

La télécommande dans deux tailles chassantes en Grande-Bretagne

D'après « The remotely controlled longwall face », par A. E. BENNETT, *The Mining Electrical and Mechanical Engineer*, août 1963, pp. 35/44.

« Remotely operated longwall face ». *Colliery Engineering*, août 1963, pp. 313/323.

« Discussion on the remotely controlled longwall face ». *The Mining Electrical and Mechanical Engineer*, novembre 1963, pp. 131/134.

Traduction adaptée par V. CHANDELLE, Ingénieur à INICHAR

SAMENVATTING

De National Coal Board zet zijn inspanningen voort met het oog op de mechanisering van de meeste werken die verband houden met de winning, en is overtuigd van de voordelen der volledige automatisering van de werkzaamheden in de pijler: winning, vervoer en dakcontrole.

De studies namen een aanvang in 1957; daaruit blijkt voldoende dat talrijke proeven verricht werden voordat de laatste hand kon gelegd worden aan de twee pijlers met volledige afstandsbediening van Newstead en Ormonde, in de « East Midlands », en het vertreksein er kon worden gegeven.

Aan verschillende voorwaarden moet voldaan worden vooraleer aan de automatisering van een drijvende pijler kan gedacht worden.

De winmachine moet voorzien zijn van een horizontaal en een vertikaal geleidingssysteem, de lading moet streng gecontroleerd en tussen bepaalde grenzen gehouden worden. Er moet een systeem voorzien worden dat toelaat de kolen volledig op te ruimen vooraleer de transporteur wordt omgedrukt.

Tenslotte moeten kabels en slangen zonder tussenkomst van mensenhanden verplaatst worden.

Het ondersteuningssysteem moet zijn deugdelijkheid bewezen hebben en moet uit zichzelf de twee hoofdbewerkingen in gang zetten en controleren, te weten: het omdrukken van de transporteur en het vooruitbrengen van de elementen zelf. Een controle-systeem moet de fouten in de werking bekend maken.

In een verder stadium gaat men trachten zoveel mogelijk gegevens omtrent de toestand in de pijler te verzamelen en ze naar één of meer controleposten over te seinen.

RESUME

Poursuivant ses efforts en vue de mécaniser la majorité des travaux connexes à l'abattage, le National Coal Board fut convaincu de l'intérêt que pourrait représenter une automatisation complète des opérations en taille: abattage, transport, contrôle du toit.

La question fut mise à l'étude dès 1957, ce qui indique que de nombreux essais ont été tentés avant la mise au point et le démarrage des deux tailles entièrement télécommandées de Newstead et d'Ormonde, dans les « East Midlands ».

Plusieurs exigences sont à remplir, préalablement à l'automatisation du travail en taille chassante.

L'abatteuse-chargeuse doit être munie d'un dispositif de guidage horizontal et vertical, sa charge doit être sévèrement contrôlée entre des limites déterminées. Un système efficace de nettoyage du charbon, préalablement au ripage du convoyeur, est à prévoir.

Enfin, la manutention des câbles et flexibles doit pouvoir se réaliser sans intervention manuelle.

Le système de soutènement sera de construction éprouvée et disposera de moyens propres à amorcer et à contrôler les deux manœuvres principales imposées, à savoir: le ripage du convoyeur et l'avancement de l'unité elle-même. Un système de contrôle repèrera les défauts de fonctionnement.

A un stade plus avancé, on se préoccupera de recueillir le maximum de renseignements sur les conditions en taille et de les transmettre à un ou des points de contrôle.

On utilise, dans chaque taille, une abatteuse-chargeuse à tambour Anderson Boyes de 125 ch.

Elk van deze pijlers is uitgerust met een trommel-ondersnijmachine Aderson Boyes van 125 pk. Het vertikaal geleidingssysteem bestaat uit een meetinrichting of tastkop met gamma-stralen en terugstrooiing. Schuine platen, aangebracht op de transporteur, zorgen voor het opruimen van de kolen aan het front.

De behandeling van kabels en leidingen wordt opgelost door het automatisch geleidingssysteem gebreveteerd door het opzoekingscentrum van Bretby. Hinderpalen worden opgespoord zodat overbelasting kan vermeden worden.

Te Newstead, waar de ondersteuning Gullick (eenheid met vijf stijlen) gebruikt wordt, bestaat de voornaamste nieuwigheid uit de op afstand bediende kleppen die de gewone kleppen vervangen hebben.

De automatisering geeft een werkelijke « golf » op het ogenblik dat de transporteur door de aan de ondersteuning bevestigde cilindres wordt omgedrukt, en een tweede wanneer, een weinig later, de ondersteuning zelf wordt vooruitgebracht. Dank zij verschillende instrumenten op zijn bord kan de operateur zich een juist denkbeeld vormen van de stand van zaken.

Te Ormonde verloopt de operatie volgens een zelfde schema; de dakcontrole wordt verricht met eenheden Dowty met drie stijlen. Hier spelen solenoiden de rol van stuurkleppen.

Het geheel van de controle- en besturingsapparaten bevindt zich in de voetgalerij, op een wagen die te paard over de laadpanzer staat.

De afstandsbediening van pijlers in doorlopende dienst biedt de volgende voordelen:

- vollediger gebruik van de machines
- betere controle op de produktie van de zetel
- gelijkmatige kwaliteit van de kolen
- een bredere keus in de reeks ontginbare lagen
- kleine sleet van het materiaal; minder reserve-eenheden
- minder loonkosten.

In bijlage volgt een bespreking waarin bepaalde punten worden toegelicht.

ZUSAMMENFASSUNG

In Verfolg seiner Bemühungen zur Mechanisierung der meisten mit der Kohlegewinnung verbundenen Arbeiten war das National Coal Board davon überzeugt, dass einer vollen Automation der Strebarbeiten: Gewinnung, Förderung und Hangendpflege, grosse Bedeutung zukommen würde.

Son guidage vertical est assuré par une jauge ou tête chercheuse à rayons γ et à rétrodiffusion. L'adaptation de tôles inclinées au convoyeur résout le problème du nettoyage à front.

La manutention des câbles et flexibles est résolue par le dispositif de guidage automatique breveté par le Centre de Recherches de Bretby. Les détecteurs d'obstacles assurent un fonctionnement sans surcharges.

A Newstead, le soutènement Gullick (unité à 5 étançons) présente, comme principale innovation, des soupapes télécommandées qui remplacent les soupapes standards.

L'automatisation crée une véritable « vague » de ripage du convoyeur par pistons pousseurs adaptés aux piles, suivie à une certaine distance d'une « vague » d'avancement des piles. Divers dispositifs au pupitre de commande, donnent à l'opérateur une image exacte de la progression de l'opération.

Le schéma du fonctionnement est analogue à Ormonde où le contrôle du toit est assuré par des unités Dowty à 3 étançons. Ici, ce sont des solénoïdes qui jouent le rôle de soupapes pilotes.

L'ensemble de l'appareillage de contrôle et de commande se situe en voie de base, sur des boggies qui enjambent le convoyeur de déblocage.

La télécommande des tailles, en service continu, apportera les avantages suivants:

- amélioration du taux d'utilisation des machines
- amélioration du contrôle de la production du siège
- uniformisation de la qualité du charbon
- choix plus étendu dans la gamme des couches exploitables
- usure réduite du matériel; parc de réserve moins important
- diminution des frais de main-d'œuvre.

En appendice, une discussion précise quelques points particuliers.

SUMMARY

Pursuing its efforts to mechanize most of the operations connected with coal-cutting, the National Coal Board was convinced of the value of complete automation of operations at the face: coalcutting, transport, roof control.

They began to go into the question as early as 1957, which shows that a great many tests were

Seit 1957 wurden diese Fragen geprüft und zahlreiche Versuche waren zu ihrer Klärung nötig bis die beiden voll ferngesteuerten Streben von Newstead und Ormonde in den östlichen Midlands gestartet werden konnten.

Es gilt mehrere Anforderungen zu erfüllen, welche der Automation der Arbeit in streichenden Abbauen vorausgehen.

Der Schrämlader muss ein waagerechtes und ein senkrechtes Führungselement haben. Seine Belastung muss streng in den festgelegten Grenzen gehalten und überwacht werden. Vor Rücken des Strebeförderers ist eine gründliche Reinigung des Feldes von Kohle sicher zu stellen.

Kabel und Schlauche verlangen eine von manuellen Eingriffen unabhängige, freie und sichere Handhabung.

Das Ausbausystem wird von bewährten Konstruktionen sein und die beiden Hauptanwendungen, Umlegen des Fördermittels und Fortschreiten der einzelnen Gespanne, leicht und übersichtlich zulassen. Seine Überwachung macht etwaige Funktionsfehler deutlich und lässt sie erkennen.

Im fortgeschrittenen Stadium wird man sich vor Allem bemühen das Maximum an Erkenntnissen über die Abbauvorgänge zu sammeln und sie auf eine oder mehrere Kontrollstellen zu übertragen.

Beide Streben sind mit dem Walzenschrämlader Anderson Boyes von 125 PS ausgerüstet. Seine senkrechte Führung erfolgt durch einen Fühler oder Kopftaster mit Gammastrahlen und Rückstreuung. Das Problem der Vorortreinigung von Haufwerk ist durch Rampenbleche am Förderer gelöst.

Durch die automatische Führungseinrichtung nach dem Patent des Forschungszentrums von Bretby wurde die Handhabung von Kabeln und Schläuchen gesichert. Hindernisfühler vermeiden ihren Einsatz bei Überlastungen.

In Newstead zeigt der Gullick-Ausbau (Gespanne mit 5 Stempeln) als grundsätzliche Neuerung ferngesteuerte Ventile an Stelle der herkömmlichen Ventile.

Die Automation erzeugt eine echte « Umlegewelle » des Förderers mittels der sich gegen die Ausbaugespanne stützenden Vordrucker, gefolgt in einigem Abstände von einer « Welle » vorrückender Ausbaupfeiler. Der Operateur hat an seinem Kommandopult verschiedene Geräte, die ihm ein genaues Bild über den Verlauf der Vorgänge geben.

Das Betriebsschema in Ormonde ist gleichartig. Der Ausbau erfolgt dort durch Dowty-Rahmen mit je 3 Stempeln. Die Ventile werden durch Solenoide gesteuert.

Alle Kontroll- und Steuergeräte befinden sich in der Grundstrecke auf brückenartigen Plattformwagen zu beiden Seiten des Streckenförderers.

carried out before the two completely automated faces of Newstead and Ormonde, in the East Midlands, were ready to start up.

Several requirements have to be met with before work can be automated in a strike face.

The cutter-loader has to be fitted with a horizontal and vertical steering device ; its load must be strictly controlled within given limits. An effective system for cleaning up the coal must be devised before snaking the conveyor.

Lastly, the handling of the cables and flexibles must be done without any manual intervention.

The support will be of well tried construction and will be provided with suitable means of starting up and controlling the two chief movements required, namely : the snaking of the conveyor and the advance of the unit itself. A control system will detect operational defects.

At a more advanced stage, an effort will be made to collect as much information as possible concerning conditions at the face and to transmit it to one or more control points.

A 125 h.p. Anderson loader-shearer is used in each face. Its vertical steering is ensured by a nucleonic back-scattering gauge. The fitting of ramp plates to the conveyor solves the problem of cleaning up fines on the face side of the installation.

The handling of cables and flexibles is solved by automatic guiding device patented by the Bretby Research Centre. The obstruction guards ensure that there is no overloading.

At Newstead, the chief innovation of the Gullick support (a five-prop unit) is the electrically controlled valves which replace the ordinary valves.

Automation creates a veritable « wave » of conveyor snaking by means of driving pistons fitted to the chocks, followed, at a certain distance, by a « wave » of chock advancing. Various devices at the control console give the operator a clear picture of the progress of the operation.

The working scheme is similar at Ormonde where roof control is effected by three-prop Dowty units. Here, solenoids play the part of pilot valves.

The control apparatus is situated in the gate road, on bogies which span the haulage conveyor.

The remote control of the faces, in continuous service, will give the following advantages :

Die Fernsteuerung von Streben im Dauerbetriebe wird folgende Vorteile bringen :

- Verbesserung des maschinellen Ausnutzungsfaktors
- bessere Ueberwachung der Förderung der Schachtanlage
- Vergleichmässigung der Kohlequalität
- freiere Wahl in der Gesamtheit der bauwürdigen Flöze
- geringeren Materialverschleiss ; kleineres Ersatzteillager
- sinkender Schichten- und Lohnanteil in der Tonne Kohle.

Im Anhang zeigt die Diskussion einige besondere Punkte auf.

- improvement of the rate of use of machines
- improvement of control of output at the colliery
- standardization of the quality of the coal
- more extensive choice of workable seams
- less wear and tear on material ; smaller store yard
- reduced man-power costs.

The discussion in the appendix gives details on particular points.

PLAN DES TITRES

1. GENERALITES.

2. HISTORIQUE.

3. TECHNIQUE DE LA TAILLE TELECOMMANDEE.

31. Exigences préalables à l'automatisation du travail dans une longue taille chassante.

- 311. Abatteuse-chargeuse.
- 312. Système de soutènement.
- 313. Appareillages de commande pour réaliser un fonctionnement régulier et sûr.

32. Réalisation pratique.

- 321. Renseignements généraux.
- 322. Réalisation.
 - 3221. Contrôle de machine.
 - 3222. Manutention des câbles et flexibles. Détecteur d'obstacles.

3223. Contrôle du soutènement (taille Newstead).

- 32231. Caractéristiques du soutènement utilisé.
- 32232. Système de renseignements.
- 32233. Schéma du dispositif de contrôle.

