

# Automatisation et mécanisation dans les mines (\*)

par P. TAMO,

Ingénieur principal à INICHAR.

## SAMENVATTING

De automatisering heeft veel minder snelle voortgang gemaakt in de ondergrondse werken dan op de bovengrond. Deze vertraging is te wijten aan de vaak onvoorziene moeilijkheden van natuurlijke aard die de mijnwerker te overwinnen heeft evenals aan het steeds wisselend karakter van de houwplaatsen. Na eerst te zijn toegepast in die werkplaatsen waar de omstandigheden het gunstigst waren, is de automatisering op het huidig ogenblik doorgedrongen tot elk gebied van de ondergrondse activiteit, zelfs, ondanks alle moeilijkheden, tot de winplaatsen. Zij streeft er naar het ondergronds rendement te verhogen en tevens de veiligheid te dienen, en wil een vervangmiddel zijn voor de ontbrekende arbeidskrachten.

Mechanisering en concentratie hebben een aanzienlijke vermeerdering van de vervoerde tonnage voor gevolg gehad; de toenemende automatisering van de extractie en het vervoer op de hoofdlijnen heeft toegelaten aan deze vermeerdering het hoofd te bieden. Talrijke extractiemachines werden geautomatiseerd; hetzelfde geldt voor de behandeling van de wagentjes op de laad- en losvloeren; de ingebruikneming van een enige extractieverdieping op 600 m in de mijn Friedrich Heinrich in het Ruhrbekken is hiervan een typisch voorbeeld.

In de schacht Simon van de Charbonnages du Groupe de Petite Rosselle in het bekken van Lotharingen werden de voornaamste laadvloeren volledig geautomatiseerd.

In de ontginningswerkplaatsen kan men de vervoerbanden half of geheel automatisch laten werken. De kolenmijn Limburg-Maas in België heeft haar in serie geschakelde transportbanden uitgerust met toestellen die het vertrek en de stilstand evenals de controle van de tussengelegen drijfhoofden automatisch verzekeren; soortgelijke inrichtingen werken in het buitenland.

In de pijlers hebben de machines voor het mechanisch winnen en laden grote uitbreiding genomen;

## RESUME

L'automatisation s'est développée moins rapidement dans les travaux du fond que dans l'industrie de surface. Ce retard est imputable aux difficultés naturelles souvent imprévisibles que doit vaincre le mineur et au caractère mouvant des chantiers d'exploitation. D'abord introduite dans les travaux les moins influencés par les conditions naturelles, l'automatisation se développe actuellement dans tous les domaines, y compris celui bien difficile du chantier d'abatage. Elle a pour but d'augmenter le rendement des travaux, tout en accroissant la sécurité et de parer au manque de main-d'œuvre.

La mécanisation et la concentration des travaux ont fortement accru les tonnages transportés; le développement de l'automatisation dans les domaines de l'extraction et des transports principaux a permis d'absorber ce supplément de tonnage. De nombreuses machines d'extraction ont été rendues automatiques, les opérations de manutention des berlines aux recettes des puits ont été également automatisées, l'installation de l'unique étage d'extraction de 600 m à la mine Friedrich Heinrich dans la Ruhr en est un exemple typique.

Au puits Simon des Charbonnages du Groupe de Petite-Rosselle du bassin de Lorraine, les points de chargement principaux fonctionnent automatiquement.

Dans les chantiers d'exploitation, la marche des transporteurs à courroie peut être entièrement ou partiellement automatisée. La mine de Limbourg-Meuse en Belgique a installé sur les convoyeurs fonctionnant en série des dispositifs rendant automatiques le démarrage, l'arrêt et le contrôle des têtes motrices intermédiaires; des réalisations similaires sont en service à l'étranger.

En taille, les machines qui pratiquent l'abatage et le chargement mécaniques sont largement déve-

(\*) Cet article, ainsi que celui de M. DESCHAMPS paru dans le numéro de juin 1962, ont fait l'objet d'exposés à la tribune de l'I.B.R.A. à Charleroi.

bijna 60 % van de produktie wordt met dergelijke procédés verkregen. Men wil de automatisering op dit gebied verder doorvoeren door de machines volledig zelfstandig te laten lopen. De opzoekingen in die richting worden actief voortgezet, vooral in Engeland, en de resultaten zijn zeer bemoedigend.

De mechanisering van de ondersteuning maakt snelle vorderingen; en systeem voor volledig automatische ondersteuning ligt ter studie in Frankrijk in het bekken van Provence.

Voor het delven van de galerijen en de nissen van de gemechaniseerde pijlers worden op dit ogenblik in verschillende landen in de ondergrond proeven verricht met verscheidene typen van machines.

Onbetwistbaar is het nut van de automatisering van de bemaling: hier zijn de installatiekosten zeer vlug geamortiseerd.

Het investeren van steeds grotere kapitalen voor de mechanisering van de ondergrond brengt de noodzakelijkheid mee van een strenge controle op het gebruik van het materiaal; hieraan is het ontstaan te danken van de stations voor telecontrole op de bovengrond. De kolenmijn van Zwartberg was de eerste in België om dergelijk station in gebruik te nemen; in de Ruhr bestaat het op verschillende mijnen. In Frankrijk heeft Cerchar een mijngastelemeter uitgewerkt waarmee het mogelijk is op de bovengrond het mijngasgehalte in de luchtstroom op een willekeurig punt van de mijn te meten en op te tekenen.

loppées; près de 60 % de la production sont obtenus par ces procédés. On envisage d'automatiser intégralement ces opérations en rendant la conduite des machines totalement automatique. Des études dans ce domaine sont activement poursuivies, notamment en Grande-Bretagne; les résultats obtenus sont très encourageants.

La mécanisation du soutènement progresse rapidement; un système de soutènement entièrement automatique est étudié en France dans le bassin de Provence.

Pour le bossement des voies et le creusement des niches des tailles mécanisées, plusieurs machines sont aux essais au fond dans différents pays.

L'automatisation de l'exhaure est d'un intérêt indiscutable, les frais d'installation sont dans ce cas très vite amortis.

Les investissements de plus en plus élevés nécessités par la mécanisation du fond exigent un contrôle rigoureux de l'utilisation du matériel, d'où naissance des stations de télécontrôle en surface; la mine de Zwartberg fut la première à utiliser une telle station en Belgique; dans la Ruhr, plusieurs mines en sont équipées. En France, le Cerchar a mis au point un télégrisoumètre capable de mesurer et d'enregistrer en surface la teneur en grisou du courant d'air en un point quelconque de la mine.

## INHALTSANGABE

Die Automatisierung hat sich im Untertagebetrieb weniger rasch entwickelt als übertage. Der Grund hierfür liegt in den naturgegebenen und oftmals nicht vorauszusehenden Schwierigkeiten, die der Bergmann überwinden muss, sowie im beweglichen Charakter der Abbaubetriebe. So versteht es sich, dass die ersten Schritte zur Automation im Bergbau dort unternommen wurden, wo der Einfluss der natürlichen Bedingungen am geringsten ist. Inzwischen aber macht die Automation in allen Zweigen des Untertagebetriebes Fortschritte, auch unter den sehr schwierigen Vorbedingungen, die in der Gewinnung gegeben sind. Ihr Ziel ist eine Erhöhung der Leistung bei gleichzeitiger Erhöhung der Sicherheit und daneben die Einsparung von Arbeitskräften.

Durch die Mechanisierung und Konzentration des Grubenbetriebes sind die zu befördernden Mengen erheblich gestiegen; die fortschreitende Automatisierung der Förderung in den Schächten und Hauptstrecken hat es ermöglicht, den Transport dieser zusätzlichen Mengen zu bewältigen. Eine grosse Anzahl von Gewinnungsmaschinen arbeitet bereits automatisch; das gleiche gilt für den Förderwagenbetrieb in den Füllrörtern. Die eindrucksvolle

## SUMMARY

Automation has not developed so quickly underground as it has at the surface. This delay is due to the natural and often unforeseen difficulties which the miner has to overcome and to the moving nature of the working places. First introduced in workings less affected by the natural conditions, automation is now developing in all fields, including the very difficult one of coal-getting. Its purpose is to increase output whilst ensuring greater safety and providing against shortage of man-power.

The mechanization and concentration of works have considerably increased the transported tonnages; this development of automation for hoisting purposes and main haulage systems has made it possible to deal with this extra tonnage. A great many hoisting machines have been made automatic, the operations of handling the mine-cars at the pit-head have also been made automatic, the installation of the single main level of 600 m in the Friedrich Heinrich mine in the Ruhr is a typical example.

At the Simon pit in the Collieries of the Petite Rosselle Group in the Lorraine basin, the main loading points work automatically.

600 m-Fördersohle der Zeche Friedrich Heinrich im Ruhrgebiet bietet hierfür ein typisches Beispiel.

Im Schacht Simon der Zechengruppe Kleinrosseln im lothringischen Revier arbeiten die Hauptladestellen automatisch. Im Streb kann man den Betrieb der Förderbänder vollständig oder teilweise automatisieren. In Belgien werden auf der Zeche Limburg-Meuse hintereinandergeschaltete Förderbänder — Anfahren und Stillsetzen von Haupt- und Zwischenantrieben — automatisch gesteuert ; ähnliche Einrichtungen sind auch im Ausland im Betrieb.

Im Streb sind mechanische Gewinnungs- und Lademaschinen weitgehend verbreitet ; sie erbringen fast 60 % der Gesamtförderung. Geplant ist die völlige Automatisierung der Arbeit dieser Maschinen. Die Bemühungen in dieser Richtung werden energisch verfolgt, vor allem in England, und die Ergebnisse sind vielversprechend. Auch die Mechanisierung des Ausbaus macht rasche Fortschritte. In Frankreich werden Versuche mit einem voll-automatischen Ausbau im Provence-Revier durchgeführt. In mehreren Ländern sind versuchsweise mehrere Maschinen für das Nachreißen von Strecken und das Auffahren von Ställen in mechanisierten Streben im Einsatz. Besonders lohnend erscheint die Automatisierung der Wasserhaltung ; gerade hier lassen sich die Anlagekosten in kurzer Zeit hereinholen.

Die immer weiter steigenden Investitionskosten, die die Mechanisierung des Untertagebetriebes erfordert, nötigen zu einer genauen Kontrolle der Verwendung des Materials. Dies hat Anlass zur Anlage von Grubenwarten über Tage gegeben. Die erste Anlage dieser Art in Belgien ist auf der Zeche Zwartberg in Betrieb genommen worden ; im Ruhrgebiet besitzen mehrere Zechen Grubenwarten. In Frankreich hat das Cerchar ein Schlagwettermessgerät entwickelt, das den Gasgehalt der Grubenwetter an jedem beliebigen Punkt der Grube über Tage anzeigt.

