a pas de liaison mécanique entre les pièces motrices et réceptrices de la transmission ;

f) économie d'entretien : aucune usure ne se manifeste dans les éléments qui transmettent la puissance. L'huile doit être renouvelée périodiquement et, lors d'une révision, le contrôle indispensable peut être effectué par le personnel normalement affecté à l'entretien des moteurs ; il n'est pas nécessaire de faire appel à des spécialistes ;

g) impossibilité de caler le moteur : quelle que soit la charge, si la vitesse du moteur décroît, le couple transmis diminue également très vite ; au ralenti, aucun couple n'est transmis aux roues ;

h) impossibilité presque absolue de brutaliser la transmission.

Les dimensions transversales de cette petite locomotive ne dépassent pas celles d'une berline de mine normale. Elle peut donc, non seulement être utilisée pour la traction dans les galeries principales, mais également pénétrer dans des travaux préparatoires étroits.

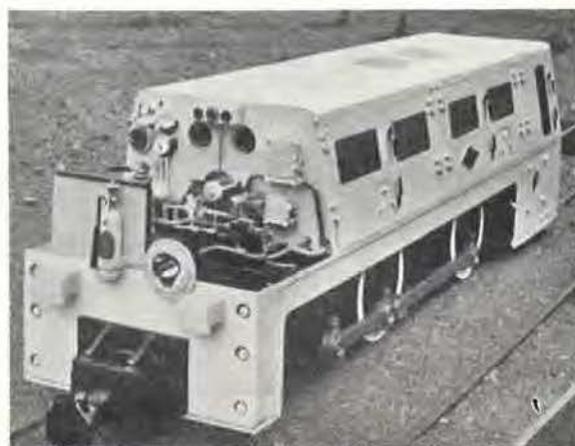


Fig. 11. — Locomotive « North British », de 100 CV équipée d'une transmission hydraulique Voith.

Le poids de la locomotive varie entre 12,5 t et 15 t et elle peut être adaptée à des écartements de 0,75 m à 1,065 m. Les dimensions principales

pour des écartements allant jusqu'à 0,90 m sont les suivantes :

longueur entre support des tampons :	4,60 m ;
largeur	1,22 m ;
hauteur	1,55 m ;
empâtement	1,40 m ;
diamètre des roues	0,61 m ;
rayon de courbure minimum de la voie	15,70 m ;
vitesse maximum	20 km/h ;
effort de traction calculé avec un coefficient de frottement de 25 %	5.800 kg.

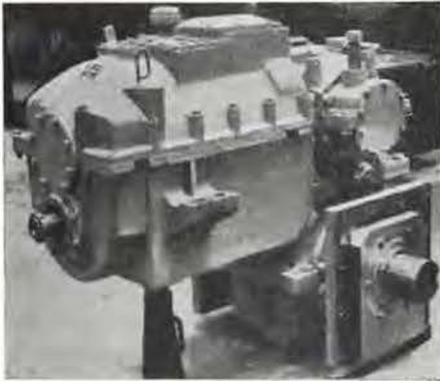


Fig. 12. — Le bloc de transmission.

Lors de la mise au point des nouvelles locomotives Miner, on a profité de l'expérience acquise et

on a introduit un certain nombre de modifications, peu importantes en elles-mêmes, mais qui rendront plus accessibles les pièces qui doivent être périodiquement contrôlées.

Le comportement d'une locomotive à transmission hydraulique diffère considérablement de celui des locomotives équipées d'une autre transmission. Un conducteur inexpérimenté prend vite confiance, car il n'est plus distrait par des commandes multiples à actionner. Lorsqu'on déplace le levier d'accélérateur en partant de la position à vide, une soupape s'ouvre dans la tuyauterie de refoulement d'une pompe centrifuge (fig 13) noyée dans l'huile du carter de la transmission, ce qui met la locomotive en mouvement. La puissance est transmise par l'intermédiaire d'un convertisseur de couple jusqu'à ce que la vitesse atteigne environ 10 km/h. A ce moment, un régulateur mécanique entraîné par l'arbre de sortie de la transmission fonctionne et envoie l'huile de la pompe dans un accouplement fluide, le convertisseur de couple se vide pendant que l'accouplement se remplit.

Le passage d'un mode de transmission à l'autre est automatique et n'exige pas l'intervention du conducteur. L'ensemble de la transmission se compose en principe de deux circuits d'huile : le convertisseur de couple et l'accouplement hydraulique. Le premier sert pour le démarrage et la marche lente, le second pour les vitesses plus élevées pour lesquelles on peut profiter pleinement de sa

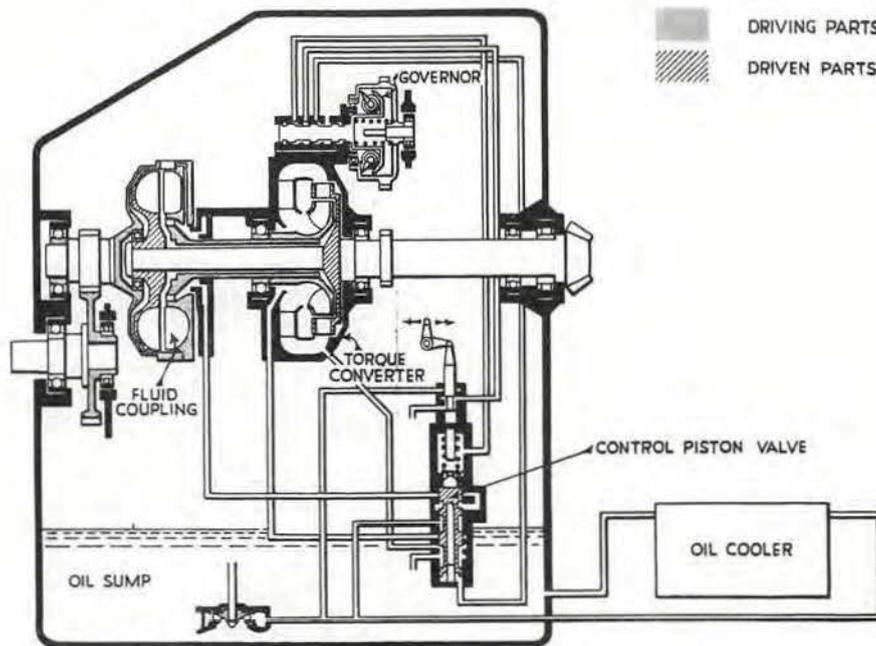


Fig. 13. — Arrangement interne du dispositif de transmission Voith.