3224. Alimentation.

3225. Autres appareillages à la station contrôle.

3226. Fonctionnement (Newstead).

323. Taille télécommandée n° 2. Ormonde.

3231. Généralités.

3232. Système de contrôle.

324. Equipement de la voie.

4. CONCLUSIONS.

DISCUSSION.

1. GENERALITES

L'industrie charbonnière de l'Europe occidentale est engagée dans une lutte décisive pour son existence ; il s'agit, en fait, d'une âpre compétition avec les autres combustibles : le pétrole, actuellement, et bientôt le gaz naturel et l'énergie nucléaire.

S'il veut maintenir ses positions, le charbon doit se vendre à bas prix ; or, chacun sait qu'au moins 60 % du prix de revient correspondent aux charges salariales. On s'est donc efforcé de réduire l'inci-

dence du personnel en procédant à une mécanisation intensive et à une concentration des exploitations, en même temps qu'on luttait pour augmenter le rendement.

Dans les mines britanniques, la mécanisation a déjà conquis un énorme terrain et les économies ultérieures de main-d'œuvre qui pourraient être obtenues par la télécommande de la taille peuvent apparaître de faible importance. Mais le facteur prix n'est pas le seul critère en vue duquel on s'efforce de réduire le personnel du fond : dans la conjonc-

ture actuelle, on éprouve des difficultés sérieuses à recruter des mineurs. Des considérations humanitaires doivent aussi intervenir et pousser à supprimer au maximum les travaux lourds et pénibles.

Notons que, pour parvenir à une télécommande complète de toutes les opérations en liaison avec la taille, il est nécessaire de disposer de moyens mécaniques appropriés pour le creusement des galeries et des niches et pour le soutènement des têtes et pieds de tailles.

Si l'on peut considérer que le but immédiat des projets Newstead et Ormonde est de mettre à l'épreuve la télécommande de toutes les opérations entre les niches (les travaux dans celles-ci exclus), il faut pourtant signaler que le N.C.B. a réussi maintenant à mécaniser entièrement les opérations dans les extrémités de la taille ; les machines à bosseyer et à creuser les niches sont déjà largement utilisées dans plusieurs mines de Grande-Bretagne. Cependant, le démarrage de deux tailles entièrement télécommandées est considéré comme une étape importante sur la voie de la mécanisation complète des sièges.

Nous nous proposons, après un court historique de la question, de schématiser le système de base étudié et de fournir quelques détails sur l'équipement des deux tailles.

Soulignons cependant que la technique utilisée ne se caractérise pas par une complication accrue ; l'intérêt réside plutôt dans la nature des problèmes résolus face aux conditions de travail et à la présence de grisou qui a imposé de sévères restrictions dans la conception du matériel électrique.

2. HISTORIQUE

En 1957, pour la première fois, la télécommande apparaît au programme du Mining Research Establishment ; il s'agit d'éprouver un système de soupape pneumatique/hydraulique sur une pile Gullick. On constate rapidement que ce mode de contrôle offre de gros désavantages et on élabore une construction entièrement hydraulique permettant l'utilisation de soupapes disponibles sur le marché.

En décembre 1958, cinq piles Gullick équipées de la sorte sont installées dans un chantier de la mine Measham et y demeurent cinq mois. L'expérience montre que, si le principe est bon, les pièces utilisées, par contre, méritent une refonte complète pour les adapter aux conditions minières et pour les approprier à la fabrication en grande série.

En conséquence, on étudie une nouvelle soupape de contrôle (entièrement hydraulique) et on prévoit un essai souterrain avec 10 piles Gullick équipées cette fois d'appareils permettant la mesure de la pression sur les étauçons et celle de la distance de

la pile au convoyeur. La suite de l'essai montre qu'on peut acquérir une meilleure souplesse dans le contrôle en introduisant des soupapes supplémentaires électro-hydrauliques sur chaque pile. On décide donc d'élargir le champ des études et d'effectuer des essais avec le système de contrôle électro-hydraulique. Les 10 piles contrôlées hydrauliquement ont été descendues à la mine Cortonwood, en juillet 1961, et y sont restées jusqu'au mois de mars 1962, moment où le système de contrôle a été modifié dans le sens indiqué ci-dessus. Cette transformation a donné satisfaction jusqu'au moment où le matériel a été retiré en mai 1962.

Dans les derniers mois de 1961, on a aussi effectué des essais similaires sur des unités de soutènement Dowty Roofmaster 1B. Le N.C.B. avait auparavant pris contact avec la firme Dowty, la priant d'étudier un système de contrôle, basé sur les principes du Mining Research Establishment et adapté à son matériel. Début 1962, on projeta d'équiper deux tailles entièrement télécommandées dans les « East Midlands », l'une contrôlée par le soutènement mécanisé Dowty, l'autre par les piles Gullick à 5 étauçons.

L'installation Gullick à la mine Newstead fut achevée le 17 décembre 1962 ; presque simultanément, on put mettre en route la taille Dowty à la mine Ormonde. Le fonctionnement entièrement télécommandé, aux deux charbonnages, démarra en mars 1963.

3. TECHNIQUE DE LA TAILLE TELECOMMANDEE

31. Exigences préalables à l'automatisation du travail dans une longue taille chassante.

Une installation pour longue taille chassante comporte schématiquement :

- une abatteuse-chargeuse
- un système de soutènement du toit
- des appareils de commande permettant un fonctionnement régulier et sûr.

311. Abatteuse-chargeuse.

Pour pouvoir s'adapter à la télécommande, elle doit présenter les caractéristiques suivantes.

a) Guidage.

On doit y trouver à la fois un dispositif de guidage vertical et un dispositif de guidage horizontal.

Le guidage vertical oblige l'instrument de coupe à rester dans le profil de la couche.

Le guidage horizontal permet le maintien d'un front de taille droit et la réduction au minimum des sollicitations sur tous les éléments associés, à sa-

voir : câbles, flexibles, chaînes tractées, convoyeur de taille...

b) *Limitation de la charge.*

Si la machine est surchargée, il en résulte des pointes de consommation de courant et une puissance moyenne utilisée supérieure aux valeurs admissibles. Ceci se traduit à la fois par un ralentissement de l'engin et par des échauffements d'éléments électriques, voire même par des avaries.

Il est donc indispensable de s'assurer que l'abat-teuse est utilisée en deça de certaines limites.

c) *Nettoyage du charbon.*

Des dispositions doivent être prises pour éviter les perturbations dues à l'accumulation de fines, aux chutes de charbon du toit, après le passage de la machine. Des opérations manuelles sont, à ce stade, indispensables.

d) *Contrôle du toit.*

C'est avant tout un point qui concerne le système de soutènement (voir plus loin) ; mais la nécessité de conserver un toit de bonne qualité peut imposer certaines limites au choix de l'abat-teuse-chargeuse.

e) *Manutention du câble et des flexibles.*

Tous les engins d'abattage — autres que les robots — réclament un câble d'amenée du courant, d'une part, et au moins un flexible d'eau (refroidissement et suppression des poussières), d'autre part. Il est essentiel de veiller à pourvoir l'abat-teuse d'un dispositif automatique irréprochable de guidage et de déplacement des câbles.

f) *Protection contre les blocages.*

Lorsque l'opérateur d'une abat-teuse-chargeuse, contrôlée manuellement approche d'un engorgement provenant d'une cause accidentelle, il doit arrêter sa machine afin d'éviter d'aggraver l'obstruction ou endommager l'appareil. Une telle fonction doit pouvoir s'effectuer automatiquement.

312. Système de soutènement.

L'adaptation de la télécommande au soutènement mécanisé implique les deux conditions suivantes.

- a) Disposer d'unités de soutènement qui ont fait leurs preuves.
- b) Disposer de moyens propres à amorcer et à contrôler les deux manœuvres imposées aux unités, à savoir :
 - Le ripage du convoyeur : en particulier, le contrôle du ripage, permettant de corriger un

défaut d'alignement de la taille où le guidage horizontal de l'engin de coupe est assuré par le convoyeur.

— Le ripage de l'unité de soutènement elle-même.

- c) Disposer d'un système de renseignements capable de détecter les défauts de fonctionnement et de prévenir les dégâts : par exemple, un ripage incomplet de la pile, une charge de pose d'étaçon insuffisante, une suite d'opérations incorrecte...

313. Appareillages de commande pour réaliser un fonctionnement régulier et sûr.

Les exigences formulées en (311) et (312) sont essentielles au fonctionnement actuel des tailles télécommandées. Pourtant, lorsque les projets Newstead et Ormonde furent mis en chantier, on se réserva d'y adjoindre, à l'avenir, des dispositifs complémentaires. On se rendait compte, en effet, qu'avec des installations de cette ampleur et de ce prix, il était primordial d'obtenir un maximum d'informations à la fois sur les performances de l'équipement, sur la taille et ses conditions d'atmosphère.

En plus, on fut convaincu de la nécessité de transmettre certaines informations à des points de contrôle situés en dehors de la taille, afin de se rendre compte du rôle que ces indications pourraient jouer à l'avenir dans le contrôle de l'exploitation. Ces propositions furent donc adoptées, mais on estima que l'installation de ces appareillages complémentaires ne pourrait vraiment porter ses fruits qu'après avoir acquis une bonne expérience des tailles télécommandées.

On travaille actuellement, en usine, à la mise au point de ces dispositifs qui ont un double but à remplir, à savoir :

- saisir le renseignement désiré
- le transmettre à des points de contrôle et le présenter convenablement.

a) *Renseignements souhaités.*

Ils doivent couvrir les facteurs de construction, les conditions de l'atmosphère et le contrôle des épontes. Parmi la multitude de renseignements qui pourraient être observés, on a sélectionné les points suivants qui représentent un *minimum* indispensable à un fonctionnement efficace et sûr.

- Pression du fluide dans le circuit hydraulique.
- Pression au moteur hydraulique du convoyeur.
- Pression d'eau à la conduite principale, en tête de chantier.
- Pression d'air comprimé.
- Tension du courant qui alimente la taille.

- Consommation d'énergie en taille.
- Consommation de courant de l'abatteuse-chargeuse.
- Consommation de courant du convoyeur de taille.
- Effort de traction sur l'abatteuse-chargeuse.
- Charge de la courroie de voie (t/min).
- Teneur en CH₄ dans la voie de retour d'air.
- Teneur en CH₄ à l'abatteuse-chargeuse (couplée avec un sectionneur automatique).
- Convergence entre toit et mur : coulissement des étançons.

b) Transmission et représentation des renseignements.

Pour permettre à l'équipe de surveillance d'utiliser ces données, relatives à l'activité et aux conditions en taille, il convient de les transmettre aux points de contrôle.

Le premier de ces points sera la voie de base de la taille et là, tous les renseignements seront indiqués sur des appareils à cadran, exception faite pour la teneur en CH₄ du retour d'air qui sera enregistrée et actionnera éventuellement un signal d'alarme. Quelques données seront simultanément retransmises en surface à un « dispatching » qui est prévu pour coordonner la production des différentes unités du fond.

Les deux points de contrôle seront en liaison directe l'un avec l'autre par téléphone et on étudiera des dispositifs permettant, en chaque point, l'enregistrement des renseignements qu'il serait bon de conserver.

32. Réalisation pratique.

La figure 1 indique la disposition schématique d'une taille télécommandée.

321. Renseignements généraux.

Groupe	Newstead n° 4	Ormonde n° 5
Longueur de la taille	124 m	159 m
Couche	« High main »	« Piper »
Puissance de la couche	108 cm	120 cm
Engin d'abattage	Haveuse à tambour Anderson Boyes 125 ch 1 sens de marche	Haveuse à tambour Anderson Boyes 125 ch 1 sens de marche
Soutènement mécanisé	Gullick à 5 étançons	Dowty à 3 étançons
Équipement de contrôle (construction)	AEI (Leicester) Electronic Apparatus Division	Dowty
Guidage de la machine :		
a) responsable	CEE	CEE
b) constructeur	Salford Electric Instruments	Salford Electric Instruments
Convoyeur de taille :		
a) responsable	CEE	CEE
b) constructeur	Chamberlain Industries	Chamberlain Industries
Production de 4 mois	—	41.000 t

322. Réalisation.

Examinons de quelle manière les diverses exigences ont été remplies. Les deux installations sont très analogues et les renseignements donnés ci-dessous valent — sauf indication contraire — pour Newstead et Ormonde.

3221. Contrôle de la machine.

L'abatteuse-chargeuse utilisée est une Anderson Boyes de 125 ch ; son tambour a 104 cm de diamètre et sa largeur d'enlèvement est de 50 cm. Au stade actuel des essais, la machine est mise en marche à partir des commandes du pupitre principal situé dans la voie de base. Elle circule le long du front, sans accompagnement, et au moment où elle

approche de l'extrémité de la taille, l'opérateur (en voie) est prévenu par téléphone et arrête l'abatteuse avant l'achèvement complet de la coupe. Elle pénètre alors dans la niche, sous contrôle manuel normal. A titre de précautions supplémentaires, des interrupteurs de fin de course sont fixés aux extrémités du convoyeur pour arrêter la machine au cas où l'opérateur serait dans l'impossibilité de le faire à partir de la voie. A l'avenir, on se propose de déplacer l'abatteuse à l'aide d'un treuil à commande hydraulique placé en voie. Un indicateur de position y sera adapté et, ainsi, la télécommande intégrale sera réalisable à partir du pupitre de commande.