In the working places, the working of the belt conveyors may be made completely or partly automatic. The Limburg-Meuse mine in Belgium has fitted the conveyors which work in series, with devices rendering automatic the starting, halting and control of the intermediary motor units ; similar achievements are in service abroad.

At the face, the mechanical coal-getting and loading machines have been developed considerably, nearly 60 % of production is obtained by these systems. It is planned to render these operations completely automatic by making the driving of the machines entirely automatic. Research in this field is being actively carried out, particularly in Great-Britain, and the results obtained are most encouraging.

The mechanization of the support is progressing rapidly, a system of entirely automatic support is being studied in France in the Provence basin.

For the ripping of the roads and the driving of stable-holes in the mechanized faces, several machines are being tried out underground in various countries.

The automation of mine-drainage is of undeniable interest, the installation costs being very rapidly amortized in this case.

The ever increasing investments required for mechanization underground demand a strict control of the use of material, hence the introduction of telecontrol posts at the surface ; the Zwartberg mine was the first to use such a post in Belgium ; in the Ruhr, several mines have them. In France, the Cerchar has produced a tele-firedamp detector, which can measure and record at the surface the percentage of firedamp in the air current at any given point in the mine.

## I. DEFINITION DE L'AUTOMATISATION

Par définition, l'automatisation d'une opération a pour but la réalisation de celle-ci sans intervention humaine. Puisque toute opération résulte de la combinaison d'autres, plus élémentaires, décomposables à leur tour, l'automatisation existera donc à des degrés divers et sera d'autant plus poussée qu'elle englobera des opérations plus élevées dans la hiérarchie d'ensemble.

Si l'on considère que le travail humain résulte des trois fonctions principales simples : travail musculaire, perceptions sensorielles, coordination par l'intelligence, l'automatisation relèvera de ces trois fonctions. A l'effort musculaire correspondra la mé-

canisation, aux fonctions sensorielles le contrôle du travail mécanique, à l'intelligence une partie du travail intellectuel qu'effectue l'individu et qui influencera dans un sens prédéterminé l'exécution du travail mécanique.

Les machines automatiques seront d'autant plus évoluées qu'elles rempliront plus de fonctions. Le but de l'automatisation sera d'améliorer la sécurité des mines et la productivité.

Que peut-on espérer de l'automatisation au fond des mines ?

Alors que cette discipline se développe de plus en plus dans de nombreuses industries, elle semble accuser un sérieux retard dans les travaux du fond.

Ce retard est dû à plusieurs raisons dont les principales sont, d'une part la dépendance directe des travaux vis-à-vis de la nature avec tout ce que cela comporte d'imprévisible, et d'autre part le caractère mouvant des travaux.

L'atelier de travail se déplaçant tous les jours, rencontre des conditions naturelles essentiellement variables, que ce soit l'allure des couches, les pressions de terrain, les dégagements de grisou, tous phénomènes naturels que doit supporter et auxquels doit s'adapter le mineur.

Toutefois, les effets de la nature sur les travaux du fond exercent une influence plus ou moins directe suivant le travail envisagé.

En première approximation, les travaux peuvent être classés en deux groupes bien distincts réunissant, d'une part les opérations plus ou moins à l'abri des imprévus journaliers, et d'autre part les travaux comportant une somme d'éléments imprévisibles en face desquels il faut réagir instantanément.

Dans le premier groupe, nous classerons par exemple l'exhaure principale, l'extraction, les accrochages, certains transports principaux. Dans le second groupe, nous trouverons les travaux de la taille, du chantier.

## 2. QUELQUES APPLICATIONS DE L'AUTOMATISATION

Les opérations de surface, traitement du brut, transport et manutentions des produits et du matériel, fabriques de claveaux, etc. offrent un vaste domaine d'application à l'automatisation. Les réalisations sont d'ailleurs nombreuses et sont assez semblables à celles d'autres industries. Ce sujet dépasse les limites de cet exposé qui n'envisage que le domaine purement minier.

### 21. AUTOMATISATION DES TRANSPORTS SOUTERRAINS

Le transport fait l'objet des préoccupations constantes de l'ingénieur d'exploitation. Un professeur français déclarait que l'art du mineur résidait à faire le vide derrière l'abatteur; on conçoit la difficulté du problème lorsque cet abatteur s'est transformé petit à petit en machines d'abatage qui atteignent actuellement des puissances de 100 ch et davantage.

Le développement de la mécanisation a d'ailleurs sensiblement accru les tonnages transportés.

Suivant les études faites en 1957 dans un siège du bassin de la Ruhr qui produisait 8.500 t dont 50 % provenaient de tailles entièrement remblayées, le tonnage de charbon brut et de matériel transporté journalièrement atteignait 15 à 17.000 t et ce, sur des

Si l'automatisation des travaux du premier groupe paraît aisée, les problèmes soulevés par l'automatisation des opérations du second groupe sont très ardues.

Les conditions de gisement difficiles des mines belges nous obligent bien souvent à résoudre des problèmes inconnus de nos voisins plus favorisés par la nature.

Au point de vue économique, certaines opérations peuvent être automatisées moyennant des frais d'investissement relativement faibles et très vite récupérés; l'automatisation de l'exhaure en est un exemple typique; les investissements consentis dans ce cas sont souvent récupérés en une année.

D'autres opérations impliqueront des frais plus élevés, récupérables à long terme; ainsi, la mise en œuvre de l'automatisation de l'extraction pose un problème de rentabilité très complexe. Un des rôles essentiels de l'automatisation, dans la conjoncture actuelle, est de parer, dans la mesure du possible, au manque de main-d'œuvre, à tel point que, même si l'automatisation n'a pas toujours pour effet une diminution du prix de revient, elle doit malgré tout être envisagée si elle permet une réduction du poste main-d'œuvre. Bien sûr, toute médaille a son revers et le gain de main-d'œuvre possible doit être accompagné d'une qualification du personnel souvent supérieure, ce qui crée un nouveau problème.

distances variant de 3,5 à 4 km. A 33 t de charbon extrait correspondait une tonne de matériel, et ce transport occupait à lui seul un ouvrier.

Bien sûr, peu de mines belges atteignent de tels chiffres; cependant, compte tenu des moyens de transport dont nous disposons généralement et de nos conditions de gisement, ce problème n'en est pas pour autant simplifié. Le manque à vide au chantier traduit souvent les déficiences du roulage dans les galeries, les puits ou en surface.

Pour être efficiente, l'automatisation des transports principaux imposera comme condition préalable l'étude approfondie de l'organisation des transports depuis le triage jusqu'au point de chargement. Cette organisation doit tenir compte de l'irrégularité du débit des tailles et des migrations dans l'espace des points de chargement principaux, migrations d'autant plus fréquentes que les gisements sont moins réguliers.

### 211. Extraction proprement dite.

A l'étranger, plusieurs machines d'extraction ont été rendues complètement automatiques; en Belgique, quatre machines d'extraction semi-automatiques sont actuellement en service. Elles peuvent être rendues entièrement automatiques; en outre,

tout en conservant les mêmes dispositifs de sécurité qu'en marche automatique, elles permettent tous les genres de marche d'une machine conventionnelle.

Ce sujet a fait l'objet de plusieurs exposés détaillés, publiés dans les Annales des Mines de Belgique.

Ces machines sont commandées par des groupes Ward Léonard et sont pourvues d'amplificateurs magnétiques assurant la régulation précise de la vitesse, le contrôle de l'accélération, la limitation du couple; elles sont équipées de nombreux dispositifs de sécurité.

Les deux premières furent installées en Campine dans un des puits du charbonnage d'Helchteren-Zolder, l'extraction étant assurée dans le puits par des skips.

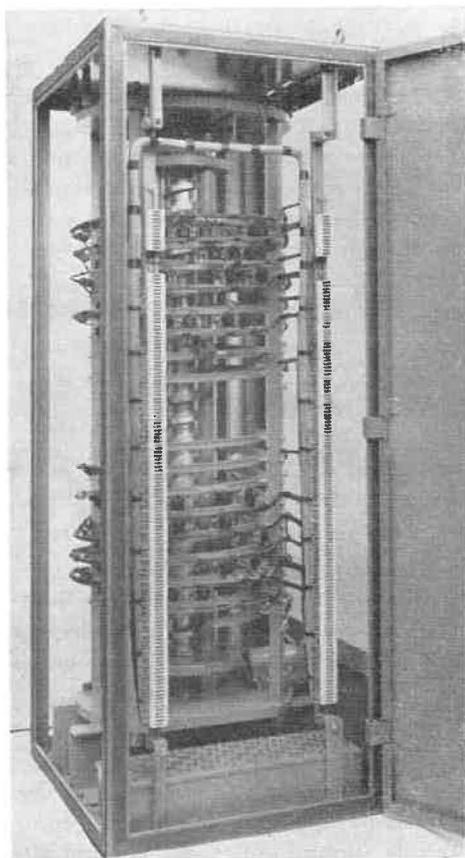


Fig. 1. — Ralentisseur type A.C.E.C. pour machines d'extraction automatiques.

Le ralentisseur automatique de commande est de construction belge, réalisé par les Ateliers de Constructions électriques de Charleroi (fig. 1). Il est constitué de deux parties distinctes, l'une mobile autour d'un axe vertical, l'autre fixe, concentrique à la première, est chargée d'un certain nombre de relais actionnés par la partie mobile (aimant permanent). La partie fixe représente le puits, tandis que la partie mobile, se déplaçant à une vitesse proportionnelle à la cage ou au skip de bas en haut

et de haut en bas, est l'image de la cage en mouvement dans le puits.

Ces machines utilisent le système Koepe; pour parer au glissement du câble d'extraction sur la poulie motrice, un dispositif spécial ramène, après chaque translation et automatiquement, la cage en concordance avec l'indicateur décrit.

Les deux autres machines sont montées sur des châssis-tours en béton et sont du type Koepe à 4 câbles; l'une est en service au charbonnage d'Espérance et Bonne Fortune à Liège, elle est de construction ASEA; l'autre au charbonnage de Roton-Farciennes au siège Sainte-Catherine; son fonctionnement est également assuré par un ralentisseur ACEC (fig. 1).

Ces deux dernières machines assurent l'extraction par cages et berlines; les manœuvres de transfert sont automatiques.

## 212. Encagement et décapage des berlines.

Les appareils automatiques devront agir suivant un ordre bien déterminé sur les appareils suivants :

- barrières de sécurité, éventuellement portes de sas,
- planchers mobiles,
- arrêt du puits,
- écluseurs et pousseurs.

Dans un système semi-automatique, un seul préposé provoquera ces manœuvres en utilisant un levier placé sur un pupitre de commande; ce pupitre sera conçu de telle façon qu'il soit possible de réaliser individuellement chaque opération.

Après encagement de chaque palier, le préposé doit avertir le machiniste d'extraction ou le circuit automatique de la machine si celle-ci est entièrement automatique, afin de recevoir le palier de cage suivant.