Driving parts	==	Parties motrices.
Driven parts	==	Parties réceptrices.
Oil sump	==	Réservoir d'huile.
Oil cooler	==	Réfrigérant pour l'huile.
Fluid coupling	==	Accouplement hydraulique.
Torque converter	==	Convertisseur de couple.
Control piston valve	==	Vanne de distribution à tiroir-piston.
Governor	==	Régulateur.

caractéristique bien connue. Lorsque la résistance à l'avancement augmente, au début d'une côte, le changement en sens inverse s'accomplit automatiquement. Le conducteur est ainsi débarrassé du souci de changer de vitesse au moment voulu et l'usure des embrayages et engrenages est supprimée.

Le principe de la transmission de la puissance par l'intermédiaire d'un convertisseur de couple hydraulique, utilisant l'énergie cinétique d'un fluide, a été utilisé pour la première fois sur une machine marine en 1908. Il a depuis été largement appliqué à la traction sur voies ferrées par la Société allemande J. M. Voith. La North British Locomotive Co a acquis la licence de fabrication de cette transmission en Grande-Bretagne et elle va se consacrer à sa mise en application, avec la longue expérience qu'elle a de la construction de locomotives. Jusqu'à présent, plus de deux mille transmissions de locomotives et d'auto-rails ont été mises en service pour une puissance totale de plus de 550.000 HP.

Un autre progrès consiste dans l'adoption de boîtes d'essieux à roulements coniques Timken. On déclare qu'un homme peut facilement déplacer la machine lorsque le moteur est arrêté, et les pertes de puissance dues au frottement ont été réduites. On a protégé les roulements contre les mauvaises conditions du fond, en combinant le dispositif de graissage des boîtes d'essieux de façon à empêcher la pénétration des poussières dans les roulements.

LE NETTOYAGE MECANIQUE DES CULOTS DE BERLINES.

Plusieurs firmes ont mis au point des dispositifs divers pour nettoyer mécaniquement les culots de berlines. Certains de ces appareils ont été présentés à l'Exposition de Matériel minier d'Essen en 1950 et à la Foire Internationale de Liège en 1951. L'humidification du charbon et des pierres en vue de la lutte contre les poussières donne lieu à la formation de culots durs et épais dans les berlines. Si l'on ne prend soin de les nettoyer régulièrement, ces culots diminuent rapidement la contenance des berlines et augmentent le poids mort d'une façon non négligeable.

Le nettoyage manuel des culots d'un parc important de berlines réclame un personnel nombreux, tandis que le nettoyeur mécanique en assure la propreté permanente avec un personnel réduit.

Le système Brauns.

Il est constitué d'un bâti fixe auquel sont soudés deux fers U posés de chant et qui servent de chemin de roulement au châssis (Fig 14).

Le châssis, monté sur roues, se déplace latéralement dans le bâti ; le mouvement est donné par un moteur réversible. Le bâti, muni au centre d'un

pivot, porte un second chemin de roulement qui sert au déplacement longitudinal de l'affût porte-brosses.

L'affût est monté sur un axe horizontal, ce qui donne l'orientabilité voulue dans le plan vertical. Ce dispositif muni de brosses mobiles dans toutes les directions, assure un nettoyage rapide et très efficace des culots.

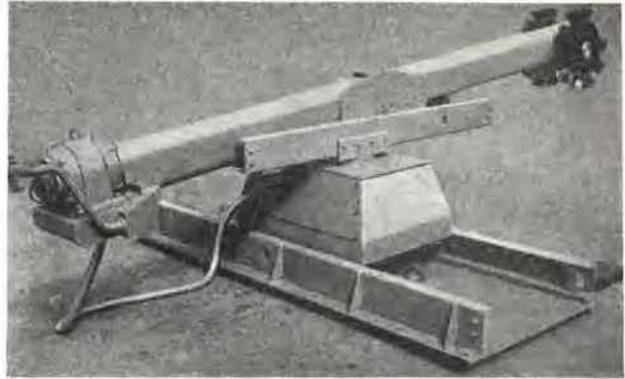


Fig. 14. — Nettoyeur « Brauns ».

Le système Schönfeld.

Dans ce système, il y a deux affûts porte-brosses qui peuvent être déplacés latéralement, tandis que leur support monté sur galets est mobile longitudinalement (Fig 15). L'ensemble du dispositif est actionné par un moteur électrique ; la manœuvre d'un seul levier à quatre positions (avant, arrière, droite, gauche) commande tous les mouvements. Les brosses sont constituées de bouts de vieux câbles d'extraction.

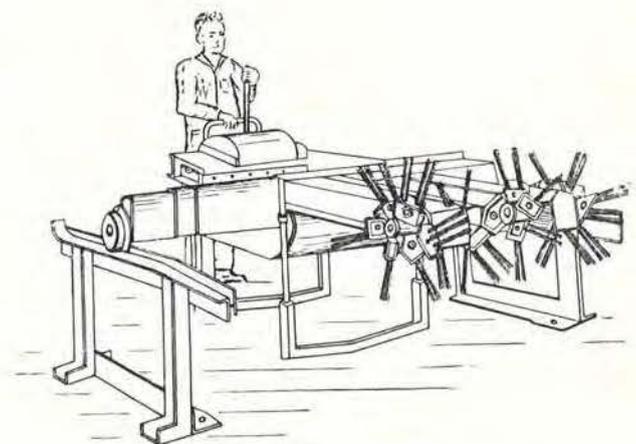


Fig. 15. — Nettoyeur « Schönfeld M 49 ».