Pour obtenir une production maximum de « classés » et, en conséquence, une réduction des fines

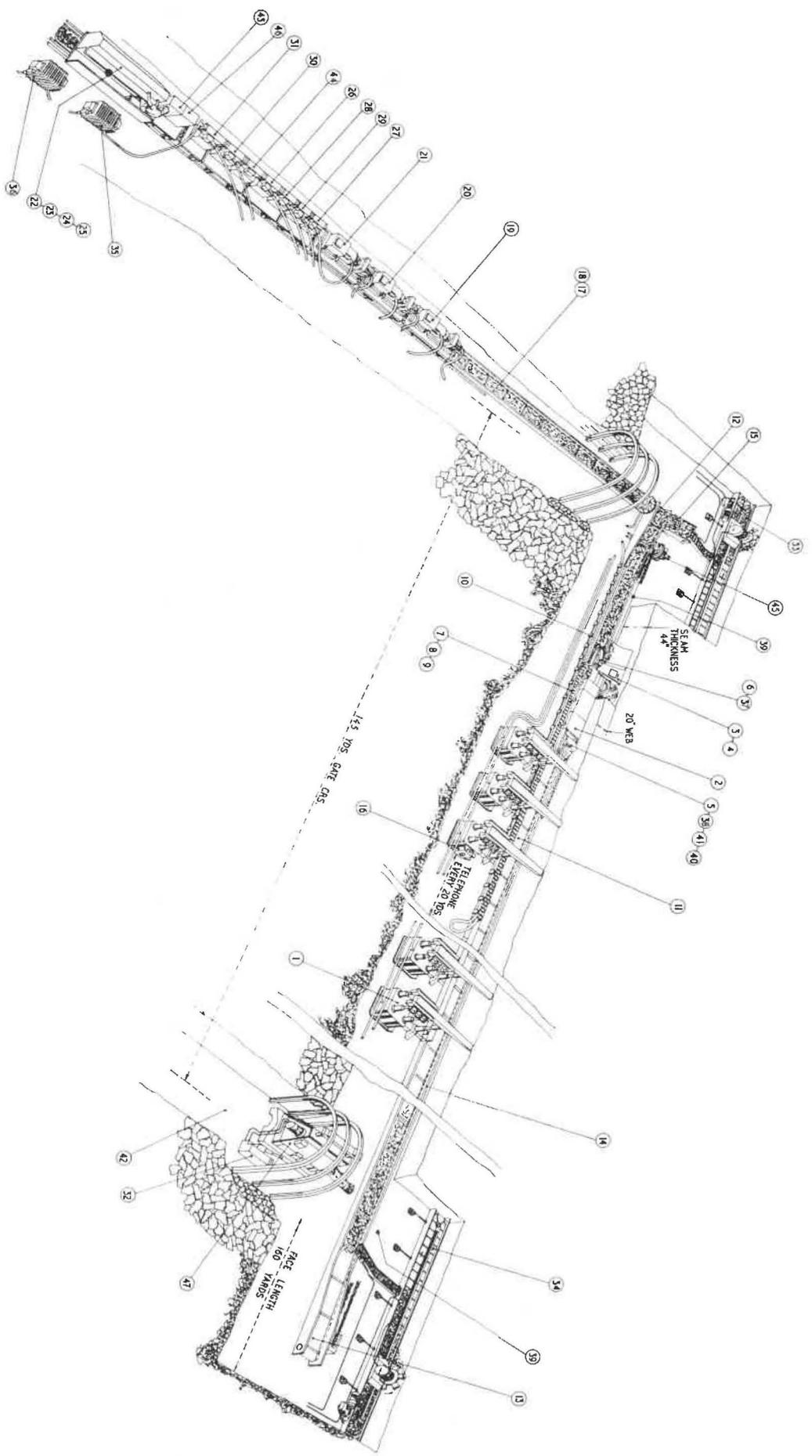


Fig. 1. — Disposition schématique de la taille télécommandée.

N°	Equipement	Fournisseurs	N°	Equipement	Fournisseurs
1	Soutènement mécanisé Seaman Gullick avec télécommande	Gullick L.T.D.	23	Coffret de contrôle pour télécommande des piles	Gullick L.T.D.
2	Anderson Boyes 125 ch (sans bras de préhavage) coupe de 50 cm, tambour de 100 cm	Division 4 East Midlands	24	Contrôle du réglage vertical de l'abatteuse	C.E.E.
3	Soc de chargement	C.E.E.	25	Télécommande du convoyeur hydraulique	C.E.E.
4	Source et unité de détection pour guidage vertical	C.E.E.	26	Coffret de chantier (pour l'abatteuse)	Division 4 East Midlands
5	Contrôle hydraulique pour guidage vertical	C.E.E.	27	Coffret de chantier (pour n° 21)	Division 4 East Midlands
6	Réglage du châssis et du pousseur pour guidage vertical	C.E.E.	28	Coffret de chantier (pour n° 19)	Division 4 East Midlands
7	Câble d'alimentation	Division 4 East Midlands	29	Coffret de chantier (pour n° 20)	Division 4 East Midlands
8	Flexible à eau	Division 4 East Midlands	30	Coffret de chantier (pour convoyeur répartiteur)	Division 4 East Midlands
9	Câble pilote	C.E.E.	31	Coffret de chantier (pour équipement des niches au pied de taille)	Division 4 East Midlands
10	Dispositif de manutention du câble	C.E.E.	32	Coffret de chantier (pour équipement des niches en tête de taille)	Division 4 East Midlands
11	Convoyeur de taille (bacs « standards », chaînes à raclettes, tôles pentées côté front)	Division 4 East Midlands	33	Dawson Miller ou Joy (à creuser les niches) au pied de taille	Division 4 East Midlands
12	Tête motrice voie de base avec roue à empreintes assemblées	Division 4 East Midlands	34	Dawson Miller ou Joy (à creuser les niches) en tête de taille	Division 4 East Midlands
13	Tête motrice voie de tête avec roue à empreintes assemblées	Division 4 East Midlands	35	Transformateur (refroidi à l'air) 3,3 kV à 550 V	Division 4 East Midlands
14	Rampes inclinées de chargement	C.E.E.	36	Transformateur 110 V	Division 4 East Midlands
15	Moteur hydraulique du convoyeur	C.E.E.	37	Détecteur d'obstacles (course de coupe)	C.E.E.
16	Téléphone à haut-parleur du M.R.E.	Gullick L.T.D.	38	Détecteur d'obstacles (course de retour)	C.E.E.
17	Convoyeur répartiteur	Division 4 East Midlands	39	Interrupteur de fin de course	C.E.E.
18	Convoyeur d'évacuation	Division 4 East Midlands	40	Indicateur de position de la machine	M.R.E.
19	Bloc de transformation d'énergie électrique en énergie hydraulique pour soutènement mécanisé	Gullick L.T.D.	41	Méthanomètre (sur l'abatteuse)	M.R.E.
20	Bloc de transformation d'énergie électrique en énergie hydraulique pour soutènement mécanisé	Gullick L.T.D.	42	Méthanomètre (en voie de tête)	M.R.E.
21	Bloc de transformation d'énergie électrique en énergie hydraulique pour convoyeur blindé	C.E.E.	43	Alimentation en courant alternatif	C.E.E.
22	Pupitre de commande	Gullick L.T.D.	44	Sectionneur	Division 4 East Midlands
			45	Traction hydraulique indépendante	C.E.E.
			46	Alimentation en courant continu	C.E.E.
			47	Machine à bosseoyer	Joy

et des poussières, il faut à la fois limiter la vitesse des pics et augmenter la distance entre les pics. Ce but est atteint, dans les machines classiques, en mesurant l'effort de traction donné par la charge du moteur du treuil incorporé. On contrôle ainsi la vitesse à laquelle la chaîne est halée et donc la vitesse de coupe.

Lorsqu'on emploiera l'unité de traction à distance, des dynamomètres de tension seront probablement intercalés dans la chaîne pour servir au contrôle de la vitesse de coupe.

a) Guidage vertical.

Il est d'une importance primordiale pour les raisons suivantes :

- si le tambour de coupe quitte le charbon, les pics peuvent s'endommager au contact des éponges ;
- si le banc de toit immédiatement au-dessus du charbon est friable, il peut être nécessaire d'abandonner une « planche » de charbon pour prévenir les chutes et obstructions ;
- toute pierre tombant du toit ou arrachée au mur salit la production et, en conséquence, accroît le prix de revient et la complexité de la préparation ;
- la découpe en stériles peut amener une forte concentration de poussières.

Pour conserver l'outil de coupe dans le profil de la couche, on relève ou on abaisse le tambour au moyen d'un simple vérin hydraulique placé à l'avant de la machine ; ce vérin relie l'abatteuse (pivotant à l'arrière) à un châssis de base reposant sur le convoyeur.

Le contrôle est réalisé par une « jauge » qui n'est autre qu'une tête chercheuse à rayons γ rétrodiffusés ; elle mesure l'épaisseur du charbon laissé au mur en arrière du tambour. Cette « jauge » est montée dans la base du soc, le plus près possible du tambour (1).

L'indication de la tête chercheuse, recueillie à un compteur, est transmise à un servomoteur électrohydraulique qui règle l'élévation ou la descente du tambour afin de maintenir une épaisseur constante de charbon au mur (cette épaisseur est déterminée d'avance).

L'expérience a démontré la possibilité de mesurer des « planches » de charbon jusqu'à 7,5 cm d'épaisseur avec une précision de $\pm 1,25$ cm. Actuellement, la détermination devient impossible dès que l'épaisseur excède 10 à 13 cm. L'emploi de la tête chercheuse est moins satisfaisant si les ondula-

tions du mur sont rapides et lorsque la couche et le mur ne sont pas nettement distincts.

Le problème important du nettoyage de charbon restant dans l'allée après le passage de l'abatteuse a été réglé par l'adaptation de tôles pentées au convoyeur. L'expérience vécue avec ces dispositifs s'est révélée encourageante jusqu'à présent ; en fait, on a réussi à supprimer tout nettoyage manuel. On trouvera (figure 2) une coupe d'un tel convoyeur, ainsi que la disposition spéciale du guidage de la machine sur le convoyeur (anti-déraillement).

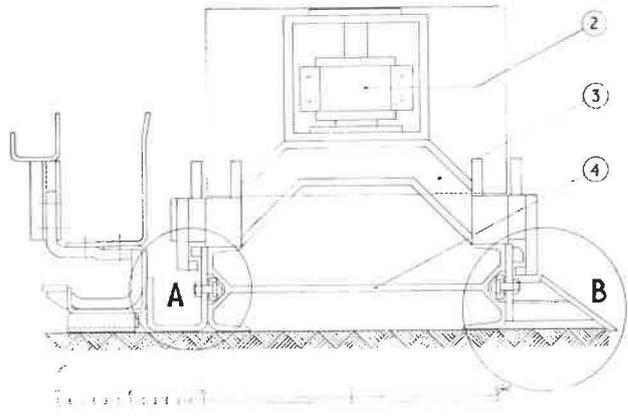


Fig. 2. — Guidage automatique avec tôles inclinées et dispositif antidéraillement.

b) Guidage horizontal.

Aussi longtemps que la longue taille télécommandée en reste au stade expérimental, les techniques classiques d'arpentage suffiront pour s'assurer de l'alignement du front de taille et corriger les déviations excessives.

Mais au moment où cette taille fonctionnera en tant qu'unité de production, il sera nécessaire d'obtenir des indications continues à propos de l'alignement du front. Des techniques variées, faisant notamment appel au gyroscope, sont actuellement à l'étude.

3222. Manutention des câbles et flexibles. Détecteur d'obstacles.

Le déplacement automatique des câbles et flexibles est une condition « sine qua non » de la taille télécommandée. On utilise à cet effet le dispositif de guidage automatique breveté par Bretby.

La figure 3 montre ce dispositif en usage à Newstead. Dans son mouvement de va-et-vient, la chaîne « Galle » porteuse des câbles se ploie et se déploie à partir du centre de la taille. Accessoirement, on note aussi le détecteur d'obstacles à l'avant de la machine ; ce dispositif permet un arrêt immédiat de la machine et du convoyeur lorsqu'il rencontre un engorgement sur sa voie de déplacement. La mise au point de ce dispositif est encore en cours.

(1) Pour plus de détails, voir *Annales des Mines de Belgique*, décembre 1961, page 1270.

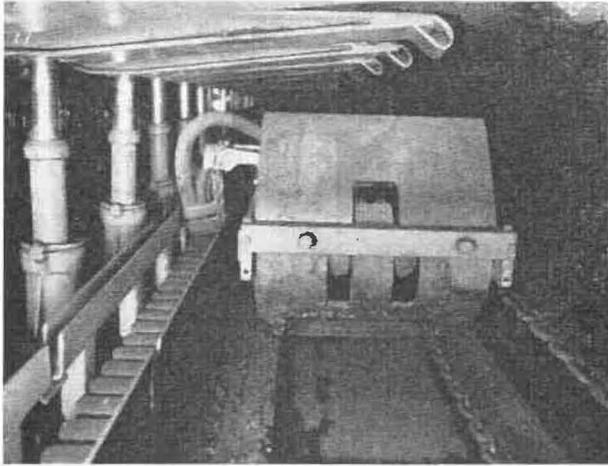


Fig. 3. — Système CEE de guidage du câble.

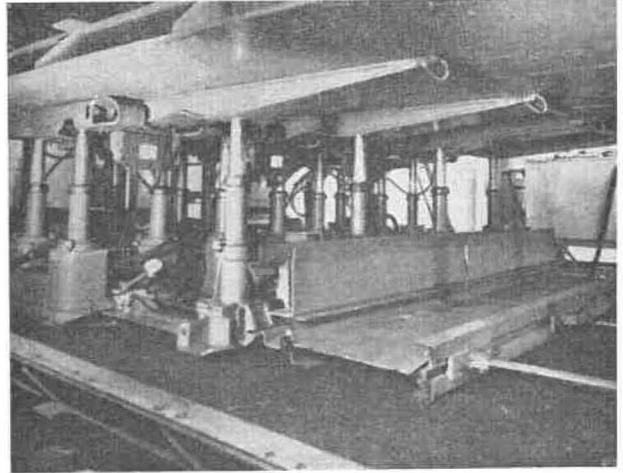


Fig. 5. — Soutènement Gullick à 5 étaçons, en surface.