Plusieurs installations du genre ont été réalisées à l'étranger; une installation est en cours de réalisation dans un charbonnage de Campine.

Dans une installation d'encagement entièrement automatique, l'arrivée de la cage entraîne le déclenchement des opérations successives; le machiniste d'extraction est averti automatiquement qu'il doit déplacer la cage. En fin d'encagement, la cage commande la fermeture des barrières et taquets d'arrêt de puits.

Un encageur automatique peut être combiné avec une machine d'extraction automatique; dans ce cas, l'intervention humaine peut être exclue de l'ensemble de ces opérations.

De telles installations sont à présent en service. Le but principal de ces machines est d'accroître la capacité d'extraction tout en augmentant la sécurité. Il est important de remarquer que les dispositifs de sécurité utilisés sur ces machines peuvent être montés sur des installations existantes, même non automatisées, qu'elles soient électriques, hydrauliques

ou pneumatiques. Les interrupteurs magnétiques et l'emploi de cellules photoélectriques sont particulièrement indiqués dans ces cas d'application.

**213. Manutention des berlines aux recettes du fond.**

L'automatisation de l'extraction et des encageurs doit être accompagnée, pour être fructueuse, d'une organisation et d'une structure suffisante des circuits de recette aux abords des puits.

En Belgique, la recette d'alimentation des skips de la mine de Helchteren-Zolder est bien automatisée. Elle comprend une batterie de trois culbuteurs alimentés chacun par une chaîne et des pousseurs électriques (fig. 2). La mise en mouvement de la



Fig. 2. — Recette d'alimentation des skips de la mine de Helchteren-Zolder, batterie de trois culbuteurs.

chaîne d'alimentation, du pousseur et du culbuteur se fait automatiquement à partir d'un poste de commande central actionnant des vannes et pédales électropneumatiques qui agissent sur des embrayages à disques et des poulies freins. Le tout est équipé de nombreux asservissements de sécurité.

A partir des culbuteurs, les produits sont acheminés par des transporteurs inclinés vers un crible 0/400 mm, puis emmagasinés dans un silo. Sous celui-ci, des « trémies jauges » préparent la charge de chacun des quatre skips. L'indicateur de niveau maximum des trémies est basé sur la radioactivité (fig. 3). Les rayons  $\beta$  et  $\gamma$  engendrés par un émetteur bombardent un récepteur, tube de Geiger; un courant circule alors entre les électrodes du tube.

Après amplification, ce courant peut actionner un relais inverseur. Lorsque la trémie est remplie, l'émetteur ne peut bombarder le récepteur, et inversement lorsqu'elle se vide. La source radioactive est l'isotope 60 du cobalt.

Comparé à d'autres dispositifs, ce système présente l'avantage de supprimer tout contact entre le produit et les organes de contrôle.

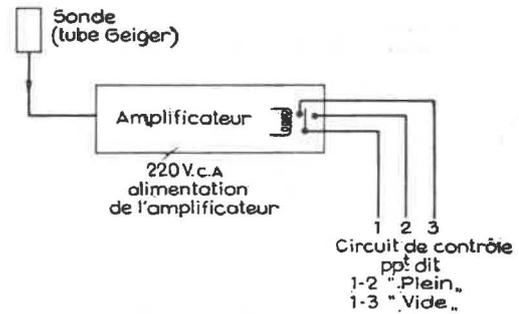
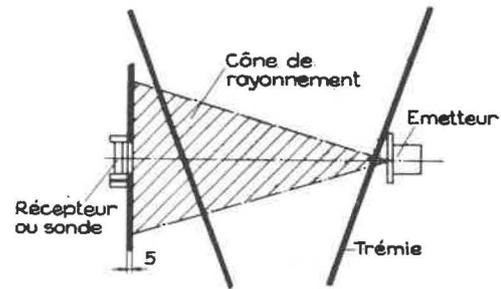


Fig. 3. — Principe de fonctionnement du niveau radioactif.

Les installations de skips sont reliées aux machines d'extraction automatique. Un réseau d'interphonie propre réunit les différents points principaux de l'installation qui sont particulièrement surveillés à l'aide d'appareils enregistreurs (1).

Dans la Ruhr, l'accrochage de la mine Friedrich-Heinrich a été réalisé en épuisant les derniers progrès techniques en la matière.

L'extraction de ce siège est concentrée en un seul étage, à la profondeur de 600 m (extraction dans le puits par skips).

Le tonnage total des produits et du matériel qui circule chaque jour à cet accrochage atteint actuellement 25.000 t.

Les transports principaux sont assurés par des trains de longueur constante d'une capacité de 64 ou 96 t. Les trains de charbon sont culbutés au puits n° 1 (fig. 4); les pierres de creusement des voies alimentent un concasseur d'où elles sont rechargées vers les chantiers à remblayer.

En moyenne, chaque jour, 375 trains quittent l'envoyage, 375 autres y arrivent. Cette circulation est assurée pour 85 % entre 6 h et 22 h, donc sur 16 heures aux deux postes principaux; la cadence de départ et d'arrivée des trains descend souvent à moins d'une minute. On conçoit que, pour atteindre régulièrement une telle cadence en toute sécurité, il a fallu étudier de très près les circuits des trains et disposer d'un appareillage très important.

La circulation à l'accrochage est circulaire, à sens unique. Les circuits sont schématisés par des flèches

(1) Voir à ce sujet Annales des Mines de Belgique, avril 1960.

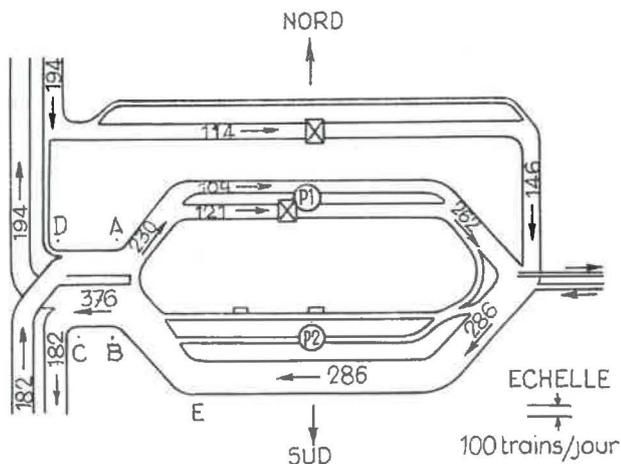


Fig. 4. — Schéma de la nouvelle recette de l'étage de 600 m à la mine Friedrich-Heinrich dans la Ruhr.

La largeur des canaux est proportionnelle au nombre de trains qui les parcourent chaque jour.

P 1 : puits n° 1.

P 2 : puits n° 2.

C 1 : Culbuteur à charbon pour les rames venant du Sud.

C 2 : Culbuteur à charbon pour les rames venant du Nord.

B : Concasseur à pierre.

D : Point de chargement de pierres concassées.

sur la figure 4. Un convoi venant du nord passe par une galerie propre qui l'amène vers les culbuteurs. Une fois vidé, il est ramené vers le nord par une autre galerie. La largeur des canaux schématisés sur la figure est proportionnelle au débit journalier circulant dans ceux-ci. On voit que les nœuds importants sont situés aux points ABCD et E.

La longueur totale du réseau des galeries aux alentours des puits a été portée à 18 km.

La circulation des trains est entièrement réglée par un seul homme à partir d'un poste de commande central situé à l'étage (fig. 5).

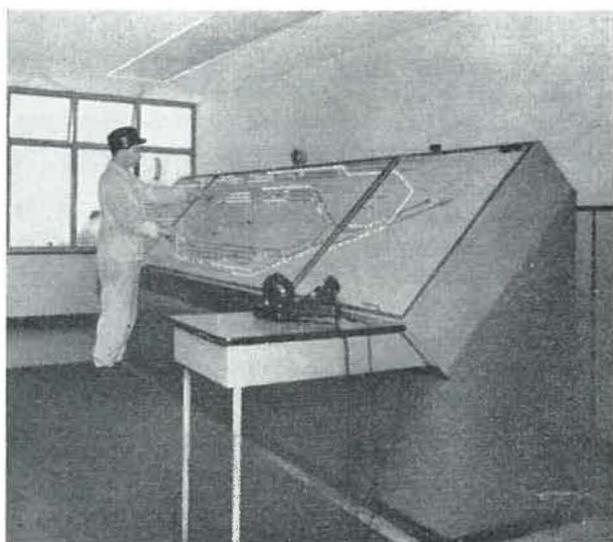


Fig. 5. — Poste central de distribution situé à l'étage de 600 m et vue du nouveau tableau synoptique.

Cet homme dispose d'un tableau synoptique muni de commandes par boutons-poussoirs. Il peut ainsi commander 78 aiguillages disposés sur 108 voies d'accès différents. Il contrôle 104 sections de voies principales et 48 sections secondaires. En plus du poste central, des circuits auxiliaires fonctionnent automatiquement; c'est le cas de l'alimentation et du dégagement des culbuteurs et des voies de garage à cet endroit.

En actionnant les boutons-poussoirs, le surveillant déclenche automatiquement les aiguillages, les verrouillages et la signalisation correspondant à la situation qu'il établit. A tout moment, il peut contrôler l'état des voies et juger des manœuvres à accomplir grâce à son tableau synoptique analogue à ceux utilisés au chemin de fer.

Dans la salle voisine du poste de manœuvre se trouve un surveillant qui est en relation constante par téléphone avec les machinistes des trains venant des différents quartiers. Il dispose d'une petite table de manœuvre qui lui permet de communiquer par

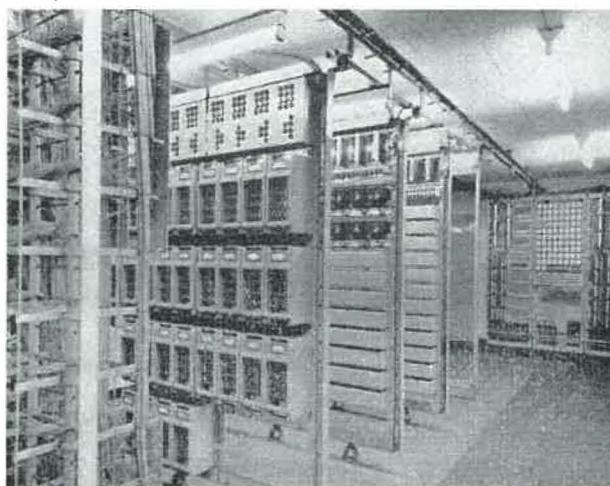


Fig. 6. — Salle climatisée installée au fond, groupant tous les relais de commande.

code lumineux avec le préposé au poste de manœuvre qui réglera son trafic en fonction des renseignements reçus. Les relais de commande sont groupés dans une salle spéciale climatisée; il y a plus de 2.000 relais (fig. 6). Cette salle est destinée à recevoir également le relais d'une centrale de télécontrôle pour les opérations du fond et de la surface.