Les nettoyeurs mécaniques sont disposés devant un culbuteur qui couche sur le flanc les berlines à nettoyer.

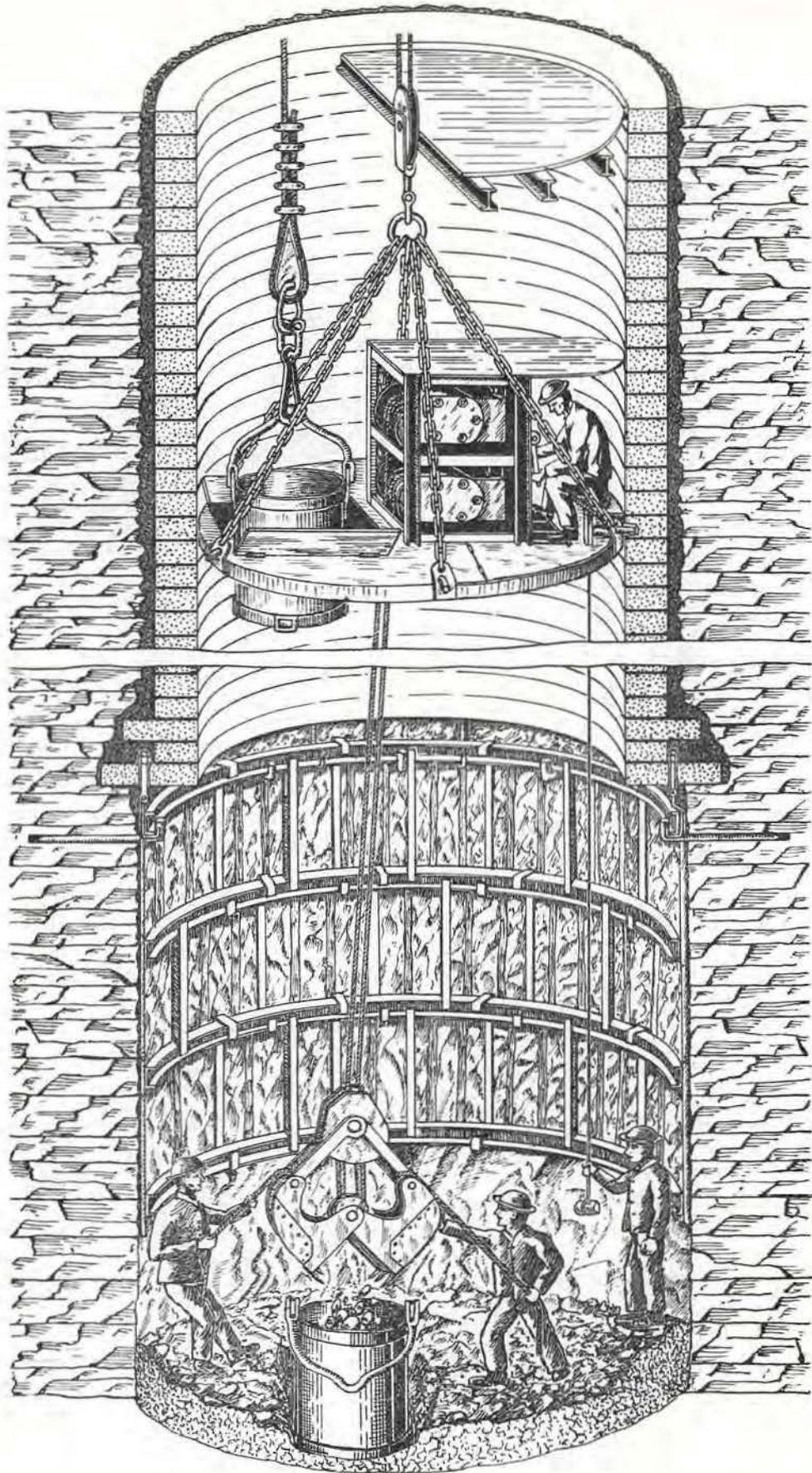


Fig. 16.

MECANISATION DU CHARGEMENT DES TERRES DANS UNE AVALERESSE.

par M. VANDEVELDE, Directeur des Travaux aux Charbonnages Belges et Hornu-Wasmes. *Bulletin Technique de l'U.I.L.v.* — n° 4 — 1951.

L'évolution de la technique minière tendant vers une mécanisation généralisée des fronts de taille et des bouveaux, d'une part, et la connaissance des réalisations américaines dans les creusements de puits, d'autre part, nous ont amené à procéder à des essais de mécanisation dans l'avaleresse en cours de creusement au siège n° 8 de la Division Charbonnages Belges et Hornu-Wasmes, Société Anonyme John Cockerill.

Les essais effectués ont porté uniquement sur la mécanisation du chargement des terres, opération très pénible et réalisée habituellement avec un personnel nombreux, au moyen d'un grappin commandé par deux treuils installés sur le plancher des maçons.

Description de l'installation (Fig 16).