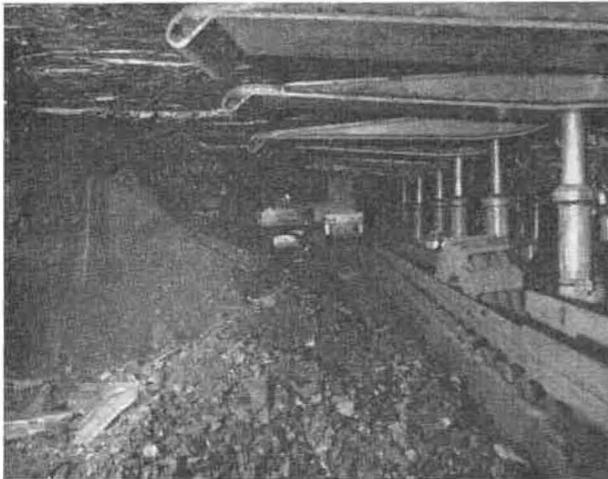


Fig. 4. — Système CEE de guidage du câble, avec vue de la boucle.



Fig. 6. — Soutènement Gullick au fond, à Newstead.

La figure 4 montre la boucle formée dans le porte-câble ainsi que le détecteur d'obstacles arrière. Après quelques difficultés d'adaptation, le dispositif porte-câble s'est révélé d'un emploi très satisfaisant dans de nombreuses tailles ; il a permis, en tout cas, d'enregistrer un accroissement spectaculaire dans la vie des câbles et flexibles.

3223. Contrôle du soutènement (taille Newstead).

32231. Caractéristiques du soutènement utilisé.

Le soutènement mécanisé Gullick employé à Newstead est représenté aux figures 5 et 6. Il s'agit, en principe, d'unités (ou piles) normales à 5 étaçons présentant quelques modifications dont la principale est le remplacement de la soupape standard par des soupapes télécommandées spécialement étudiées.

Ce type de soutènement à forte densité d'étaçons et à charge portante très élevée présente les caractéristiques suivantes :

- a) La stabilité de la pile est facile à contrôler sans travail manuel. Le solide châssis de base des quatre étaçons arrière et la bête « auvent » conviennent parfaitement au logement et à la protection de l'équipement.
- b) Une conception ingénieuse facilite l'entretien et le remplacement de toute unité. Une allée de circulation dégagée est conservée, ce qui — même avec la télécommande — est d'une importance capitale.

La taille Newstead comporte 134 piles placées à 91 cm d'intervalle. On peut schématiser comme suit, la série des opérations à effectuer après la découpe d'une tranche de charbon :

- le convoyeur est ripé au moyen de pousseurs logés dans le châssis de base de l'unité ;

- les étançons de la première pile sont desserrés ;
- le cylindre ripeur amène la pile contre le convoyeur ;
- les étançons sont remis en serrage au toit ;
- lorsque ces étançons ont acquis leur charge de pose correcte, l'alimentation hydraulique est coupée et on peut passer à la manœuvre de la pile suivante.

On est parvenu à créer un type standard de soupape, entièrement hydraulique, apte aux quatre fonctions ci-dessous :

- poussée du cylindre ripeur ;
- retrait du cylindre ripeur ;
- desserrage des étançons ;
- remise en charge des étançons.

On utilise, en outre, une soupape électro-hydraulique (de sécurité intrinsèque) pour amorcer le ripage du convoyeur (toutes les 4 piles) et une seconde pour contrôler la succession des opérations d'avancement de la pile. La figure 7 montre une coupe de la soupape standard. Il s'agit d'une soupape à double clapet qui permet la connexion de l'orifice de sortie (2) avec l'une des entrées (1 et 3). L'admission de la pression « pilote » à l'un des 2 orifices 0 ou 4 actionne la soupape. Si la pression est appliquée à l'orifice 5, la soupape est ramenée à son état originel indépendamment du fait que la pression ait été appliquée à l'un ou l'autre des orifices de commande (0 ou 4).

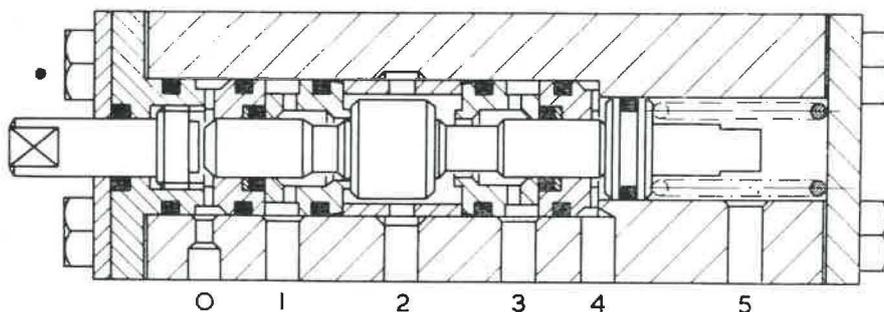


Fig. 7. — Coupe de la soupape hydraulique standard à télécommande.

Un montage spécial de ces soupapes sur tubulures a permis de réduire considérablement le nombre de flexibles d'interconnexion et d'améliorer la sécurité de fonctionnement. La pression d'emploi normale de l'émulsion varie entre 105 et 140 kg/cm². Ces soupapes ont été testées jusqu'à 700 kg/cm² (plus de 3.000 applications) ; il y a actuellement 540 soupapes de ce type en taille et, après 15 semaines de fonctionnement, aucune d'entre-elles n'a dû être remplacée pour des raisons d'inétanchéité.

Un dispositif supplémentaire réalise l'asservissement du desserrage des étançons. Lorsque la pile est prête à avancer, la bête est abaissée juste assez

pour se libérer du toit ; si lors du ripage, elle tend à se caler, on peut l'abaisser de nouveau pour réduire les résistances de frottement. Ce procédé assure un contact — quasi permanent — entre le toit et le soutènement ; il prévient de nombreuses chutes de pierres. On a particulièrement apprécié l'intérêt du dispositif immédiatement après l'équipement de la taille. Lorsque les piles furent ripées pour la première fois, elles eurent à franchir un toit qui s'était fracturé pendant la longue attente correspondant à la préparation de la taille. Ajoutons que toute soupape peut être manœuvrée indifféremment à la main ou par télécommande.

32232. Système de renseignements.

Les paramètres de base dont il faut prendre connaissance avant de poursuivre la télécommande du soutènement mécanisé sont : la charge de pose des étançons et l'extension du cylindre ripeur. Pour la première, on a convenu d'adopter trois « transducteurs » de pression qui effectueront des mesures de pression sur les étançons arrière, milieu et avant de la pile.

La mise au point de ces enregistreurs n'étant pas achevée au moment de l'installation de l'appareillage de contrôle, on utilise actuellement à leur place un simple indicateur de pression. Cependant, la fabrication des « transducteurs » est en cours et ils pourront être bientôt mis en service.

La connaissance de l'extension du cylindre ripeur est nécessaire pour s'assurer que la pile a été avancée complètement.

32233. Schéma du dispositif de contrôle.

La figure 8 schématise le système de télécommande et de contrôle des piles à partir du pupitre général.

Pour des raisons de facilité de contrôle, la taille est divisée en 6 sections de 20 piles chacune, plus une section raccourcie de 14 piles à une extrémité. Chaque pile, en plus des soupapes hydrauliques et des transducteurs, est munie d'un coffret de con-

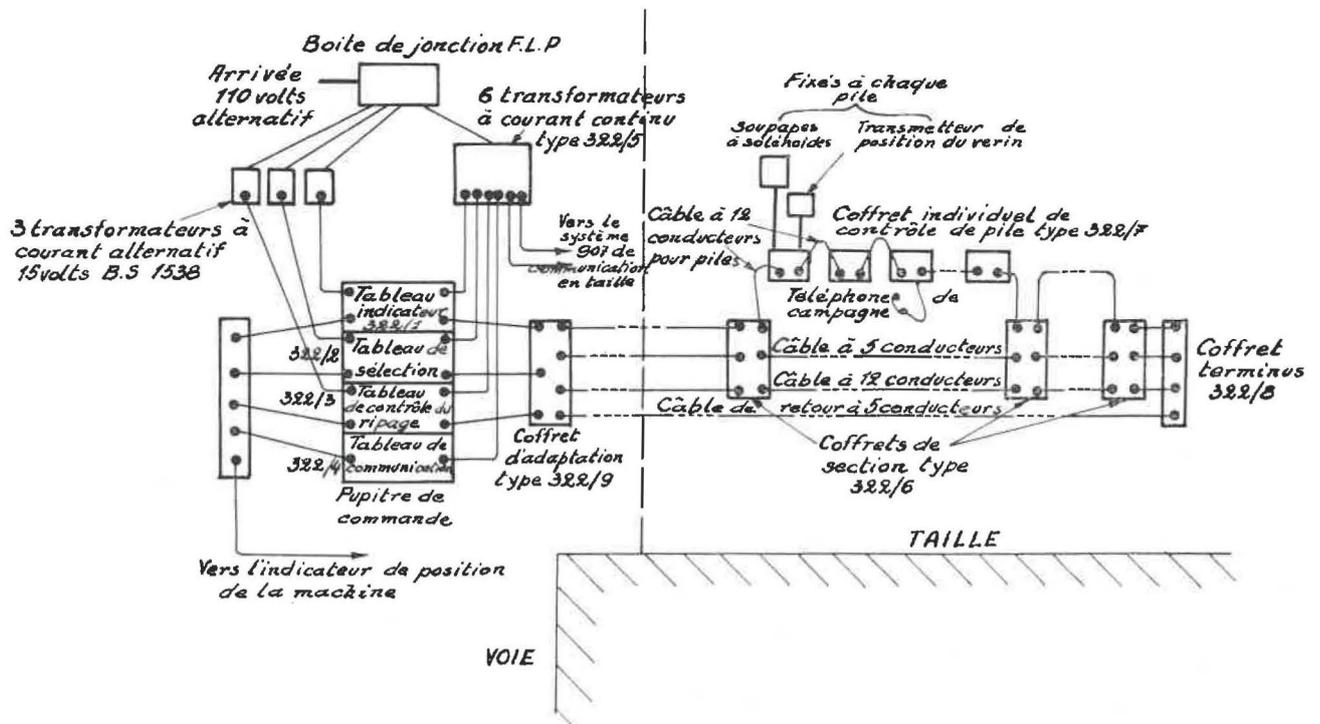


Fig. 8. — Schéma du système d'automatisation des piles (Type 322).

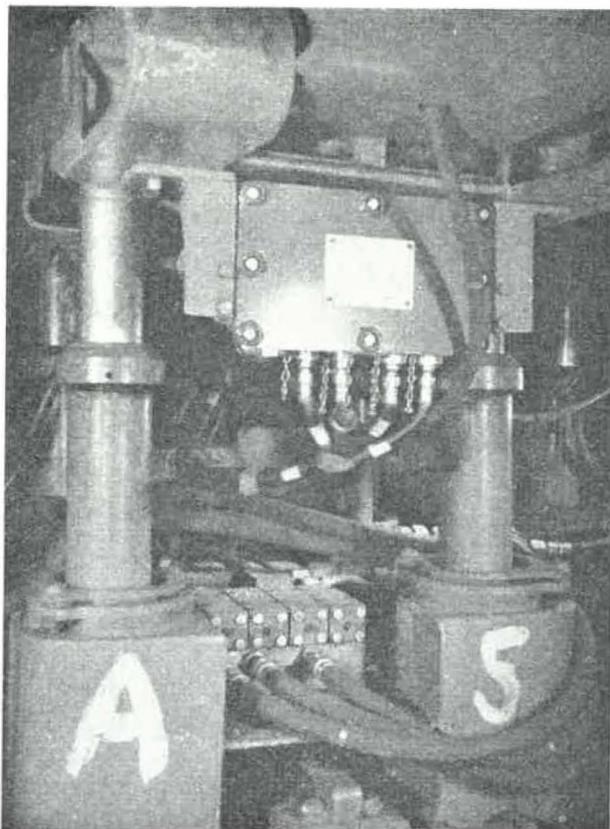


Fig. 9. — Gros plan d'une pile avec ses soupapes hydrauliques et le coffret de contrôle.