#### 214. Transport en bouveaux.

L'automatisation de ces transports exige généralement une concentration suffisante aux points de chargement principaux. Les moyens d'abattage anciens obligeaient les exploitants à utiliser un grand nombre de chantiers pour assurer l'extraction maximum d'un siège; les produits circulaient en faible quantité dans de nombreux bouveaux, d'où l'exis-

tence des petites berlines guidées par des rails légers et tractées par des moyens de faible puissance.

Les progrès réalisés en matière d'abattage permettent de concentrer les transports principaux; l'augmentation du tonnage transporté, due à cette concentration, entraîne un renforcement des moyens de transport, capacité des berlines, profil des rails, locomotives plus puissantes. Les charbonnages du Groupe de Petite-Rosselle du bassin de Lorraine ont entièrement mécanisé certains points de chargement principaux; ces installations fonctionnent au puits Simon.

Les trains ont toujours une composition identique, 16 berlines de 6 t de capacité, soit 96 t par train; les berlines sont à déversement latéral et accouplement automatique; les rails sont du type 36 kg/m.

Le point de chargement est alimenté par 3 convoyeurs à bande qui déversent les produits dans un appareil central appelé extracteur, capable d'un débit de 800 t/h (fig. 7).

et, ouvert, en sens contraire (fig. 8). Ce système empêche la chute des produits entre les berlines. La trémie est munie d'une cellule photo-électrique et de palpeurs latéraux.

Au début du chargement de la berline n° 2, par exemple, les palpeurs latéraux puis la cellule photo-électrique détectent le niveau du charbon dans la trémie et commandent l'avancement du ravanceur R<sub>2</sub>.

En fin de chargement de la berline n° 2, l'action combinée du ravanceur et des pédales P<sub>1</sub> et P<sub>2</sub> déclenche la mise en route du programme de changement de berlines sous la trémie. Au cours de celui-ci, les palpeurs latéraux et la cellule photo-électrique provoquent la montée du clapet mobile. Celui-ci s'ouvre et le charbon se déverse à l'avant de la berline suivante n° 3. Le volume A abandonné dans la trémie comble le volume B resté vide dans la berline n° 2.

En fin de course, le clapet mobile actionne le ravanceur R<sub>2</sub>. Lorsque l'essieu de la berline n° 5

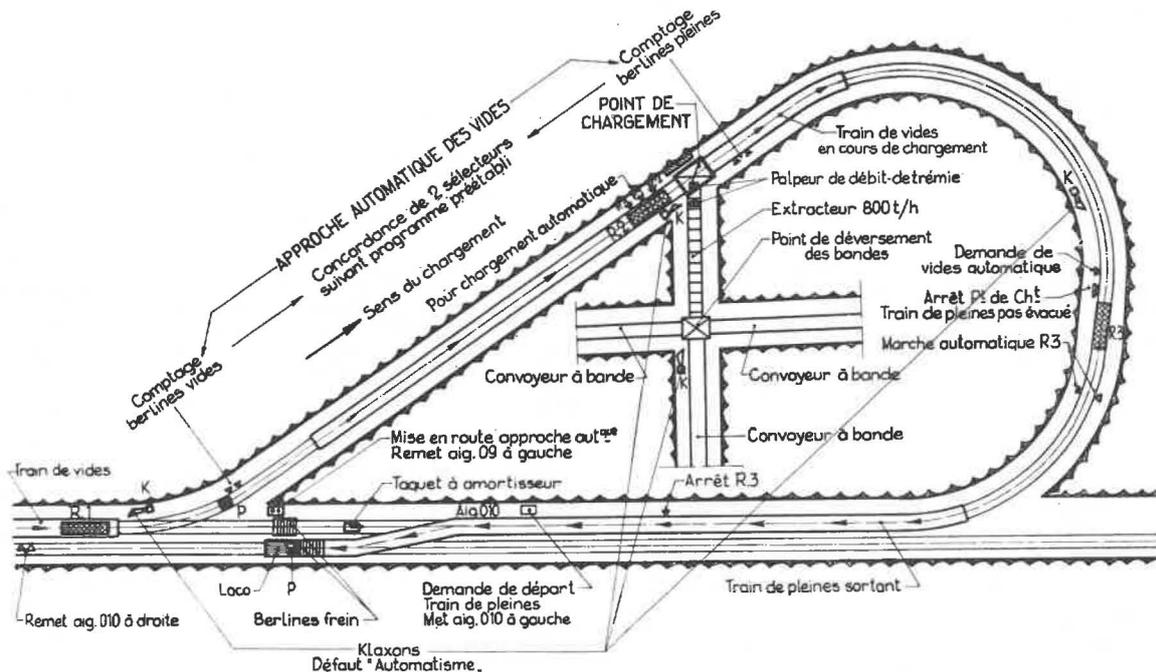


Fig. 7. — Automatisation d'un point de chargement en boucle à l'étage de 440 m du puits Simon, Groupe Petite Rosselle, Charbonnages de France.

Les flèches indiquent le sens de circulation des berlines.

La locomotive amène la rame des vides sur le ravanceur R<sub>1</sub>, puis décroche, passe au-delà de l'aiguillage 09, abandonne sa berline-frein à l'arrière, accroche l'autre à l'avant, puis prend en remorque la rame des pleines préparées par le ravanceur R<sub>3</sub>.

De la prise en charge des vides par le ravanceur R<sub>1</sub> jusqu'à l'accrochage de la rame des pleines, tout se fait automatiquement. La trémie de chargement est pourvue d'un socle à deux directions, avant-arrière, et d'un clapet mobile qui, fermé, déverse les produits dans le sens d'avancement des berlines

actionne la pédale P<sub>3</sub>, le ravanceur s'arrête et le clapet se ferme. La commande du ravanceur s'effectue alors comme pour la berline n° 2.

Lorsque la dernière berline de la rame vide arrive sous la trémie, le ravanceur R<sub>1</sub> (fig. 7) est activé automatiquement et amène la nouvelle rame de vides. La rame des pleines est prise en charge par le ravanceur R<sub>3</sub>.

La figure 9 est un autre exemple d'implantation d'un point de chargement automatisé en bouveau droit; le principe de fonctionnement est analogue au cas précédent.

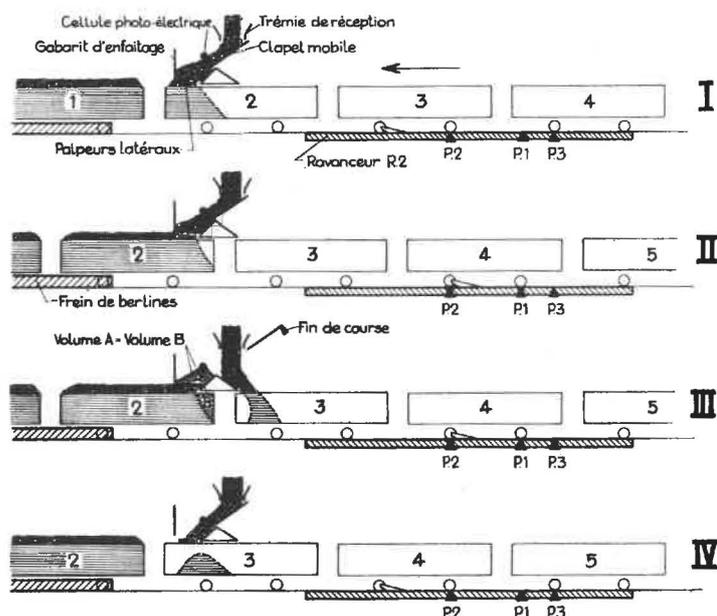


Fig. 8. — Principe du chargement automatique au pied de la trémie principale.

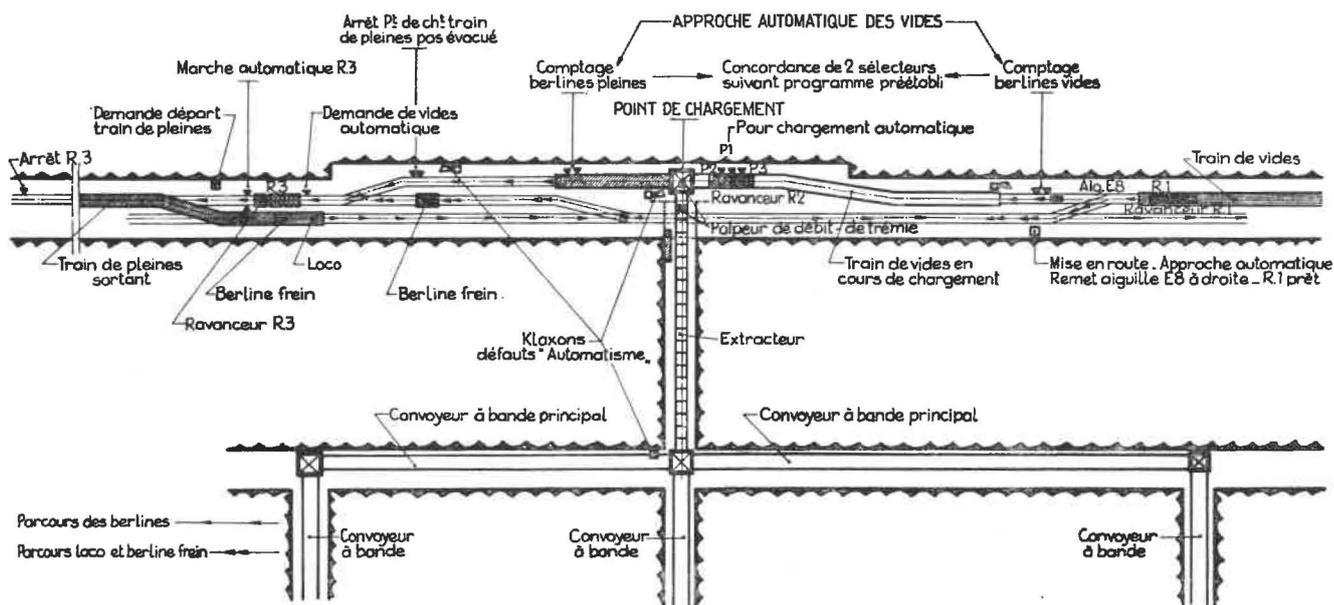


Fig. 9. — Automatisation d'un point de chargement en bouveau droit, étage 440, des puits Simon.

La rame des vides est amenée par la droite sur le dessin et refoulée sur le ravanceur automatique  $R_1$ . La locomotive, suivie d'une berline-frein, passe par l'aiguillage  $E_8$  et revient vers la berline-frein en réserve. Après avoir échangé sa berline-frein, elle passe sur le ravanceur  $R_3$ , accroche la rame des pleines, la refoule au-delà du rebroussement et revient vers le puits par la voie libre.