Le grappin utilisé est du type normal, bicâble, avec dents et a les caractéristiques suivantes :

Capacité	:	250/280 litres	
Poids	:	760 kg	
Largeur	:	hors tout	0,97 m
		ouvert	1,47 m
		fermé	1,03 m
Hauteur	:	ouvert	1,91 m
		fermé	2,34 m

La commande du grappin est réalisée par deux treuils à air comprimé, simple tambour, installés sur le plancher des maçons, type Pikrose (Fig 17) et répondant aux spécifications ci-dessous :

Puissance	13,5 CV
Vitesse du moteur	700 t/m
Effort de traction	1.310 kg
Vitesse de translation	42m/min

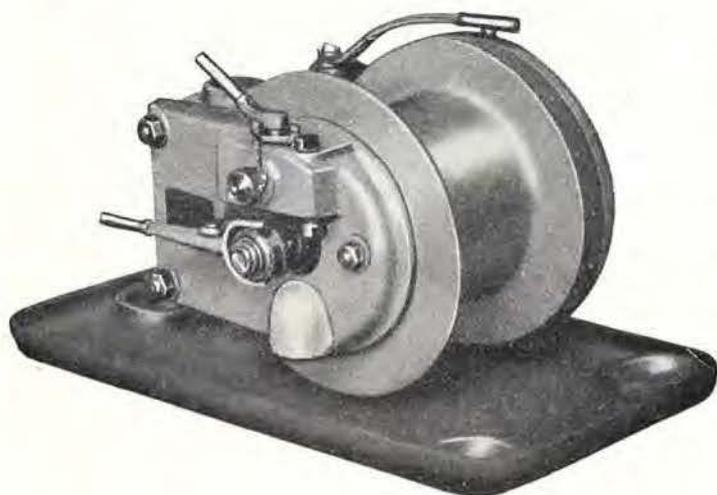


Fig. 17.

Encombre^{ment} : 1 m long × 0,75 m larg × 0,75 m h.

Les deux treuils sont assemblés dans une cage de 1,15 m long × 0,88 m larg × 1,80 m haut, boulonnée sur le poutrellage du plancher des maçons et munie de chaînettes pour permettre son enlèvement pendant les périodes de revêtement. L'immobilisation du plancher est réalisée par six verrous prenant appui dans les parois du puits. Le treuil inférieur est affecté à la levée du grappin, tandis que le supérieur en commande l'ouverture et la fermeture. Les commandes des deux treuils : modérateur, changement de marche et frein, ont été groupées pour faciliter les manœuvres du mécanicien.

Fonctionnement.

Au début du creusement d'une passe, le plancher des maçons est placé à 15 m du fond du puits pour permettre le balancement du grappin et réaliser le chargement en tous les points de la section, ainsi que son déversement facile dans le cuffat ; ces opérations sont effectuées à la main par les trois hommes se trouvant au fond du puits.

L'éclairage de l'avaleresse doit être intensif afin d'assurer une visibilité parfaite au mécanicien, les signaux de manœuvre se donnant par gestes et à la voix.

Le plancher a été maintenu au même endroit pendant toute la durée du creusement de la passe (27 m), en fin de période le mécanicien se trouvait ainsi à 42 m du fond, mais à cette distance la visibilité est moins bonne et nous estimons que, dans l'éventualité de creusement de plus longues passes, il y aurait lieu d'abaisser le plancher.

La durée de chargement d'un cuffat de 1.045 litres varie de 4½ à 8 min en schistes ; cette durée dépend en ordre principal de trois facteurs : l'habileté du mécanicien, la fracturation des terres et leur nature. Il est important de veiller à une bonne fracturation des terrains afin d'assurer la pénétration facile du grappin et son remplissage maximum ; la légère augmentation de consommation d'explosifs qui en résulte n'est pas à considérer eu égard aux avantages de la méthode, avantages que nous signalons ci-après.

Résultats.

Le puits de retour d'air approfondi l'an dernier ayant recoupé les mêmes terrains que ceux que nous traversons actuellement dans l'avaleresse du puits d'entrée d'air, nous disposons d'une base de comparaison très exacte entre la méthode ancienne du chargement à la main et la nouvelle par grappin.

Les dimensions des puits sont respectivement :

	Retour d'air (creusé)	Entrée d'air (en creust.)
Diamètre utile	4,50 m	4 m
Diamètre terres nues	5,50 m	5 m
Section à terres nues	23,745 m ²	19,625 m ²
Vol. terres foisonnées/m ct	47,490 m ³	39,250 m ³

Les attelées type par poste sont les suivants :

	Retour d'air	Entrée d'air
Chef-ravaleur	1/3	1/3
1 ^{er} ouvrier	1	1
2 ^{me} ouvrier	1	1
Aide	1	1
Chargeurs	5	—
Mécanicien grappin	—	1
Recette	2	1
Mécanicien treuil	1	1
Boute-feu	1/3	1/3
	11 2/3	6 2/3

Le tableau suivant donne les résultats obtenus avec ces attelées pour le creusement d'une passe de 27 m dans les mêmes terrains.

	Retour d'air (creusé)		Entrée d'air (en creusement)		
	moyen	maximum	moyen	maximum	
Longueur de la passe	27,12 m		27,17 m		
Nombre de jours de travail	52		24		
Nombre de journées effectuées	987		426		
Vol. terres foisonnées/jour	m ³	40,240	51,524	44,525	63,222
Vol terres foisonnées/homme creust	m ³	1,819	2,550	3,725	5,268
Vol terres foisonnées/h poste	m ³	1,505	2,086	2,508	3,512
Avancement/jour	m	0,848	1,450	1,132	1,610
Avancement/h creusement	m	0,058	0,055	0,094	0,154
Avancement/h poste	m	0,027	0,044	0,065	0,089

L'examen de ce tableau nous montre immédiatement la réduction importante du nombre de journées effectuées, due à la diminution du personnel affecté au creusement : 4 hommes en moins par poste, soit 12 hommes par jour. Cette réduction de personnel donne une augmentation de 104 % du rendement en volume par homme au creusement.