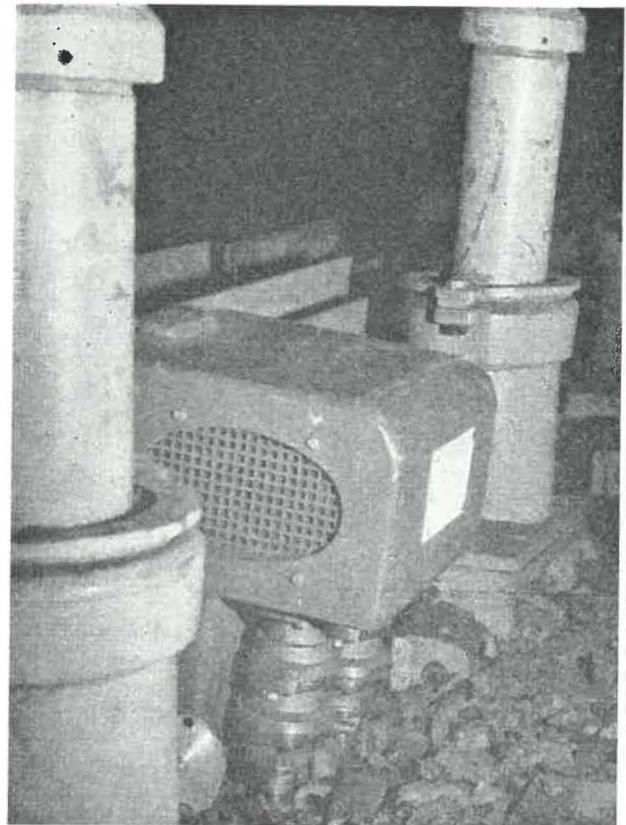


Fig. 10. — Gros plan d'un coffret de section fixée aux hausses.

trôle dénommé « Chock Switching Box » Type 322/7 (fig. 9). Tous ces coffrets sont reliés en série par un câble à 12 conducteurs. D'une section à l'autre, ce câble est dérivé dans un « coffret de section » monté sur rehausse (fig. 10) ; ces coffrets constituant ainsi des stations de renseignements pour l'une et l'autre de leurs sections adjacentes, sont aussi reliés directement entre eux par des câbles à 5 et à 12 conducteurs (transmission d'énergie, buts de contrôle).

A l'extrémité de la voie de base, ces câbles sont reliés au pupitre de contrôle général. En tête de taille, ils sont raccordés à un « coffret terminus » type 322/8 ; de là, un câble à 5 conducteurs retourne au tableau général pour boucler le circuit.

La figure 11 montre la partie principale du tableau de commande. De haut en bas, on trouve :

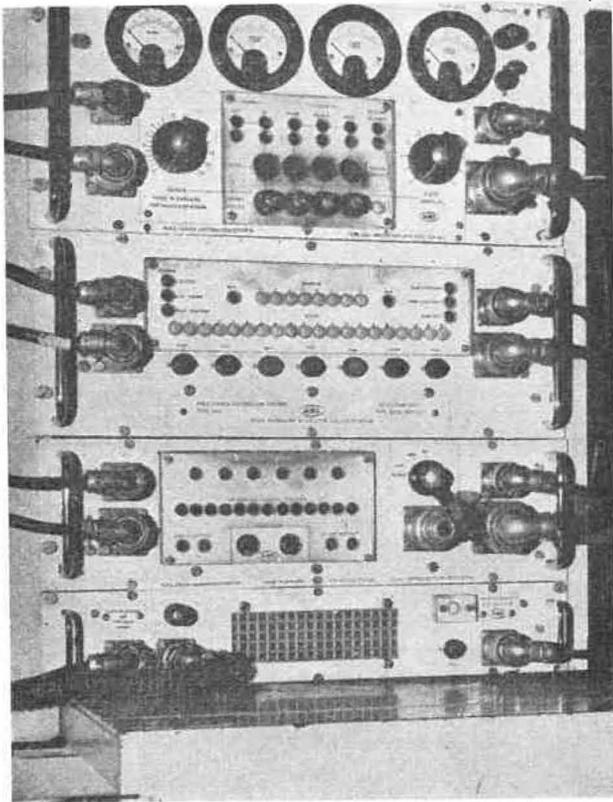


Fig. 11. — Gros plan du tableau principal de contrôle.

a) *Tableau indicateur* : Type 322/1.

Il renseigne l'état de toute pile à propos de laquelle on l'interroge. Il contient aussi des circuits de comparaison pour vérifier certaines situations (pression d'étauçon, extension du cylindre ripeur) vis-à-vis des conditions choisies d'avance.

b) *Tableau de sélection* : Type 322/2.

Il contient l'appareillage nécessaire au choix de la pile à examiner. Par un système analogue au télé-

phone à cadran sélecteur, on « injecte » une série de pulsations dans les coffrets de pile et ainsi on peut joindre chaque unité de soutènement, tour à tour. La n^{me} est donc obtenue en envoyant n pulsations ; ce nombre est répété automatiquement par une série de lampes disposées sur le panneau.

c) *Tableau de contrôle de ripage* : Type 322/3.

Il a été conçu pour permettre l'avance automatique du convoyeur et des piles pendant ou après le retour à vide de l'abatteuse. Le ripage, par tronçons, immédiatement derrière la machine, est fonction de la connaissance qu'on a, à tout moment, de la position de la machine en taille.

Actuellement, le transducteur qui fournirait cette indication n'est pas encore au point si bien qu'on ne peut jouir de cette facilité qui procurerait un gain de temps appréciable.

d) *Panneau de communication* : Type 322/4.

Il permet d'établir une liaison téléphonique entre chaque pile et la station de contrôle. Chaque coffret de pile est muni d'un socket dans lequel on peut brancher un téléphone de campagne. De plus, il existe une liaison par hauts-parleurs entre la station de contrôle et les coffrets de section.

Enfin, la taille est équipée avec les postes de communications téléphoniques du MRE (Type 907) couplés avec un système de verrouillage (prévu par les règlements de sécurité).

3224. Alimentation.

Le système de télécommande des piles avec ses annexes utilise trois sources de 15 V en courant alternatif issus de transformateurs de sécurité intrinsèque et 6 sources de 22 V en courant continu provenant d'un dispositif redresseur (Type 322/5).

Transformateurs et redresseurs sont alimentés par le réseau à 110 V 50 pér/s.

L'ensemble du groupe a été conçu avec suffisamment de souplesse pour être employé dans les tailles avec voies d'évacuation à droite ou à gauche et il peut s'accommoder de variations limitées du nombre total de piles.

3225. Autres appareillages à la station de contrôle.

La figure 12 donne une vue de l'ensemble du pupitre de commande et d'autres appareillages. On trouve ainsi de droite à gauche :

1^{re} section.

Le panneau supérieur est partie constitutive de l'équipement relatif à la tête chercheuse à rayons γ ; un cadran fournit l'indication de l'épaisseur de charbon restant au mur.

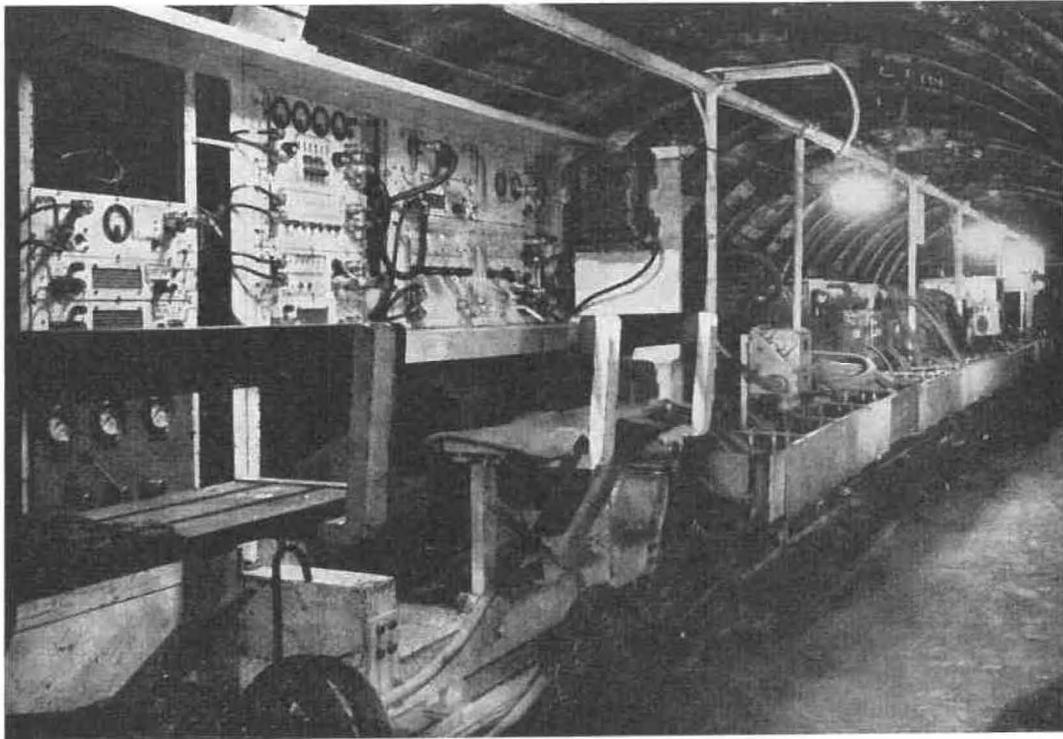


Fig. 12. — Vue complète de l'équipement dans la voie de pied. On y trouve : le tableau de contrôle et de commande de la taille ; des interrupteurs antidéflagrants démarrant les moteurs ; des pompes hydrauliques pour l'alimentation du soutènement et du moteur du convoyeur. L'équipement complet est monté sur rails pour la facilité de l'avancement. Le charbon s'écoule sur un convoyeur qui passe sous l'équipement.

Le panneau inférieur concerne les contrôles associés au réglage en hauteur de la machine de coupe et les moyens de télécommande des mouvements d'élévation ou d'abaissement du tambour.

2^{me} section.

Le panneau supérieur est utilisé pour les interconnexions.

Le panneau médian comprend le téléphone associé au système 907 de la taille. Le panneau inférieur réalise la télécommande des divers coffrets de chantier associés aux convoyeurs de taille et de voie, à la machine, et aux pompes hydrauliques du soutènement mécanisé.

3^{me} section.

Tout le panneau correspond à la figure 11 et son utilité a été explicitée plus haut.

4^{me} section.

Le panneau supérieur concerne le système de verrouillage du convoyeur. Les deux panneaux médians sont en liaison avec des téléphones de réserve. Le panneau inférieur sera mis en service lorsqu'on utilisera la commande à distance de la traction hydraulique de la machine.

Les sections non encore équipées le seront, à l'avenir, avec des instruments destinés à révéler l'activité de la taille.

3226. Fonctionnement (Newstead).

Dans sa course à vide, l'abatteuse parcourt une trentaine de mètres depuis la niche de tête de taille ; à ce moment, l'opérateur actionne un bouton de démarrage. Le piston pousseur de la première pile se met en branle, suivi rapidement par les 3 pousseurs suivants (il y en a 1 toutes les 4 unités). Le ripage du convoyeur s'amorce ; on vérifie au tableau de contrôle le degré d'extension des pousseurs (mesure de résistance) : lorsque le premier piston a atteint son maximum, le 5^e pousseur est automatiquement mis sous pression, tandis que le fluide est détourné du 1^{er}. Le ripage du convoyeur se poursuit donc par sections jusqu'à ce que le 6^e pousseur soit mis en activité. A ce moment, la première pile en tête de taille est ripée automatiquement depuis le pupitre et la « vague » d'avancement des piles suit derrière la « vague » de ripage du convoyeur à une distance variant entre 16 et 20 m.

Les cadrans et lampes du pupitre montrent clairement à l'opérateur comment l'avancement se poursuit. Somme toute, une fois le bouton de démarrage poussé, l'opérateur ne prend plus part à la manœuvre. Quand toutes les piles sont avancées, il peut utiliser son tableau de commande pour vérifier que chaque opération a été exécutée correctement.

323. Taille télécommandée n° 2. Ormonde.

3231. Généralités.

Le soutènement mécanisé se compose ici d'unités Dowty à 3 étançons; on trouve ainsi 213 cadres espacés de 75 cm (fig. 13). La taille est divisée en « blocs »; il y a 8 groupes dans chaque bloc et 4 unités dans chaque groupe. Un des cadres

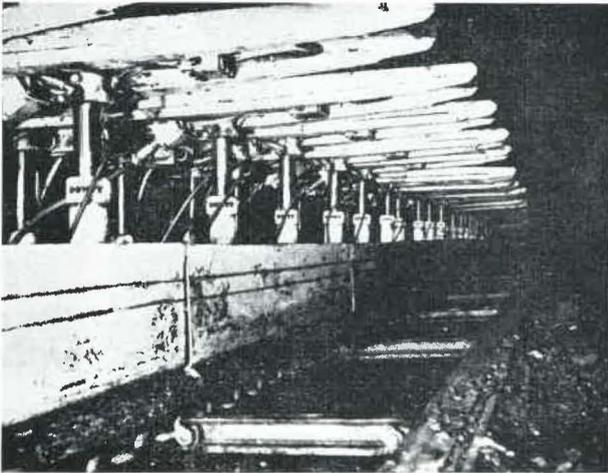


Fig. 13. — Soutènement mécanisé Dowty Roofmaster Mark 1 B.

de chaque groupe est muni d'un « coffret-relais » qui assure le contrôle des 4 unités et un autre, d'un poussoir susceptible d'une extension de 60 cm. A la différence du soutènement Dowty actionné manuellement, celui-ci emploie des vérins à double effet qui assurent aux étançons une descente rapide et raccourcissent ainsi l'intervalle de temps durant lequel le toit n'est pas soutenu. Une bèle en porte-à-faux de 22 cm est prévue à l'arrière où des boucliers du type « paillason » préviennent un envahissement trop important de l'allée de circulation et protègent câbles et flexibles. L'extrémité, côté front, de la semelle est en forme de soc, ceci dans le but de faciliter son avancement.

3232. Systèmes de contrôle.

Circuits hydrauliques.

Le système est actionné hydrauliquement; la pression du fluide atteint 140 kg/cm^2 ; un bloc-soupape de contrôle est monté sur chaque cadre; la puissance hydraulique nécessaire n'est que de 13 ch.