La rame de berlines vides est prise en charge automatiquement par les ravanceurs  $R_1$  et  $R_2$ , puis, après remplissage, par le ravanceur  $R_3$ .

Dans les deux cas décrits, lorsque la rame des

pleines est prise en charge par le ravanceur  $R_3$ , l'envoyage est prévenu aussitôt par signaux de la demande de vides. Le dispatcher prévient alors un machiniste qui part immédiatement avec une rame de vides. L'itinéraire de ce convoi est tracé d'avance par un préposé qui commande tous les aiguillages de son poste central, le machiniste n'intervenant que pour conduire sa locomotive.

Les points de chargement automatisés sont couverts par de nombreuses sécurités; tout défaut est directement signalé par lampes et klaxons placés en plusieurs endroits.

**Remarque :**

Les éléments dangereux tels que bois, étaçons, etc., doivent être éliminés des produits transportés avant d'arriver au point de chargement central; la présence de ceux-ci entraînerait des avaries aux dispositifs automatiques logés dans la trémie. Pour les éliminer, les ingénieurs du Groupe de Petite-Rosselle ont mis au point un système de tablier à rouleau qui se place au-dessus des trémies de déversement des convoyeurs.

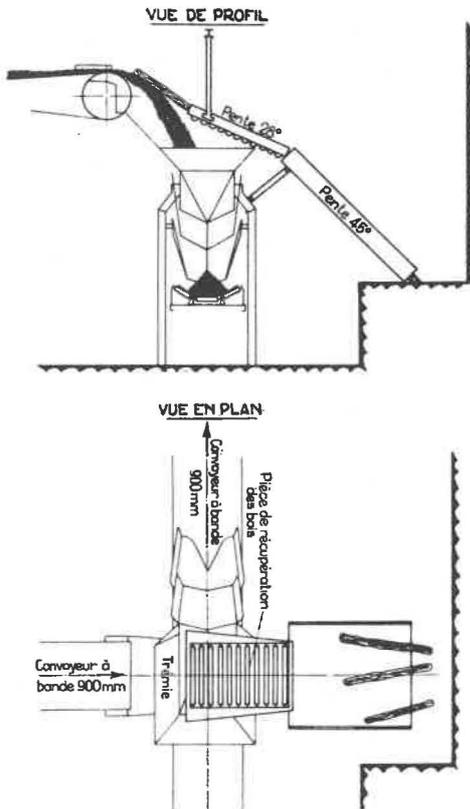


Fig. 10. — Trémie munie d'un toboggan à bois pour déversement latéral bande sur bande.

La figure 10 montre l'un des modèles utilisés pour le déversement à angle droit d'un transporteur à courroie sur un autre; les éléments dangereux s'entassaient dans une niche préparée à cet effet. La figure 11 représente un autre type de trémie destinée au déversement frontal d'un convoyeur à bande sur le convoyeur central à raclettes d'un débit de 800 t/h; les éléments sont ici éliminés transversalement.

Le dispositif représenté sur la figure 12 est utilisé aux points de chargement dans les mines américaines. Deux boules creuses sont suspendues de part et d'autre. Dès que la boule droite par exemple est poussée vers la droite par la croissance du tas de charbon dans la berline, elle enclenche le dispositif de ravançage des berlines. Lorsqu'à son tour la boule gauche est poussée, cela signifie que le train n'a pas été ravané correctement; à ce moment, elle coupe l'alimentation du convoyeur.

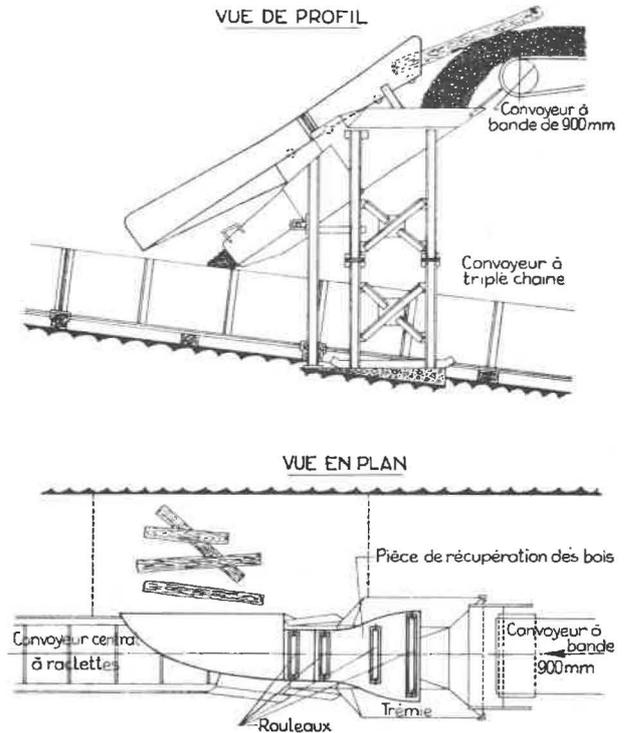


Fig. 11. — Trémie munie d'un toboggan à bois pour déversement frontal d'un convoyeur à bande sur l'extracteur central.

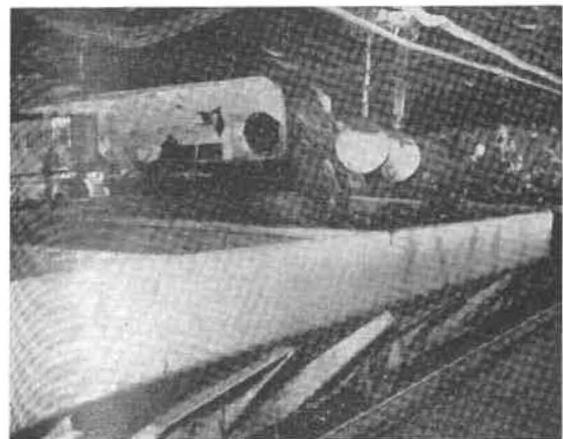


Fig. 12. — Dispositif automatique pour le remplissage des berlines.

Les caisses de berlines se recouvrent, le charbon peut s'écouler au droit de l'attelage sans se répandre entre les berlines.

En Belgique, nous n'avons pas la chance de disposer d'un tel matériel; cependant, il existe des réalisations moins spectaculaires, mais intéressantes en matière de transport. Deux mines de Campine, qui utilisent des locomotives à trolley, sont équipées de sous-stations automatiques et redresseurs à en-

clenchement automatique suivant la charge. A la mine de Limbourg-Meuse, par exemple, les deux sous-stations automatiques comprennent chacune un redresseur à vapeur de mercure. La mise en service d'une de ces sous-stations est déterminée par un voltmètre à contact qui se ferme lorsque la tension descend sous une certaine valeur. A ce moment, le disjoncteur haute tension s'enclenche, ce qui provoque l'allumage du redresseur et la mise sur réseau. Ce redresseur est mis automatiquement hors tension lorsque le courant débité est resté inférieur à une valeur préétablie pendant un temps préalablement déterminé. Tout défaut provoquant le déclenchement du disjoncteur haute tension est signalé au puits près d'un magasinier (matériel ACEC, disjoncteurs Merlin Gérin).

D'autres charbonnages, qui utilisent des locomotives à accumulateurs, sont équipés de stations de rechargement des batteries entièrement automatiques. Par exemple, les chargeurs de construction anglaise, du type Davenset, comportent des redresseurs au silicium; le contrôle de la charge est statique et assuré par des amplificateurs magnétiques; il ne nécessite aucune surveillance; la répartition du courant débité dans les batteries est fonction de leur état de décharge. Lorsque la tension dangereuse de dégazage est atteinte dans l'une d'elles, le courant qui la traverse tombe automatiquement à la valeur correspondant à la charge d'entretien.

Dans un autre domaine, les aiguillages peuvent être commandés à distance par le machiniste de locomotive au passage des bifurcations. Il actionne une tirette qui enclenche l'aiguillage à distance et actionne en même temps la signalisation. Ces systèmes sont utilisés en Campine.

## 215. Transporteurs à courroies.

Ces transporteurs sont surtout utilisés dans les voies de chantier.

En Grande-Bretagne, cependant, ce mode de transport est utilisé à l'extraction, dans les mines exploitées par fendues. Il existe un projet d'équipement d'une nouvelle mine où toute l'extraction serait confiée à des transporteurs à courroie installés dans une galerie inclinée partant de la surface et descendant jusqu'à plus de 600 m de profondeur. La puissance installée serait de l'ordre de 2000 ch. La courroie elle-même est de fabrication très spéciale, la trame étant formée de câbles en acier noyés dans la matière.

En Sarre, la mine de Merlebach a automatisé depuis longtemps les transporteurs à courroie principaux.

En Belgique, la mine de Limbourg-Meuse a installé, sur les convoyeurs montés en série, le démarrage, l'arrêt et le contrôle automatique des têtes motrices intermédiaires. Il y a actuellement quinze installations en service (fig. 13).

Le démarrage en cascade des convoyeurs est contrôlé par un rouleau R sur le convoyeur aval. Ce rouleau n'agit que pour un sens de marche bien déterminé de la courroie. Il est fixé sur le convoyeur aval, il ferme son contact dès la mise en marche de la courroie d'aval et détermine ainsi le démarrage automatique de la courroie d'amont. Quand la courroie d'aval s'arrête, le contact de commande du convoyeur d'amont s'ouvre et celui-ci s'arrête.

Un rouleau à contact centrifuge est placé sur le brin de retour de chaque tête motrice, il protège la courroie contre le glissement en cas de calage de celle-ci; son contact s'ouvre lorsque le glissement

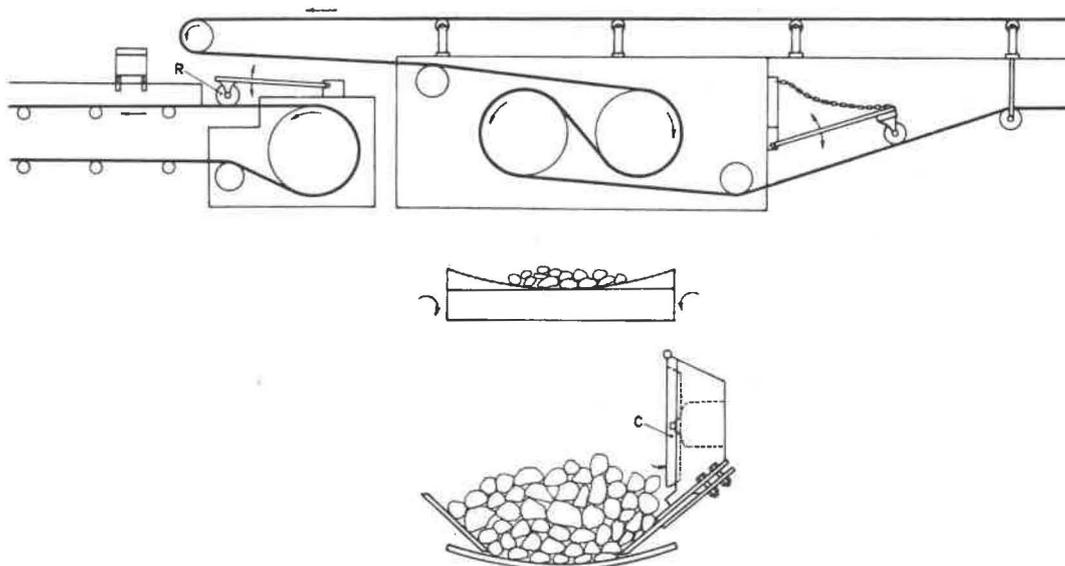


Fig. 13. — Surveillance automatique de transporteurs à courroie, système Limbourg-Meuse.

atteint 20 % de la vitesse normale de marche, le moteur ne déclenche que 4 secondes après ouverture du contact, ceci pour permettre le démarrage du convoyeur.