Une meilleure disposition de la recette ainsi que l'augmentation de capacité des culfats portée de 600 litres à 1.045 litres, nous ayant permis de réduire d'une unité le personnel de recette, le rendement en volume par homme poste influencé par ces deux réductions augmente de 92 %.

Nonobstant l'attelée réduite, le volume de terres évacuées journalièrement augmente de 10 %, ce qui influence favorablement l'avancement et en donne son coefficient d'amélioration.

La première et principale conséquence de cette diminution de personnel est l'abaissement du prix de revient du mètre courant de puits creusé, abaissement de 45 % qui a permis d'amortir le matériel installé sur les 11 premiers mètres de la passe. Notons également d'autres avantages, d'ordre secondaire, difficilement évaluables mais qui ont néanmoins leur intérêt, tels que : diminution de l'ex-

position au risque, diminution d'effort physique, donc de transpiration, ce qui entraîne moins d'absentéisme pour maladie et diminution de consommation et de réparation d'outils.

Conclusions :

Les résultats acquis présentent une nette amélioration sur ceux de la méthode habituelle du chargement des terres à la main ; ils ne constituent certes pas des records et nous espérons pouvoir les améliorer au fur et à mesure de l'adaptation du personnel à cette nouvelle méthode.

L'expérience que nous avons tentée avec des moyens sommaires, prouve la rentabilité de la méthode et sa possibilité d'application généralisée.

NOUVEAU PROCÉDE POUR LA DETERMINATION DE L'OBLIQUETE DES PUIITS.

Dr. G. Jungwirth, à Essen, et K. Linder, à Gladbeck.

Résumé.

La société « Ruhr-Feinmechanik G.m.b.H. » à Essen a mis au point récemment, pour l'orientation des levés des travaux souterrains, un nouvel appareil appelé « L'indicateur de Méridien ». Cet appareil et la nouvelle méthode d'orientation ont été décrits dans la revue Glückauf n° 45/46, 5 novembre 1949. Un résumé de cet article a été publié, en langue française, dans la revue de l'Industrie Minière n° 559, août 1950.

La même Société donne aujourd'hui un procédé nouveau pour la mesure de l'obliquité et des déformations des puits, procédé qui utilise un fil à plomb pour la détermination des coordonnées et un gyroscope pour celle des directions. En appliquant le système des coordonnées polaires, il est possible de relever en 4 à 6 min par station toutes

les données nécessaires. De cette façon, on peut arriver à une suite très serrée de mesures et on obtient, en un temps relativement court, une image exacte des déviations du puits par rapport à la verticale et des changements d'orientation de sa section. Le procédé offre, par rapport aux anciennes méthodes, des avantages essentiels et fournit des indications suffisamment précises.

Anciens procédés.

Pour mesurer l'obliquité et la déformation (rotation de la section dans un plan horizontal) des puits de mine et des burquins, on se sert en général de deux fils à plomb. On mesure, de palier en palier, les distances d'une série de points de repères par rapport aux deux fils. Ce procédé est assez imprécis, car chaque distance se mesure à partir d'un fil plus ou moins mobile. Pour améliorer quelque peu la précision, il faut en général couper complètement l'aérage.

Schaal (1) remédie à cet inconvénient en mesurant les distances à partir de deux points fixes auxiliaires, raccordés aux fils à plomb au moyen de deux théodolites fixés au revêtement ou au guidonnage du puits. Il faut en chaque station viser avec chacun des deux instruments les deux fils et l'autre théodolite, et mesurer la distance entre les deux appareils. La précision meilleure s'obtient au prix d'une plus grande durée des opérations.

De toute façon, les deux procédés exigent la présence de deux fils à plomb, ce qui nécessite des opérations longues et compliquées dans le cas d'une forte obliquité des puits.

Nouveau procédé.

En 1950, à la demande du Prof Dr Lehmann, la firme Ruhr-Feinmechanik d'Essen a mis au point un appareil pour la détermination de l'obliquité et de la déformation des puits. Cet appareil est destiné à remplacer la vérification géodésique de l'aplomb des puits, opération difficile et non sans danger. Il est composé de deux niveaux d'eau de grande précision, perpendiculaires, et d'un gyroscope. Un essai a été fait avec la collaboration du Prof. Dr Niemczyk d'Aix-la-Chapelle, à la mine de sel de Borth près de Büderich. Les résultats comparés à ceux de la méthode ordinaire ont été, de l'avis du Prof Dr Niemczyk, très satisfaisants. Il s'avéra désirable de perfectionner le procédé en supprimant la lecture sur les niveaux d'eau et en procédant à des mesures de longueur et de direction. L'appareil définitif (fig 18) se compose d'un plateau horizontal qui porte un théodolite dont la lunette est remplacée par un dioptré. Les mesures effectuées jusqu'ici avec cet appareil donnèrent satisfaction sous tous rapports de sorte qu'il vaut la peine de commenter brièvement son fonctionnement et les résultats obtenus.

(1) Schaal, R.: « Festsstellung der Lage und Verformung von Schächten » (Détermination de l'obliquité et de la déformation de puits). - Glückauf 75 (1957), page 14.



Fig. 18. — Compas gyroscopique.

Théorie.

Le nouveau procédé consiste à déterminer, à l'aide d'un seul fil à plomb et d'un compas gyroscopique, les coordonnées polaires de deux ou plusieurs points facilement repérables dans le puits. A partir de ces points, on peut déterminer n'importe quelle distance qui paraît utile, en mesurant les longueurs parallèlement à l'axe de la section du puits ou au bord de la cage. Par suite de la rapidité de ces mesures, les différentes stations dans le puits peuvent être choisies très rapprochées et permettent, en choisissant convenablement les intervalles, de relever exactement toutes les déformations du puits.