Les figures 14 à 17 montrent la série des quatre opérations subies par un cadre qui serait équipé de deux poussoirs, l'un pour le ripage du convoyeur et l'autre pour l'avancement de la pile. Ce sont :

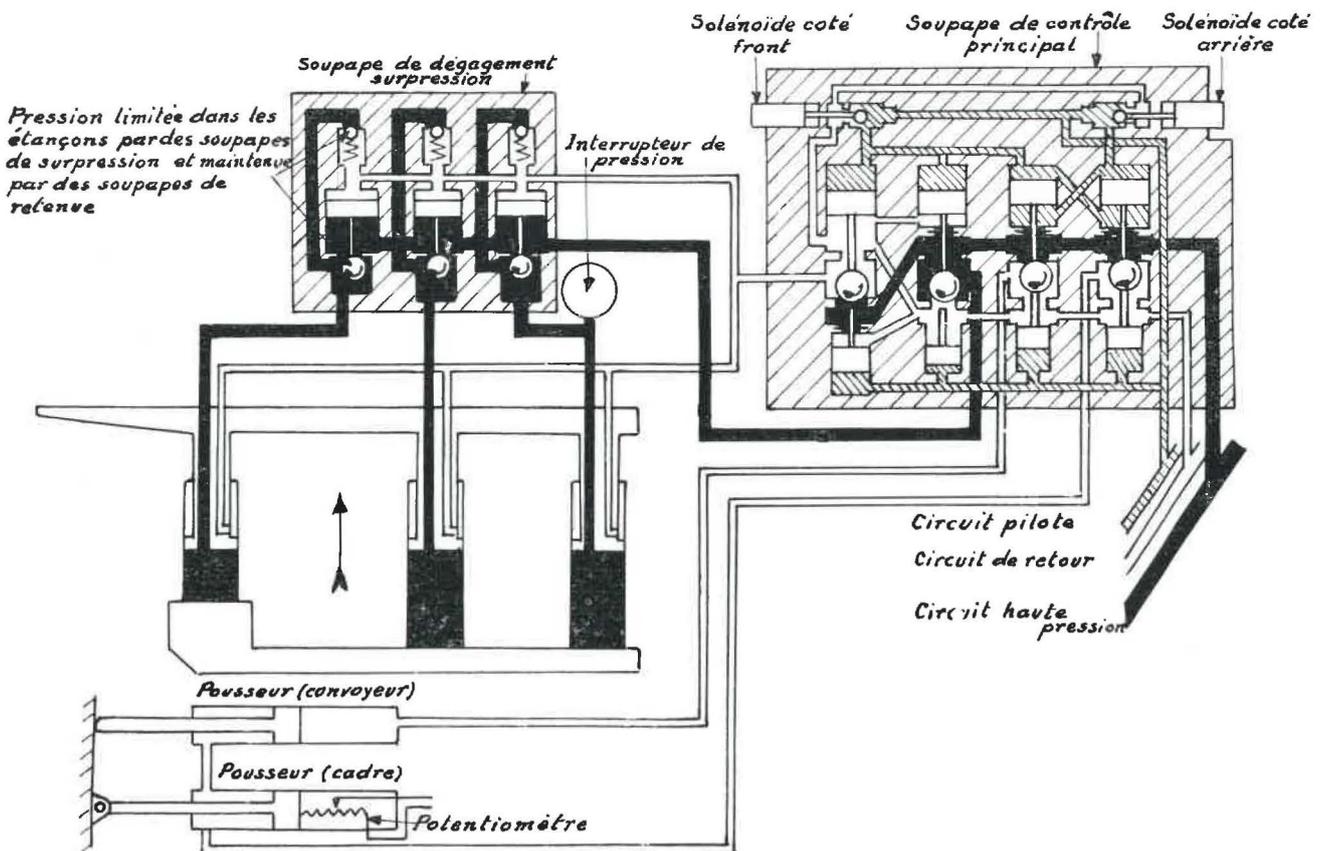


Fig. 14. — Les 2 solénoïdes sont désexcités. Les étançons sont en charge de pose ou portante, les 2 poussoirs sont libres.

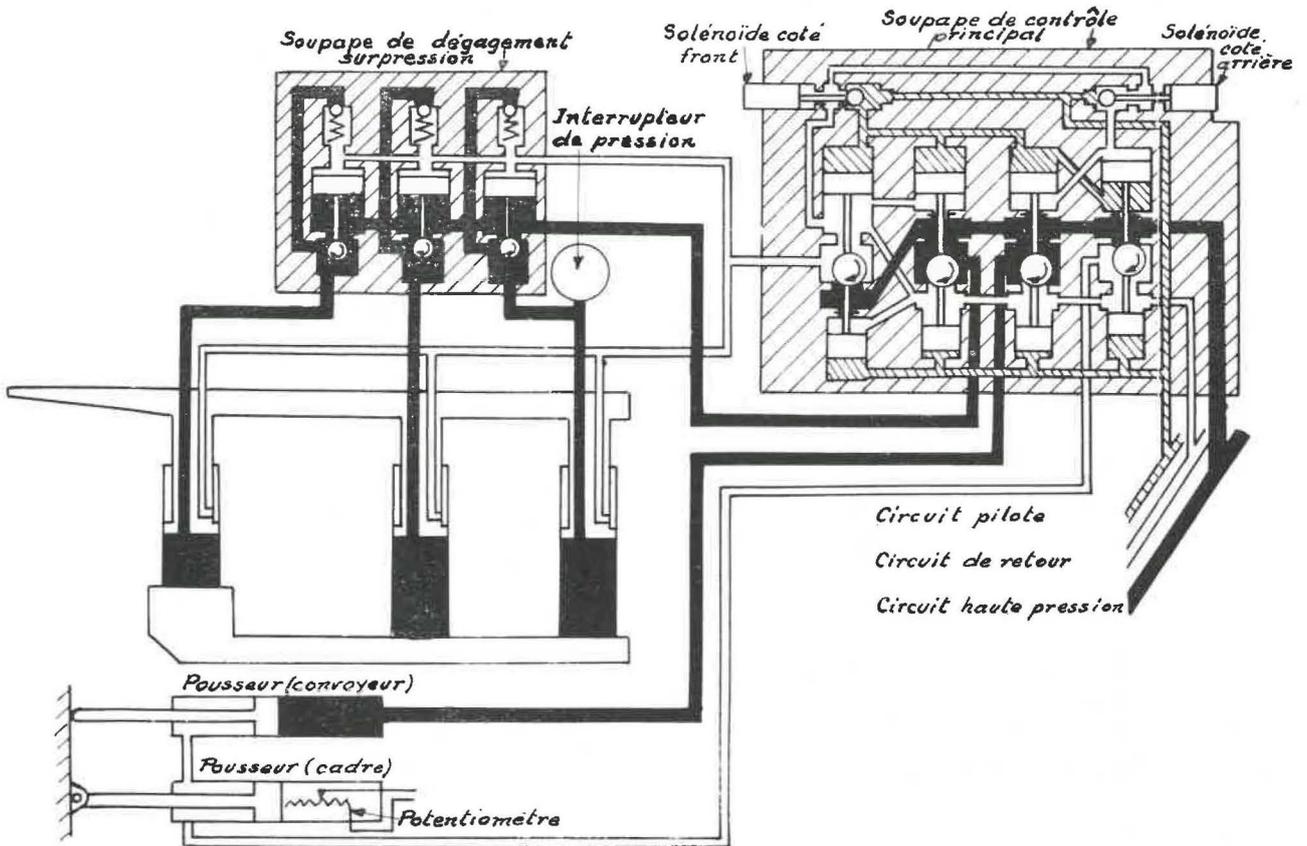


Fig. 15. — Le solénoïde côté arrière est excité ou manœuvré à la main. Le pousseur ripe le convoyeur ; les étançons restent en position ; le cylindre ri peur de l'unité reste libre.

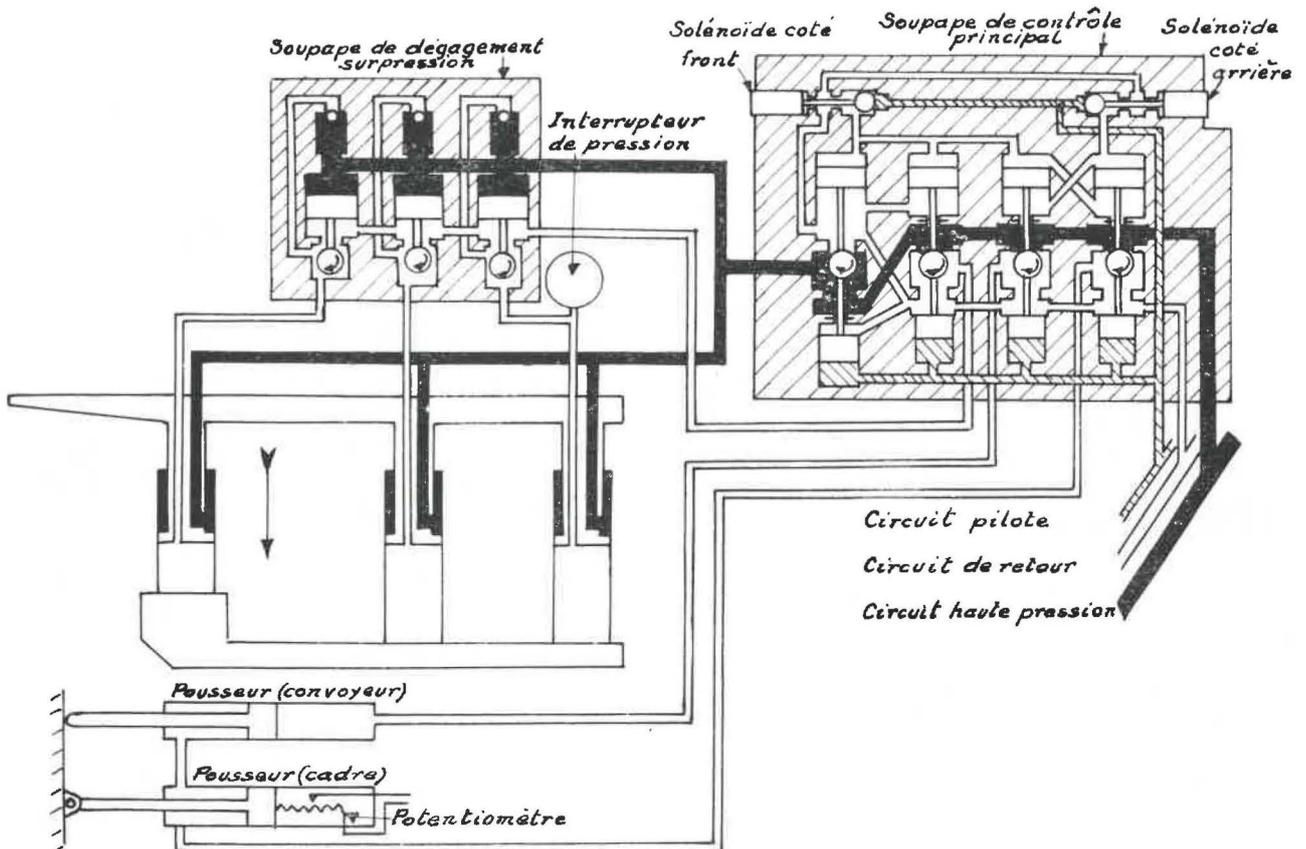


Fig. 16. — Les 2 solénoïdes sont excités ou manœuvrés à la main. Les étançons sont foudroyés, les 2 pousseurs sont libres.

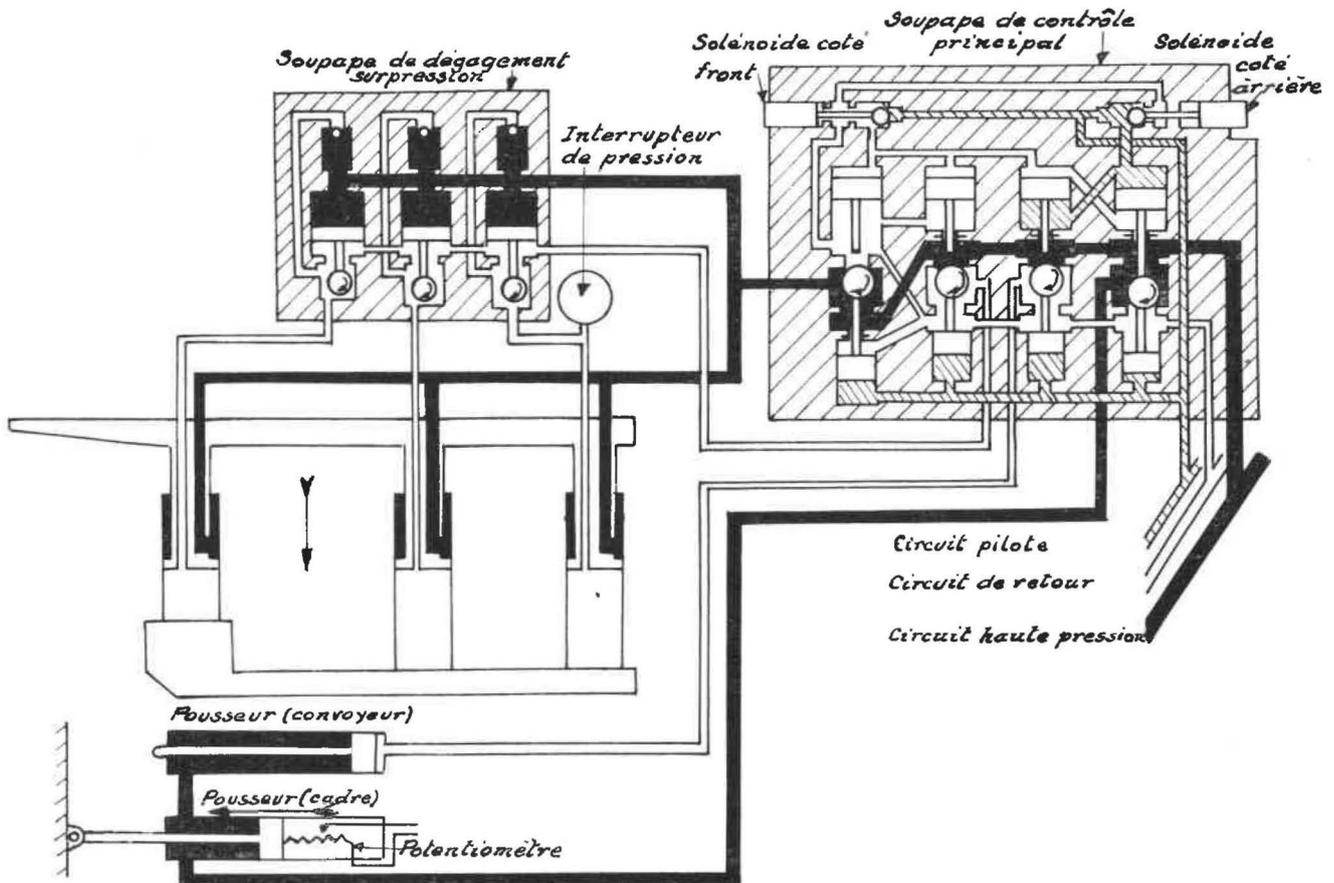


Fig. 17. — Les 2 solénoïdes sont excités ou manœuvrés à la main. Les étauons continuent à s'abaisser. Le cylindre ripeur avance le cadre.