Aux points de déversement intermédiaires, un clapet spécial est placé sur la trémie de déversement. Si un engorgement se produit sur cette trémie, les produits, en s'amoncelant, viennent appuyer sur le clapet latéral qui enfonce alors le bouton de commande d'arrêt disposé derrière le clapet.

Chaque tête motrice est en outre munie d'un interrupteur à tirage, commandé par un câble d'acier courant tout le long de la courroie d'amont. D'un point quelconque de celle-ci, on peut l'arrêter ou la remettre en marche.

Une signalisation optique renseigne sur la marche des convoyeurs; ces renseignements sont transmis en un endroit où se trouve en permanence un préposé.

Les systèmes de contrôle de bande par rouleaux, basés sur le principe de la force centrifuge, ne s'adaptent qu'aux machines actionnées par moteurs électriques et généralement pour une seule vitesse.

Un autre dispositif de contrôle du convoyeur, peu coûteux, utilisé en Allemagne, consiste en une simple barre de fer (fig. 14) suspendue devant le

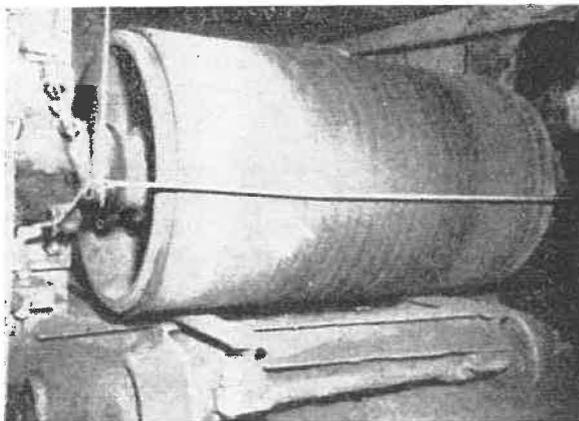


Fig. 14. — Surveillance d'un tambour de transporteur à courroie par barre oscillante.

rouleau de déversement, à une distance de quelques centimètres et libre d'osciller. Si un lambeau de courroie ou un produit trop dur et adhérent entre en rotation sur le rouleau, il vient buter contre la barre et la déplace de sa position de repos, ce qui déclenche un avertissement par signalisation et le verrouillage des commandes du convoyeur.

Un dispositif de construction anglaise, moins rudimentaire (fig. 15), fonctionne si la bande transporte des corps étrangers anormaux. La partie principale de la goulotte se compose d'une tôle sur laquelle glissent les produits déversés par la courroie (1). La partie (2) est fixe, la partie (3) est solidaire d'un ressort et peut pivoter autour d'un axe

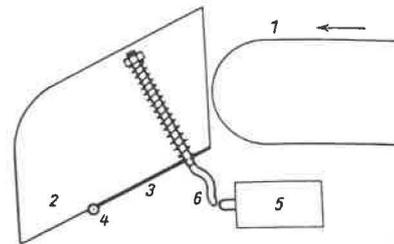


Fig. 15. — Trémie munie d'un système de sécurité.

(4). Sous le poids des produits normaux, les deux parties (2) (3) s'alignent suivant un plan commun; un corps étranger, encombrant ou trop lourd, pousse la tôle (3) vers le bas en tendant le ressort, la came (6) actionne l'interrupteur de commande du convoyeur (5) qui s'arrête.

## 22. AUTOMATISATION EN TAILLE

### 221. Tailles en plateau.

L'apparition du convoyeur blindé comme transporteur de taille est à la base du développement de la mécanisation des longues tailles chassantes. Le plus grand nombre des machines d'abattage actuelles est intimement lié à ce type de convoyeur. De même, le soutènement mécanisé, récemment mis sur le marché, utilise souvent ce convoyeur comme base.

#### 2211. Abattage.

Parmi les machines d'abattage en service, deux émergent nettement : le rabot rapide et la haveuse intégrale.

Le rabot rapide est bien connu : au 31 décembre 1960, 71 installations fonctionnaient dans les mines belges. Cette machine a fait l'objet de nombreuses améliorations; le dernier modèle, type rabot-ancre, a élargi le champ d'application de l'engin.

Le nombre de haveuses intégrales (fig. 16) s'est accru très rapidement ces dernières années en Grande-Bretagne, en France et en Allemagne. En Belgique et aux Pays-Bas, cette technique se développe moins rapidement.

Ces machines ne réalisent encore qu'imparfaitement l'automatisation.

Pour combler cette lacune, différentes recherches sont en cours. Les résultats obtenus, notamment en Grande-Bretagne, dans deux tailles d'essai équipées de haveuses intégrales, semblent très encourageants. Les études portent principalement sur la mise au point de deux dispositifs, l'un destiné au déroulement automatique du câble électrique d'alimentation de la machine et l'autre au réglage automatique de la hauteur de coupe du tambour abatteur. Ce dernier dispositif utilise une cellule à isotope radioactif, basée sur la réflexion des rayons  $\gamma$ . Lorsque le tambour descend ou monte trop près des épontes de la couche, la cellule enclenche un servo-moteur

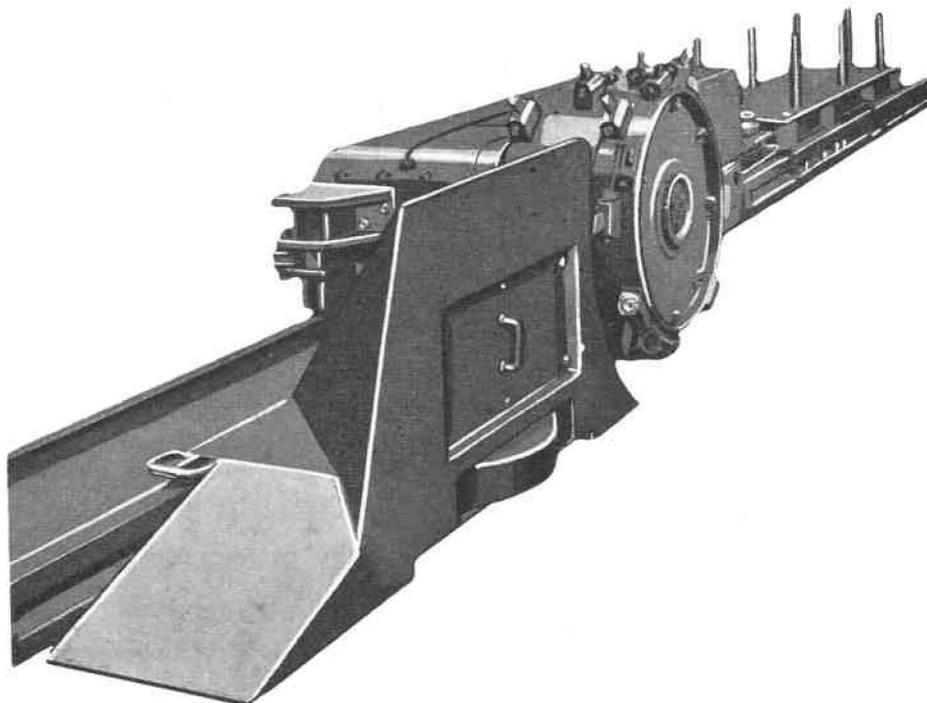


Fig. 16. — Type de haveuse intégrale à tambour.

qui ramène le tambour à la hauteur voulue. Ce procédé serait employé industriellement d'ici un an. En course descendante, la machine actionnerait successivement des valves qui déclencheraient d'avance le ripage du convoyeur et l'avancement du soutènement mécanisé.

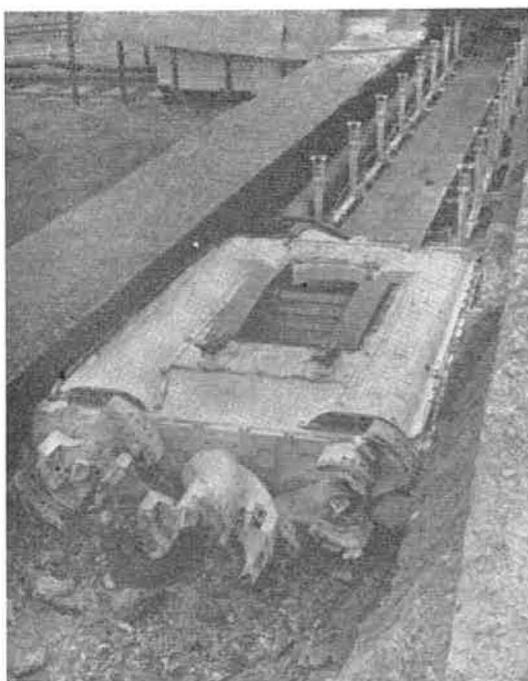


Fig. 17. — Abatteuse télécommandée Collins Miner.

Une autre machine automatique est également à l'essai en Grande-Bretagne; il s'agit du Collins Miner (fig. 17), engin d'abattage mécanique opérant par attaque frontale. L'outil d'abattage est constitué de trois tarières garnies de pics. Elle peut creuser en couches sur une largeur d'environ 2 m et sur une hauteur variable avec le diamètre des tarières; la hauteur peut être très faible (jusque 0,45 m). Les produits abattus sont repris par un petit convoyeur central monté sur la machine. Le champ d'exploitation est divisé en panneaux délimités par des cheminées centrales entre deux niveaux d'étage principaux; la longueur des panneaux est de l'ordre de 200 m (fig. 18). La tête d'abattage attaque le massif à partir des cheminées et pénètre dans la couche sur une longueur d'environ 100 m à partir d'un poste de commande d'où l'engin est téléguidé. La machine est poussée vers l'avant ou ramenée vers l'arrière au moyen d'un dispositif à poussoir extensible. Elle est accouplée à une série de petits convoyeurs ou à un convoyeur extensible qui la suit dans la chambre exploitée. Pour maintenir la tête coupante en veine, elle est équipée de dispositifs à radio-isotopes. Cette machine serait capable d'abattre une chambre de 1,80 m de largeur, 90 m de longueur et d'une hauteur minimum de 0,45 m en 50 minutes. Le temps de manœuvre pour passer d'une niche à l'autre est de 20 minutes. Ces opérations seraient effectuées par une équipe de quelques ouvriers.