Avant de commencer les opérations, il convient de dresser un programme adapté au résultat à obtenir. Il y a avantage à tracer quelques croquis, à désigner clairement les longueurs à mesurer et à dresser ensuite un formulaire. En principe, deux genres de mesurage sont possibles selon que l'on prend comme repères, soit le guidonnage, soit deux points déterminés du revêtement du puits (fig 19).

Contrairement à l'« indicateur de méridien » (1) qui, comme une boussole, donne toujours la direction nord, le gyroscope utilisé ici peut être orienté dans une direction choisie à volonté. Les petites déviations par rapport à la direction initiale peuvent être éliminées en mesurant l'orientation réelle après un certain temps (2 à 5 heures). Les mesures effectuées dans l'intervalle sont corrigées par interpolation, en tenant compte du moment où chacune d'elles a été faite.

Le compas gyroscopique est muni d'un dioptré, bien assez précis pour les courtes visées que l'on peut faire dans un puits. L'erreur ne dépasse guère

(2) (Meridianweiser. — Annales des Mines de Belgique, novembre 1951, p. 787.)

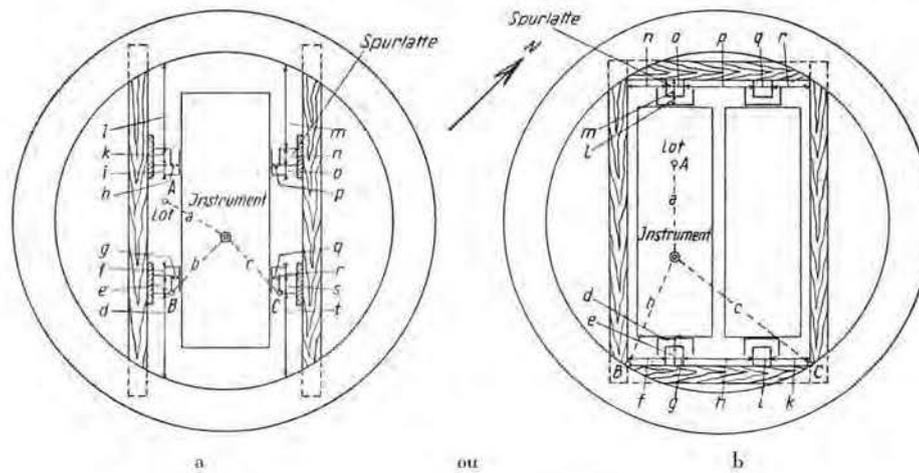


Fig. 19.

Exécution des mesures — Relevé du guidonnage (a) ou relevé du revêtement du puits (b).

Spurlatte	==	Guide.
Lot	==	Fil à plomb.

2 cm dans le cas le plus défavorable. Les longueurs se mesurent d'ailleurs au centimètre près. On peut donc éviter l'emploi d'une lunette de visée, qu'il faudrait d'ailleurs adapter pour les courtes distances de pointage.

Le moteur du gyroscope est alimenté sous 24 ou 36 V. Avant chaque série de mesures, il faut s'assurer de la teneur en grisou de l'air et demander une autorisation spéciale à l'Administration des Mines, qui ne fait guère de difficultés, vu la faible tension utilisée.

Exécution des mesures.

La mesure commence par la descente d'un fil à plomb qui, selon les conditions locales, peut être pendu librement dans le puits ou, quand la place manque — ce qui se présente rarement —, doit être déplacé plusieurs fois au moyen de la cage. Dans le premier cas, il convient de fixer le fil au point le plus bas à atteindre après avoir observé les oscillations en deux directions perpendiculaires. Les petites inexactitudes qui peuvent résulter de cette façon de faire n'ont guère d'importance, vu que le fil ne sert que pour fournir un point de raccordement et qu'une déviation du fil n'influence pas le repérage des directions par le compas gyroscopique. L'avantage du fil fixé réside en ce qu'il peut être visé beaucoup plus rapidement qu'un fil oscillant librement. De plus, avec un fil fixé, l'erreur sur la mesure varie régulièrement de haut en bas du puits et donne une obliquité différant de l'obliquité réelle de quelques millimètres seulement, tandis que les erreurs dues au fil oscillant se présentent irrégulièrement et accusent l'existence, dans le puits, de coudes qui n'existent pas en réalité.

Pour empêcher les oscillations de la cage sur laquelle est fixé de façon rigide le gyroscope, on la cale au guidonnage au moyen de coins en chêne. Cela n'est toutefois généralement pas nécessaire : on

peut donc gagner quelque deux minutes à chaque station.

On étalonne le compas gyroscopique et on raccorde le relevé par une visée sur un point du réseau de cheminements de la mine. Il faut fixer un second repère sur cette direction de visée pour pouvoir en déterminer ultérieurement l'orientation exacte à partir du réseau général. Mais s'il s'agit uniquement de déterminer l'obliquité du puits, il n'est pas nécessaire d'effectuer le raccordement. On peut d'autre part profiter de la mesure d'obliquité pour reporter des directions d'étage à étage : la précision obtenue est celle des visées du dioptré.

Le raccordement effectué, on vise, en chaque point de station, le fil à plomb et chacun des points de repère et on lit les indications du compas gyroscopique. Pendant ce temps, les aides relèvent les longueurs à mesurer. Le contrôle de l'orientation du gyroscope (voir plus haut) s'effectue ordinairement au milieu et à la fin d'une série de mesures.

Résultats obtenus.

Les mesures effectuées selon ce procédé ont donné des résultats très satisfaisants tant au point de vue temps employé qu'au point de vue enseignements recueillis. Une mesure dure environ 8 min par station (y compris le calage de la cage) ; au fur et à mesure que l'opération progresse, disons à partir du dixième mesurage, elle ne demande plus que 4 ou même 3 min grâce à l'habileté acquise par le personnel. Ainsi, un puits de 300 m environ de profondeur, avec stations distantes de 10 m, peut être mesuré au cours d'un seul poste de travail, y compris tous les préparatifs et déplacements de matériel.