- α) solénoïdes non excités, étauons en charge, pousseurs libres ;
- β) solénoïdes arrière excités, pousseur du convoyeur en mouvement, cylindre d'avancement de la pile libre, étauons en charge ;
- γ) les 2 solénoïdes excités, étauons abaissés, pousseurs libres ;
- δ) solénoïde front excité, étauons abaissés, cylindre d'avancement de la pile actionné, pousseur du convoyeur au repos.

Les solénoïdes jouent le rôle de soupapes pilotes pour le contrôle des soupapes principales. La sensibilité des soupapes et la présence de circuits « à coupure d'étincelles » assurent que les courants utilisés sont de sécurité intrinsèque, sous toutes conditions.

En cas de défaillance du contrôle électrique, la conception de la soupape est telle que toute unité, même désolidarisée du toit à ce moment, se remettra en charge immédiatement, quel que soit le degré d'avancement du cycle des opérations.

En cas d'urgence (par exemple défaut au câble de contrôle), les soupapes pilotes peuvent être manœuvrées à la main.

L'étauon arrière de chaque cadre est relié à un interrupteur de pression. Quand la charge minimum de pose (prédéterminée) est atteinte, un signal électrique se manifeste au pupitre de commande, signal qui autorise la poursuite des opérations au cadre suivant du groupe. Avec la télécommande du soutènement, le signal informe l'opérateur que la « mise en charge » des étauons s'est effectuée correctement. Sur chaque unité, un cylindre de ripage, à simple effet, est logé à l'intérieur de la semelle (au mur) ; il est relié au convoyeur par un système de maillons de chaînes et de broches. Pour permettre l'émission, vers le tableau, d'un signal électrique proportionnel à la distance de l'unité au convoyeur, un potentiomètre rotatoire est logé à l'arrière du cylindre. Ici aussi, la poursuite des opérations ne sera possible qu'au moment où l'indication du potentiomètre correspondra à l'avancement complet du cadre.

Le vérin qui assure le ripage du convoyeur est, à partir d'un bras de liaison, solidaire de la semelle de chaque 4^e cadre ; avant le ripage de celui-ci, la pression est admise sur l'autre face du vérin (fig. 12) ; ainsi la tige rentre dans son logement et empêche tout pivotement de l'unité.

Circuits électriques.

On a pu voir, sur la figure 12 le tableau de contrôle électrique installé en voie de base. Les tableaux de contrôle du soutènement marchant portent 3 boutons qui permettent la sélection d'un cadre quelconque ; un autre bouton détermine l'opération à accomplir. Cadres et lampes-pilotes indiquent quel cadre est contrôlé et son état. Un interrupteur permet, à tout moment, d'introduire automatiquement la commande successive.

Lorsqu'une unité a achevé son mouvement, les circuits de sélection passent automatiquement à l'unité suivante et ainsi de suite.

On peut parcourir la taille dans les deux directions en raccordant les circuits de séquence d'une manière appropriée.

La figure 18 schématise une partie du soutènement et de sa commande. On note les « coffrets-relais », toutes les 4 unités, reliés entre eux par des câbles de contrôle à 36 conducteurs et contenant les relais qui permettent le choix d'un cadre particulier. Le « coffret-relais » est connecté à chacune des 4 unités par des câbles à 6 conducteurs.

Enfin un coffret de répartition, sur chaque cadre, permet les liaisons avec les solénoïdes et les transducteurs.

Grosso modo, 4 types de signaux électriques sont transmis par les câbles à 36 conducteurs depuis le pupitre de commande jusqu'aux coffrets de relais (fig. 19), à savoir :

- signaux de sélections d'un cadre en actionnant les relais appropriés dans les « coffrets-relais » 21 conducteurs
- signaux indiquant la position du vérin de ripage et l'existence d'une pression de pose dans l'unité choisie 4 conducteurs
- signaux de contrôle vers les unités choisies 6 conducteurs
- fonctions diverses 5 conducteurs.

Les circuits de sécurité intrinsèque sont d'utilisation générale ; on obtient le courant à partir de 7 transformateurs standards. Il n'y a qu'un seul raccordement antidéflagrant au coffret de chantier qui renferme le transformateur à tension constante et les 7 transformateurs de sécurité intrinsèque.

324. Equipement de la voie.

On a schématisé, sur la figure 1, la disposition de l'appareillage en voie. A l'exception des transformateurs, tout est monté sur boggies disposés de manière à enjamber le convoyeur de voie ; le charbon

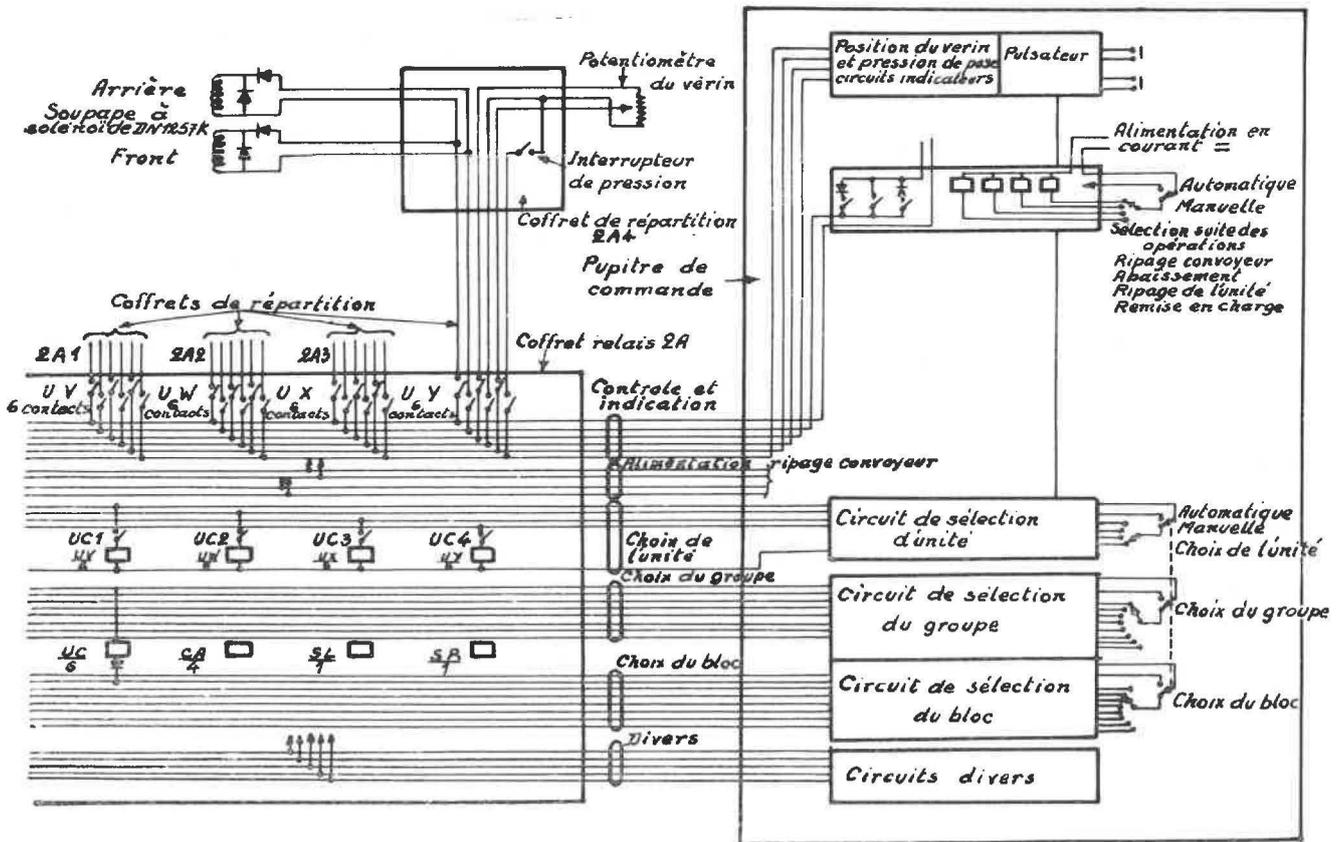


Fig. 18. — Equipement de contrôle du soutènement mécanisé indiquant les interconnexions entre unités.

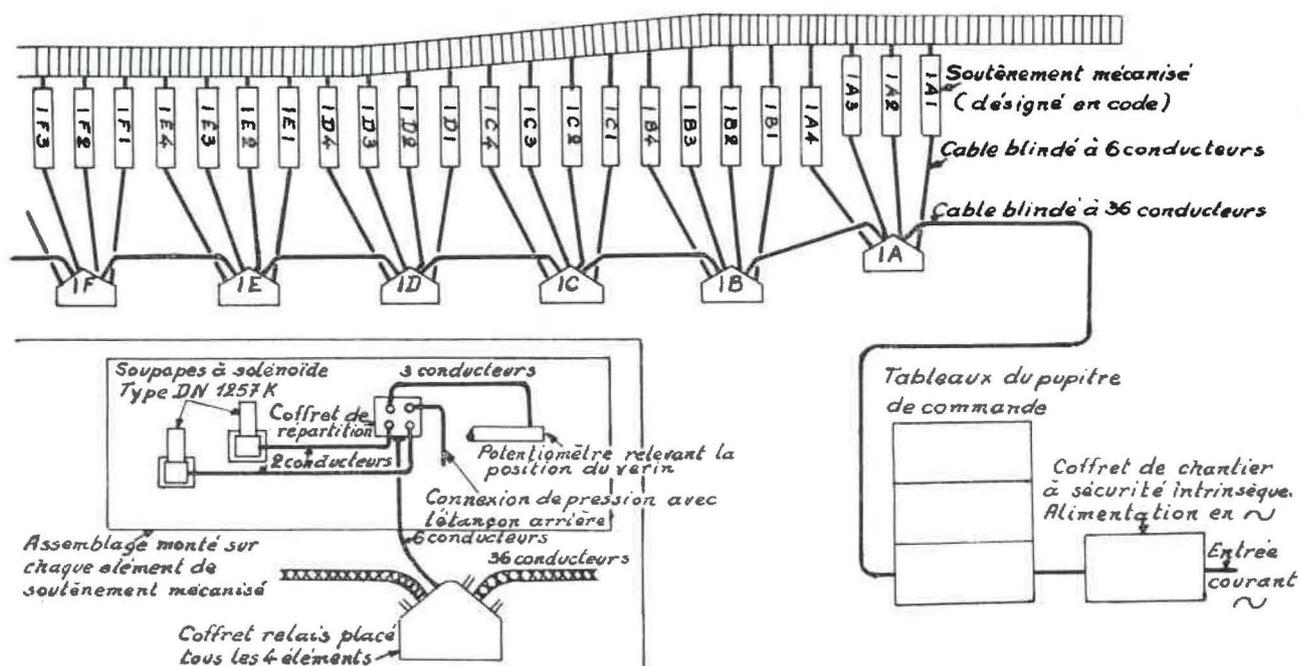


Fig. 19. — Schéma simplifié des circuits électriques.

passé donc sous l'équipement. Une auge spéciale a été construite pour porter les câbles et flexibles.

Les différents boggies sont couplés et avancés par 2 pousseurs montés le long de l'infrastructure du convoyeur.

4. CONCLUSIONS

Quel que soit le soin apporté aux projets de ce genre, il serait utopique de penser que l'équipement élaboré et son utilisation résoudraient au premier coup tous les problèmes en suspens.

En particulier, il ne faut pas s'attendre à réaliser, a priori, l'évaluation économique de la télécommande des opérations d'abattage. Les expériences d'Ormonde et de Newstead ont donc une signification spéciale ; elles fournissent les données sur la base desquelles on peut établir une estimation réaliste d'une telle automatisation. On peut se rendre compte dans quelle mesure il conviendrait d'étendre ou d'abrèger ces expériences ; on dispose enfin de renseignements précieux sur les caractéristiques qui n'avaient pu être prévues.

Ainsi, à Ormonde, sur quatre mois de fonctionnement, la taille a fourni une production de 41.000 t. Il a été démontré que le principe de fonctionnement était viable et en passe de répondre aux exigences minières.

Une solidité mécanique exceptionnelle s'est révélée être un facteur essentiel au fond, particulièrement pour les câbles, les fiches et les douilles.