Dans le domaine des couches très minces, la mécanisation s'est développée en Belgique grâce au scraper-rabot et au scraper-bélier. L'électrification

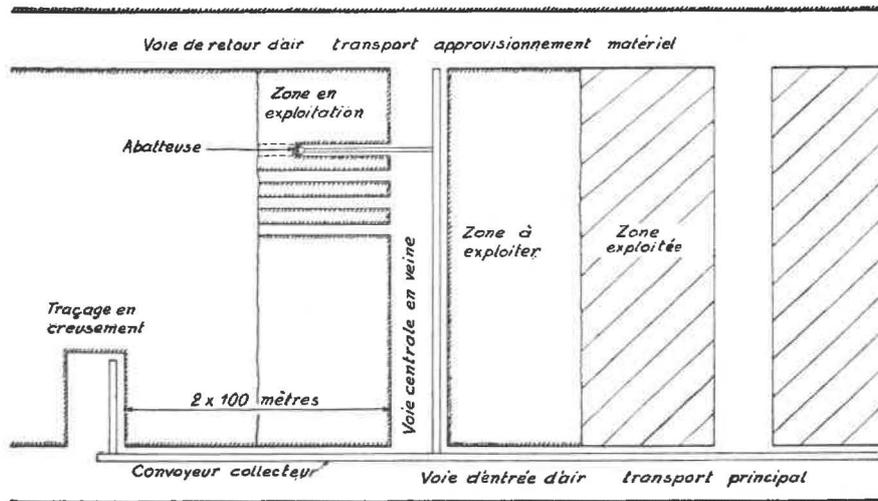


Fig. 18. — Exemple de découpe du gisement par abatteuse Collins Miner.

des treuils de ces installations a permis l'extension du procédé (2).

2212. Soutènement.

La mécanisation du soutènement a progressé rapidement ces dernières années. Les mines anglaises disposent actuellement de plus de 150 tailles équipées, soit environ 18 km de front. Sur le Continent, proportionnellement à la production annuelle, la Belgique est certainement en avance dans ce domaine; à l'heure actuelle, il doit y avoir environ 1500 m de front de taille équipés.

Le soutènement mécanisé, tel que nous le connaissons, exige encore la présence d'un personnel réduit en taille. Les Charbonnages de France ont à l'essai, au puits Gérard, dans le bassin de Provence, un soutènement qui devrait fonctionner sans personnel en taille. La taille d'essai est ouverte dans

une couche difficile à foudroyer, la puissance de la veine atteignant 2,20 m et le toit étant particulièrement raide. Les étançons métalliques ordinaires ne permettaient pas le foudroyage intégral de l'arrière-taille.

Le charbon est abattu à l'aide d'un rabot rapide; lorsque le rabot a pénétré d'une quantité déterminée dans le massif, soit 400 mm environ, le soutènement se déplace automatiquement.

Chaque pile (fig. 19) constituée de quatre étançons est assemblée à une poutre par l'intermédiaire d'un vérin horizontal assurant la poussée sur le convoyeur blindé et la traction de la pile lorsque celle-ci est décalée. La poutre relie trois piles constituant ainsi une unité hydraulique.

Le cycle de travail est le suivant (fig. 20) :

- 1) Les vérins des piles 1-2-3 sont serrés au toit, les pousseurs sont rentrés et exercent une poussée sur la poutre qui est au contact du convoyeur blindé.

Ces pousseurs permettent un recul de l'ensemble de 100 mm en cas de coincement du rabot.

- 2) Lorsque le vérin horizontal de la pile 2 est sorti de 530 mm, elle donne l'ordre de début du cycle de déplacement.

- 3) Les vérins horizontaux des piles 2 et 3 s'immobilisent, les quatre vérins de la pile 1 sont desserrés simultanément, le vérin horizontal de cette pile est alimenté et prenant appui sur la poutre, bloquée par les piles 2 et 3, avance la pile 1 vers l'avant. En fin de course, le vérin horizontal refermé donne l'ordre de serrage des quatre vérins verticaux. Après serrage, l'ordre de déplacement est transmis à la pile 2.

- 4) Le cycle de travail est le même pour les piles 2 et 3.

- 5) Après serrage de la pile 3, l'autorisation de riper les piles 4, 5, 6 est donnée à condition que

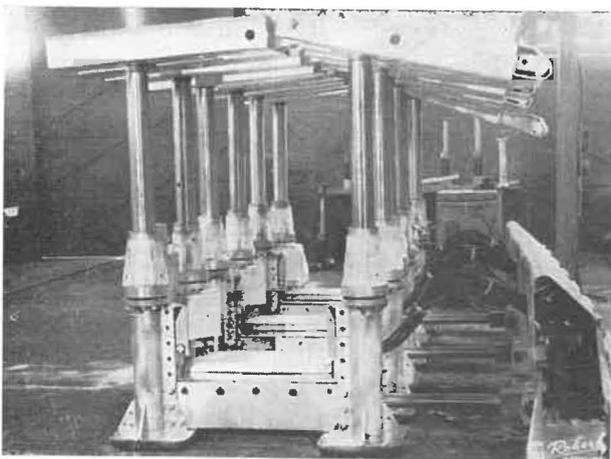


Fig. 19. — Pile hydraulique du soutènement mécanisé en service dans le bassin de Provence.

(2) Cette technique a fait l'objet de nombreuses publications dans les Annales des Mines de Belgique.

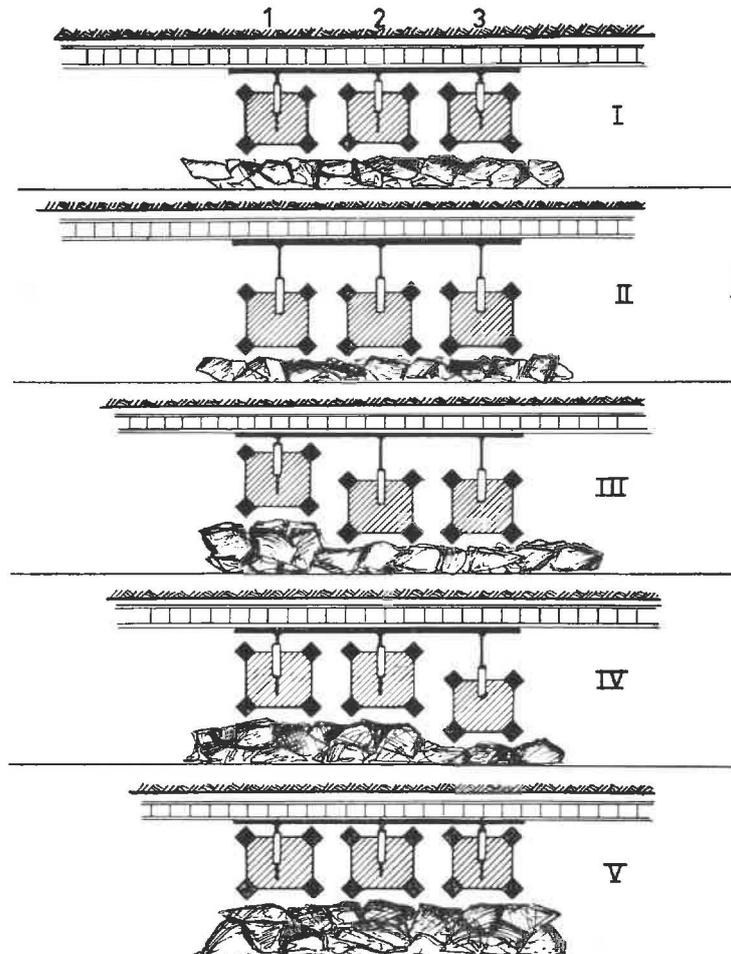


Fig. 20. — Schéma du cycle de travail.

l'ordre soit confirmé par la pile 5 (vérin horizontal sorti de 530 mm).

Des systèmes de soutènement entièrement automatique de ce genre sont également à l'essai en Grande-Bretagne et en Allemagne.

## 222. Tailles en dressant.

### 2221. Abattage.

La mécanisation de l'abattage dans ces tailles a progressé avec l'apparition du bélier de Peissenberg. Plusieurs dizaines d'installations fonctionnent dans des couches inclinées jusque 90° et dont l'ouverture atteint 1,80 m. Au siège de Shamrock dans la Ruhr, une installation a été équipée d'un dispositif d'arrêt automatique en fin de course du bélier, branché sur le réducteur du treuil de tête de taille. L'installation de taille est télécommandée par le machiniste du convoyeur répartiteur de la voie de base, qui assure en même temps le chargement en berline; un second ouvrier se trouve en voie de tête, il surveille cet endroit et ripe le treuil de tête. L'abattage est entièrement assuré par ces deux hommes.

### 2222. Soutènement.

Des systèmes de soutènement mécanisé pour couches très inclinées sont à l'étude en France et en Allemagne.

### 223. Bosseyement et creusement des niches.

Au cours de ces dernières années, ce problème a fait l'objet de nombreuses études, des machines ont été élaborées et sont actuellement soumises aux essais au fond dans plusieurs pays. C'est le cas de la Marietta, de construction française; des mineurs continus de la firme Joy, de la machine russe PK 3 (fig. 21) et plus récemment de la machine Peake construite par Joy, réalisée en Grande-Bretagne (3).

Cette dernière (fig. 22) est destinée à la mécanisation du bosseyement dans le toit des voies, en arrière de la taille. Elle est constituée en principe d'une tête coupante disposée sur un bras mobile et armée de trois tambours d'abattage. Elle peut pivoter autour d'un axe horizontal, le mouvement de rotation étant obtenu par deux vérins hydrauliques latéraux. Le bâti de la machine pose sur la sole de

(3) Voir : P. STASSEN : Les enseignements d'un voyage récent en Grande-Bretagne. A.M.B., juillet-août 1962.