Représentation des résultats.

Le résultat du relevé peut être représenté en projection isométrique ou bien de la façon usuelle,

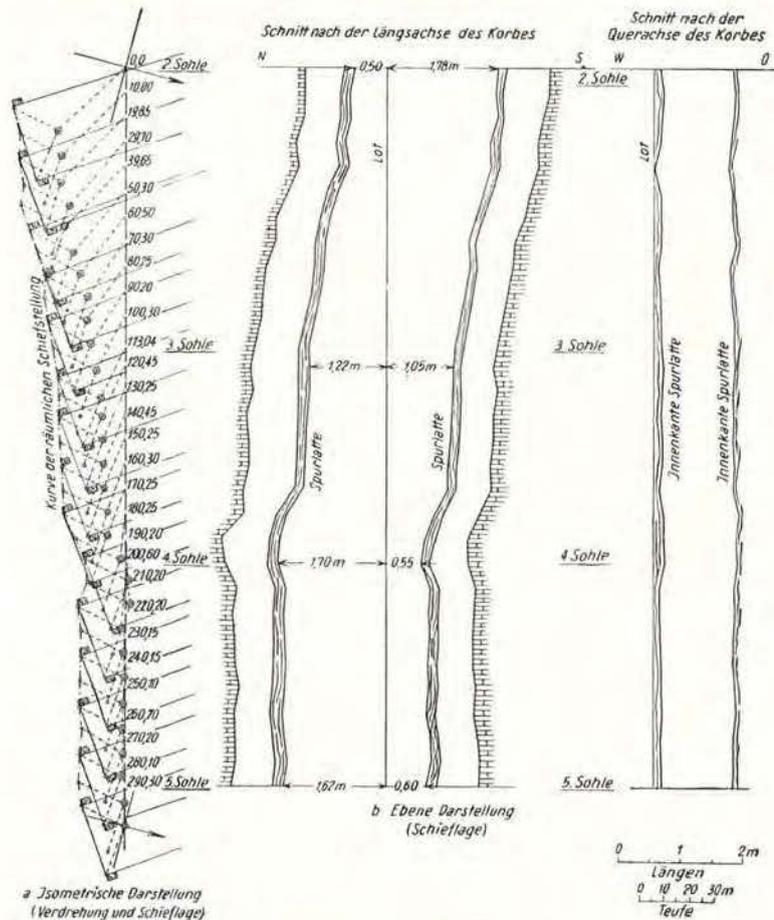


Fig. 20. — Représentation des résultats du relevé.

- a Isométrische Darstellung (Verdrehung und Schiefelage) = Représentation isométrique (déformation et obliquité).
- b Ebene Darstellung (Schiefelage) = Représentation plane (obliquité).
- Kurve der räumlichen Schiefstellung = Position du puits déformé, vue dans l'espace.
- Schnitt nach der Längsachse des Korbes = Coupe suivant axe longitudinal de la cage.
- Schnitt nach der Querachse des Korbes = Coupe suivant axe transversal de la cage.
- Sohle = Étage.
- Innenkante Spurlatte = Côté intérieur du guide.

c'est-à-dire par deux coupes verticales perpendiculaires (fig 20). La représentation isométrique donne une vue dans l'espace de l'obliquité du puits ; elle gagne toutefois en clarté si l'on y ajoute quelques croquis des positions successives de la cage d'extraction ; dans la représentation en coupe, la valeur de chaque déviation se lit facilement et peut servir pour rectifier les plus mauvais passages.

LE PERIGRAPHE.

« Revue de l'Industrie Minérale » de Septembre 1951.

L'appareil objet de la présente communication et désigné sous le nom de « Périgraphé » par l'inventeur, est destiné à remplacer les diverses métho-

des rudimentaires et peu précises employées jusqu'à ce jour pour déterminer en galeries souterraines le gabarit obtenu par la perforation, les cubes de roche extraite ou de béton employé dans les revêtements.

La mise au point industrielle du Périgraphé résulte de l'utilisation préalable d'un appareil prototype avec lequel ont été relevés plus de 7.000 graphiques en toutes dimensions, de sections variant de 4 à 60 m² et pentes jusqu'à 55 %.

Les graphiques (fig 21) que l'on peut relever en aussi grand nombre que l'on désire, constituent de précieux attachements de contrôle et de règlements de travaux et permettent des estimations approfondies préalables de cubes de revêtements en béton ou de surfaces à traiter au ciment-gun.