Côté hydraulique, la soupape principale de contrôle confirme son usage pratique dans le soutènement marchant, mais la soupape pilote, qui a des orifices de dimensions réduites et des charges de fonctionnement faibles, doit être protégée par des filtres spéciaux.

Il reste à espérer que les divers organismes et constructeurs qui ont travaillé à la réussite du projet, acquièrent une expérience suffisante pour être en mesure de produire un équipement à des prix nettement inférieurs à ceux des projets pilotes (2).

A long terme, des améliorations substantielles peuvent être attendues de la télécommande, à savoir :

1^o) Amélioration du taux d'utilisation d'un matériel très coûteux. Actuellement, l'équipement taille est utilisé moins de 4 heures par poste de 7 1/2 h. En télécommandant le démarrage de l'engin et en ne l'arrêtant que pour l'entretien et les contrôles nécessaires, il sera possible d'obtenir au moins le double de la production actuelle (si toutefois le creusement des niches et voies le permet).

2^o) Amélioration du contrôle de la production du siège. Les renseignements dont on disposera permettront une action corrective plus rapide, en cas de panne ; le démarrage de tailles de réserve — pen-

(2) Soulignons que ces projets ne doivent pas être considérés comme une fin en eux-mêmes, mais bien comme le premier pas dans l'introduction de la télécommande à tout le processus d'abattage du charbon depuis la taille jusqu'au puits et, au-delà même, aux opérations de préparation du charbon.

dant le poste — se fera avec plus de souplesse. On pourra rapidement compenser les pertes de production des tailles où l'abattage serait stoppé par suite de pannes graves.

A la limite, en cas de télécommande complète de la mine, on affrontera plus facilement les fortes fluctuations de la demande. On évitera ainsi la constitution de gros stocks en été, en ralentissant les tailles au fond et cela sans grande fluctuation de personnel.

3°) Un guidage approprié de l'abatteuse permettra d'obtenir une plus grande uniformité de qualité du charbon (par exemple, moins de stériles). Outre l'augmentation du revenu direct qui en résultera, à long terme, cela entraînera la construction d'usines de préparation, à meilleur compte, usines conçues pour traiter un tout-venant bien défini, sans nécessité d'appareillages susceptibles de s'adapter à de larges variations de qualité du tout-venant.

4°) En réduisant ou éliminant le travail en taille, on pourra exploiter les couches plus minces qui réclament une haute productivité pour être viables.

5°) Un contrôle scientifique de la charge appliquée à l'engin d'abattage en allongera la durée d'existence ; subséquemment, on pourra réduire le nombre de machines tenues en réserve.

6°) L'éventail d'application des machines à un sens de coupe pourra être agrandi et permettra de renoncer aux engins plus complexes à deux sens de marche.

7°) Sur le plan des problèmes humains, les avantages sont aussi importants. Citons, l'élimination des conditions de travail les plus pénibles, la diminution des risques d'exposition au danger de la taille et de l'effort physique demandé au mineur.

Ceci pourrait conduire à une revalorisation du rang social du mineur et à une réduction de l'absentéisme.

DISCUSSION

Résumé de la discussion faisant suite à la communication de M. Bennett.

Q. : L'auteur paraît accepter facilement la présence de 540 soupapes en taille (contrôle du soutènement mécanisé) ; l'entretien de cet ensemble inspire pourtant des craintes à l'exploitant. Ne serait-il pas préférable de remplacer ces 540 unités par une seule soupape, placée en voie de base et associée avec un flexible multi-cellulaire ?

R. : Un tel flexible n'est pas inconcevable (en principe), mais il ne faut pas perdre de vue que sa mise hors service entraîne l'arrêt de toute la taille. Il est certain, de plus, que la conception et la maintenance de ce flexible poseraient de nombreux problèmes. Notre solution nous paraît donc préférable et la présence de 540 soupapes identiques, loin d'être une servitude, souligne notre effort vers une standardisation maximum de l'équipement. Ceci dit, nous nous efforçons de simplifier l'équipement de contrôle, ne serait-ce que pour en diminuer le prix de revient. Nous tendons à une combinaison optimale des aspects hydrauliques et électroniques du projet. Alors qu'actuellement, on procède au contrôle *successif* de piles *individuelles*, nous envisageons de créer des groupes de 4 piles, par exemple. Dans chaque groupe, une pile serait contrôlée électriquement et les trois autres par des circuits hydrauliques asservis.

Un essai va être tenté, dans ce sens, à Newstead. Au lieu d'utiliser un seul type de soupape pour toutes les fonctions de contrôle de la taille, nous nous proposons d'adopter des soupapes spéciales « sur mesure », à la fois pour la pile « maîtresse » et les

piles « asservies ». Il en résultera une diminution du prix de revient, car la soupape « sur mesure » sera de conception plus simple.

Q. : Le guidage vertical de la machine d'abattage est assuré par un émetteur de rayons γ associé à des compteurs Geiger qui mesurent la rétrodiffusion de l'isotope. Ces isotopes ont une demi-vie extrêmement courte et leur remplacement est donc fréquent. Vu les risques inhérents à la manipulation d'isotopes, surtout au fond, ceci présente de sérieux désavantages. N'envisage-t-on pas de faire appel à d'autres substances radioactives ?

R. : L'isotope en usage actuellement est le Thulium 170 ; sa demi-vie est de 127 jours (ceci signifie que tous les 127 jours, la puissance de la source est réduite de moitié). En pratique, cela impose de remplacer la source tous les trois mois, approximativement. Nous nous efforçons de parer à cette difficulté, d'autant plus que le même problème se présente avec le « Collins Miner ».

On a essayé, comme source radioactive, le Krypton 85 et plus récemment, un autre isotope, l'Americium 241, qui offre des avantages techniques et opérationnels considérables. C'est, en fait, un sous-produit de la fusion qui s'opère dans les réacteurs nucléaires ; grâce à une demi-vie de 400 ans, il n'y a plus de problème d'affaiblissement de puissance. De plus, il ne requiert pas plus de protection que le Thulium, ce qui permet de concevoir une source de format plus réduit. Le premier modèle sera incessamment mis à l'essai sur un « Collins-Miner ».

Q. : La source de radiations γ est voisine du soc de chargement. Tôt ou tard, il faudra le remplacer. Quel travail cela implique-t-il et quelles protections sont prévues ?

R. : La source actuelle, de la dimension d'un comprimé d'aspirine, est fixée sur le pourtour d'un cylindre en acier qui pivote à l'intérieur d'un cube du même métal. A la partie inférieure du cube, on a ménagé une fenêtre en aluminium à travers laquelle les rayons γ peuvent passer et atteindre les roches du mur, lorsque la source est bien orientée.

Doit-on retirer la source de la machine ? Il suffit alors de faire pivoter le cylindre porteur jusqu'à ce que la source se trouve approximativement au centre du cube d'acier. Dans cette position, la protection est maximum. Le niveau de radiations à la surface du cube est tellement faible qu'il en permet la manipulation, sans dangers. Le bloc complet, renfermant la source, est transporté à la surface dans un container spécial. Le remplacement se fait donc en surface.

Des instructions du Service des Mines sont en préparation et indiqueront la procédure précise à suivre dans ces conditions.

Q. : Si l'on détache le soc de la machine pour une raison quelconque, a-t-on prévu une protection contre les radiations ?

R. : La broche qui solidarise le soc de l'abat-teuse est couplée au porte-source de telle sorte que le découplage du soc fait automatiquement pivoter la source dans sa position de sécurité.

Q. : Y-a-t-il des dispositifs de protection prévus contre la surchauffe de l'huile de lubrification ou du fluide utilisé ?

R. : Rien n'a été prévu jusqu'ici pour fournir des indications télécommandées de la température des fluides utilisés. Dans d'autres installations pourtant, où l'on mesurait les performances des diverses machines (haveuses, rabots, etc...), on a relevé des mesures de température au moyen de thermistances (par exemple, dans le « Collins Miner »).

On peut noter cependant que toutes les pompes utilisées dans l'installation télécommandée sont protégées par disjoncteurs thermiques de conception classique.

Q. : L'adaptation de tôles pentées au convoyeur n'a-t-elle pas amené celui-ci, soit à pénétrer dans un mur tendre, soit à monter sur un charbon dur restant au mur ?

R. : Nous l'avons dit, ce système ne nous a causé aucun ennui. Mais rappelons que nous avons choisi la meilleure taille disponible pour notre expérience. Après quelques difficultés initiales, le dispositif chercheur a très bien fonctionné et nous avons ainsi

préparé un mur propre à la circulation du convoyeur. Si on excepte les rares moments où le dispositif chercheur était hors service, nous avons toujours maintenu un niveau favorable et le convoyeur s'est ripé sans ennuis.

Q. : Voyez-vous des applications possibles de la télévision en circuit fermé, en taille ?

R. : Ce problème a déjà été soulevé en relation avec d'autres aspects de l'équipement souterrain de contrôle. Les tensions d'utilisation du tube à rayons cathodiques et les autres parties d'une installation de télévision accentuent les difficultés en ce qui concerne la sécurité électrique.

La conception actuelle d'une installation TV de sécurité intrinsèque entraînerait à coup sûr l'utilisation de matériel antidéflagrant. Il n'est pas impossible de prévoir un déplacement de la caméra sur le convoyeur de taille, encore que cela causerait un nouveau problème de manutention de câble. Je pense d'ailleurs que, dès à présent, nous avons, à partir des tableaux de télécommande de la voie, une idée assez claire de ce qui se passe en taille. En plus, et pendant longtemps encore, je crois qu'un poste d'inspection se justifiera, avant l'exploitation, pour s'assurer des conditions de toit, de dégagement de grisou, etc...

Je n'en demeure pas moins convaincu que la TV, en circuit fermé, peut jouer un rôle important dans d'autres domaines d'activité du siège d'extraction.

Q. : Quel genre de pannes avez-vous subi ?

R. : En fait, elles ont été assez rares jusqu'à présent. Côté hydraulique, nous n'avons constaté aucune fuite ; en fait, l'entretien a été facilité par l'utilisation des soupapes standards.

On peut signaler que l'équipement de taille comporte 2.000 transistors, 1.300 fiches et douilles associées, 10.000 broches individuelles. En trois mois, nous avons dû remplacer 1 diode et 1 transistor. Ces éléments faisant partie de coffrets de pile, ceux-ci sont, dans ces cas, remontés en surface pour réparation.

Pour l'installation électrique, en effet, nous n'escomptons actuellement pas faire autre chose au fond que de changer en bloc toute unité défectueuse. Les unités de contrôle (montées sur des panneaux de 25 x 50 cm) et les coffrets de piles ou de sections sont facilement retirés et remplacés : les circuits d'« exploration », transistorisés, sont imprimés, si bien que leur remplacement n'est qu'une question de manipulation. Il est bien certain que, malgré tout, une certaine connaissance des circuits électroniques et des semi-conducteurs s'avère indispensable.

Q. : L'auteur nous a parlé du dispositif « anti-obstructions » disposé de part et d'autre de l'abat-

teuse. Existe-t-il d'autres dispositifs de protection dans l'équipement ? Sont-ils automatiques ou actionnés par l'opérateur à la réception du signal ?

R. : J'ai déjà parlé des dispositifs montés dans le circuit « explorateur » qui nous indiquent si la synchronisation des opérations est correcte. De la même manière, nous sommes avertis d'une chute de pression dans les étauçons, chute due aux fuites ou aux éclatements des flexibles, dès que nous « explorons » la taille.

De plus, si le ripage d'une pile est incomplet, l'extension insuffisante du vérin est enregistrée et transmise. Lors des déplacements des piles, on actionne des dispositifs avertisseurs placés dans les coffrets de section. En effet, la manœuvre du soutènement mécanisé à partir du pupitre général peut se révéler dangereuse dans ces circonstances, puisque du personnel peut être occupé à de l'entretien ou à des modifications en taille. Ce personnel est à même d'arrêter la suite des opérations s'il le juge nécessaire.

Q. : Dans ses conclusions, l'auteur déclare qu'avec une taille télécommandée bien au point, on arrivera à doubler, au moins, la production actuelle si le creusement des voies et des niches le permet.

L'auteur a-t-il envisagé le remplacement de l'abatteuse à un sens de coupe, actuellement utilisée, par une abatteuse à deux directions de coupe pour arriver à ce but ?

R. : Nous avons eu suffisamment de problèmes avec la machine unidirectionnelle pour vouloir compliquer notre expérience en utilisant une machine bidirectionnelle. Je crois d'ailleurs que ces abatteuses sont d'application limitée dans l'industrie minière, surtout si on se préoccupe davantage de la granulométrie du charbon. En escomptant une production accrue, je pensais moins à la machine qu'à son taux d'utilisation ; une taille télécommandée peut travailler sans arrêt, ce qui n'est pas le cas pour une taille classique. C'est ce qui me donne l'espoir de doubler le tonnage actuel.

REMERCIEMENTS

Comme indiqué en première page, cet article constitue la traduction adaptée d'un article de Monsieur A.E. BENNETT intitulé « The remotely controlled longwall face », paru dans le numéro d'août 1963 de la revue « The Mining Electrical and Mechanical Engineer », de la discussion relative à cet article parue dans le numéro de novembre 1963 de la même revue, et d'un autre article intitulé « Remotely operated longwall face », paru dans le numéro d'août 1963 de la revue « Colliery Engineering ».

L'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar) est particulièrement reconnaissant à Monsieur A.E. BENNETT, à l'« Association of Mining Electrical and Mechanical Engineers » et au directeur de la revue « Colliery Engineering » qui ont aimablement autorisé cette publication en langue française.