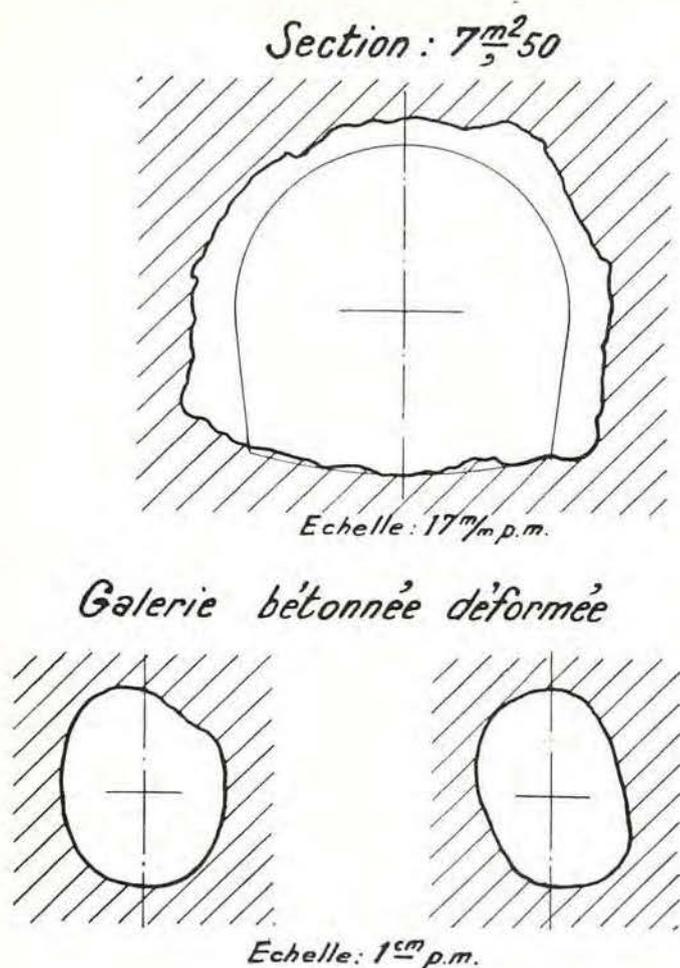


Fig. 21.

Des relevés peuvent également servir aux fins de cubages d'excavations souterraines, extérieures ou en puits verticaux, de contrôle des cubes de minerais extraits en exploitations minières, de recherches d'éléments d'études d'écoulements hydrauliques en galeries brutes, etc.

Enfin, une application intéressante aussi et dont il a déjà été tiré profit, est celle du contrôle permanent du gabarit des galeries ou tunnels anciens, qui, sous l'effet de fortes poussées ou glissements de terrains, subissent des déformations souvent appréciables qu'il est prudent de pouvoir suivre dans le temps.

L'appareil (fig 22) est principalement constitué :

- d'un chariot monté sur galets lui permettant de se déplacer sur voies de 0,60 m et 0,75 m ou d'être placé, galets enlevés, sur un lorry, tracteur ;
- d'une colonne télescopique avec tête susceptible de recevoir un mouvement de translation horizontale de 600 mm et une translation verticale de 750 mm, sur laquelle est fixé un châssis à graphiques de dimensions utiles 400 × 400, une lunette à réticules et deux feux rouges de protection ;
- d'un équipement mobile (fig 25), comprenant un

boîtier démultiplicateur à double échelle facultative 1/10 et 1/20 par pression à bouton, une règle de mesure en duralumin surmontée de l'aiguille de contact, une règle d'équilibre en laiton, une réglette porte style.

Un niveau à bulle permet la mise à la verticalité exacte de l'appareil, par la manœuvre de vérins portant sur les voies de roulement.

Enfin, une série de tubes de base et rallonges de diamètres décroissants en duralumin, permettent la constitution d'une aiguille de contact très légère appropriée à chaque cas, par variation des rayons entre centre de l'appareil et extrémité de la boule de contact au rocher, de 0,25 m à 4,00 m par tranches successives de 0,25 m.

Ces divers dispositifs permettent une mise en station précise de l'appareil à l'intérieur des galeries par référence au centre théorique de celles-ci.

La mise en altitude est obtenue par la translation verticale de la colonne et visée sur le réticule horizontal de la lunette.

La mise en direction est obtenue par la translation horizontale de la colonne et visée sur le réticule vertical de la lunette.

La mise à l'équerre des graphiques est obtenue en virant la colonne sur un blocage automatique à



Fig. 22.

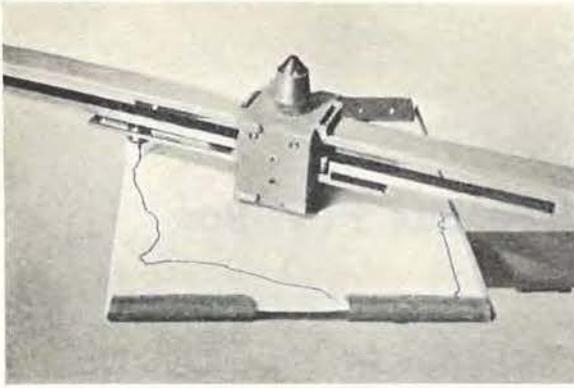


Fig. 25.

90° de la position précédente, donc dans une position normale à l'axe de la galerie.

Enfin l'opérateur en parcourant le pourtour du périmètre de la galerie, tout en suivant très exactement avec l'aiguille et la boule de contact les moindres anfractuosités de la roche, en obtient la reproduction immédiate à échelle réduite sur un graphique.

L'appareil, dont le poids en service ne dépasse pas 40 kg, se démonte pour son transport en trois colis (fig 24).

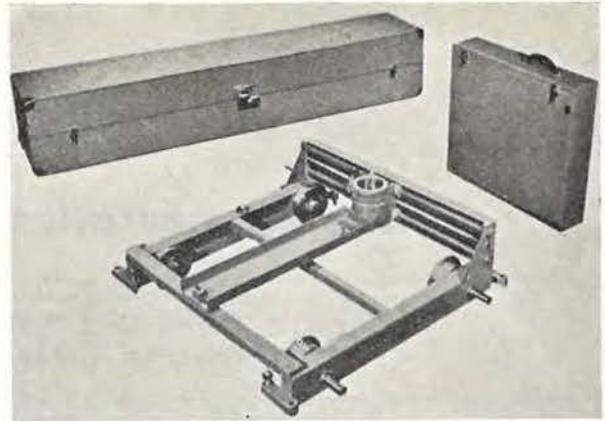


Fig. 24.

RENDEMENT DU PERIGRAPHE.

Après la mise en station de l'appareil qui, par un opérateur entraîné, peut être rapidement exécutée, le temps nécessaire au relevé d'un graphique ne dépasse jamais deux à trois minutes, suivant les dimensions ou l'encombrement des galeries.

Pratiquement, toutes opérations comprises il est aisé de relever une moyenne de douze à vingt graphiques à l'heure, suivant les cas,

F. BORDES,
Ingénieur à la Troche
(Isère).