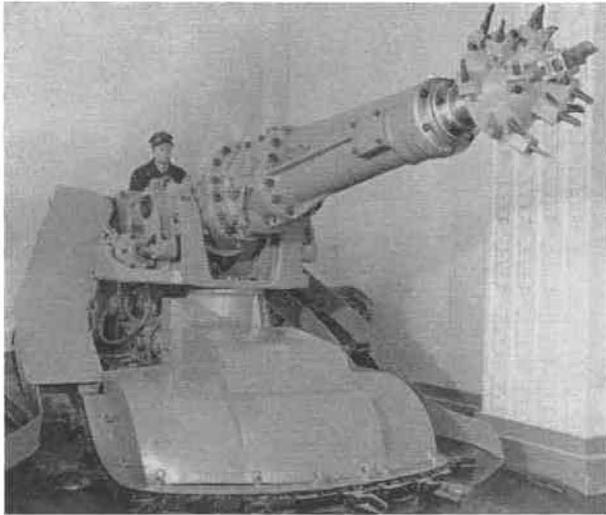


Fig. 21. — Machine russe PK3 pour la mécanisation du creusement des voies.

tenu de tous les travaux auxiliaires, en particulier du soutènement, on estime qu'une équipe de trois hommes serait capable d'un avancement de 3 m par poste pour une voie de 3,60 m de largeur et 3 m de hauteur.

La mise en place au remblai des pierres de creusement de voie se fait par petits concasseurs suivis d'une remblayeuse.

Le creusement des niches de pied et tête de taille dans les tailles mécanisées exige un personnel important (75 à 80 % du personnel de taille à Beeringen, y compris les bosseyements des deux voies de taille, 54 % dans une taille de 254 m de longueur à la mine Friedrich-Heinrich). Ces travaux exécutés manuellement peuvent freiner l'avancement des tailles.

Le Central Engineering Establishment du National Coal Board en Grande-Bretagne travaille à

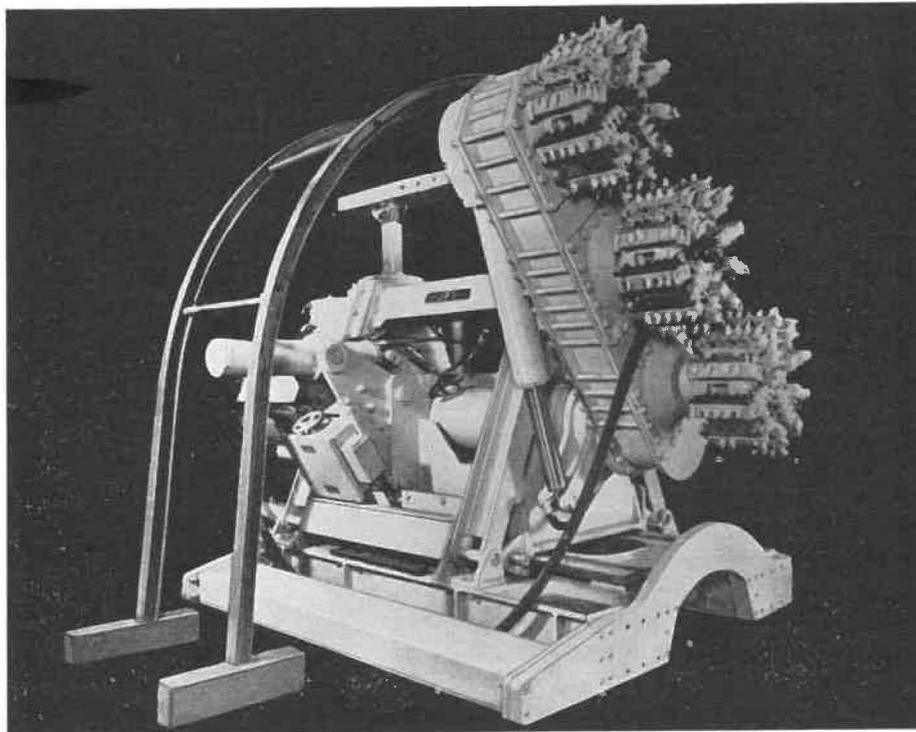


Fig. 22. — Machine Peake pour le creusement des voies.

galerie et est appuyé en couronne par une poutre solidaire de deux vérins hydrauliques de calage. Au centre, le bâti a la forme d'un tunnel pour permettre le passage d'un convoyeur sous la machine ou éventuellement le passage des câbles de commande d'une installation de remblayage par raclage.

La puissance du moteur d'attaque est de 60 ch; l'énergie hydraulique est fournie par une pompe actionnée par un moteur électrique de 10 ch. Le temps de découpe d'une tranche de roche de 0,30 m d'épaisseur est de l'ordre de 6 minutes. Compte

la mise au point d'une machine destinée à la mécanisation de cette opération (5) (fig. 23).

L'abatteuse est munie d'un disque à axe horizontal qui se déplace le long du châssis-support et parcourt la niche sur toute sa longueur. A chaque passage, le disque découpe une tranche de charbon d'environ 12 mm d'épaisseur. Le charbon abattu est pris par le convoyeur qui circule sous l'abatteuse et ramené sur un convoyeur intermédiaire extensible placé dans l'axe de la voie; le charbon est alors déversé, soit sur le convoyeur de voie, soit sur celui

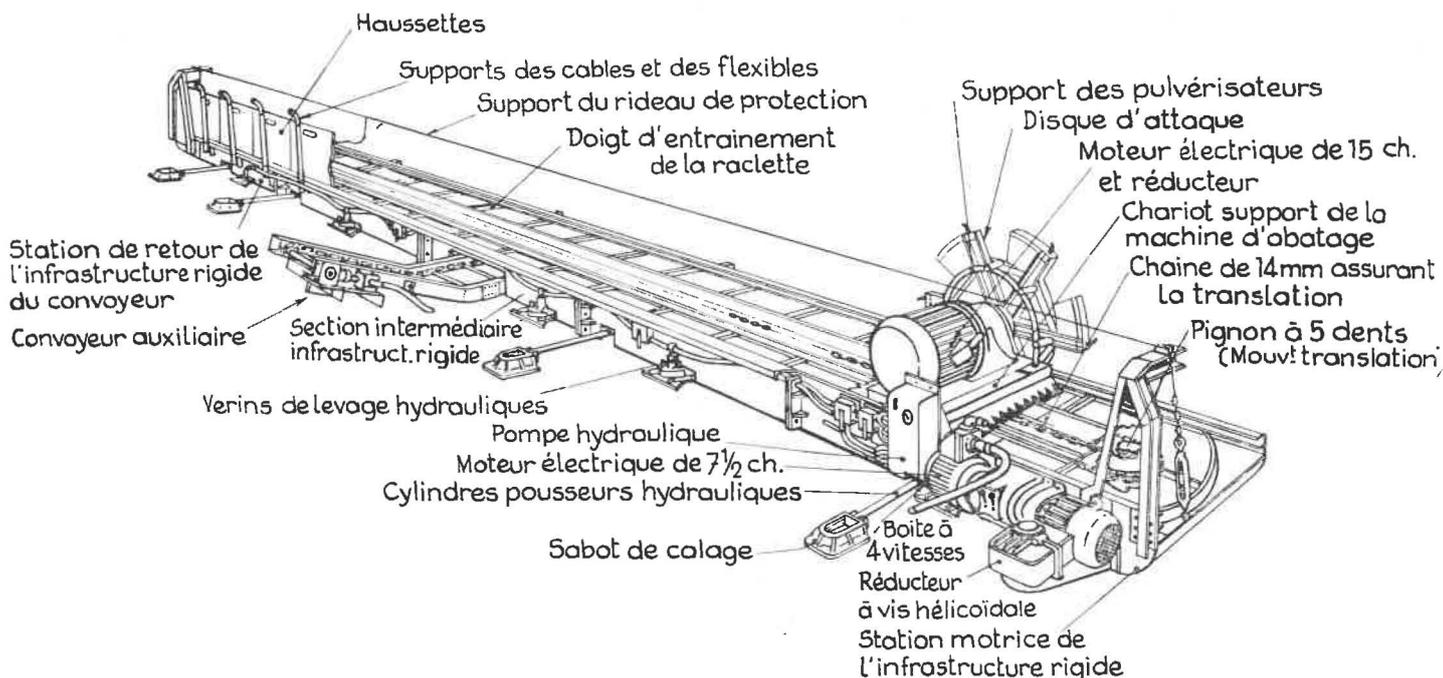


Fig. 23. — Abatteuse pour le creusement des niches des tailles mécanisées.

de taille. Le châssis de base est avancé automatiquement par des pousseurs hydrauliques qui maintiennent l'ensemble contre le massif à abattre.

### 23. AUTRES INSTALLATIONS

#### 231. Exhaure principale.

La marche automatique des pompes principales permet un gain appréciable de personnel.

Une mine française, pour exhaurer 14.650 m<sup>3</sup>/jour, possédait 10 salles de pompes réparties sur 5 puits, les hauteurs de refoulement variaient entre 45 et 620 m. Il y avait chaque jour 33 pompiers pour la conduite des pompes.

Après étude détaillée du problème, le nombre de salles de pompes fut ramené à 6 principales et 2 secondaires. Toutes ces salles furent automatisées. Au lieu des 33 pompiers antérieurement nécessaires, il n'en subsiste qu'un seul qui ne travaille que les jours ouvrés; son rôle est de surveiller toutes les salles de pompes.

Les modifications d'installations apportées pour la marche automatique ont coûté environ 600.000 NFF (6 millions de FB). Par contre, l'économie annuelle sur les salaires s'élève à 580.192 NFF. Le coût des transformations est donc récupéré en moins de 13 mois.

En Belgique, étant donné les caractères différents des gisements et des infrastructures des mines du Sud et de celles de Campine, l'automatisation a porté principalement sur l'exhaure principale dans le Sud et sur l'exhaure secondaire en Campine.

Les charbonnages de Monceau-Fontaine ont actuellement en service au moins 8 salles de pompes

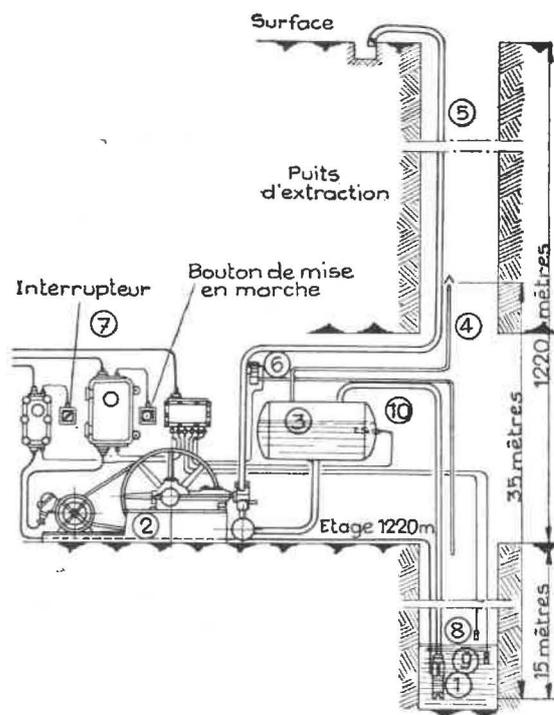


Fig. 24. — Automatisation d'une salle de pompe, siège n° 23 de la S.A. des Charbonnages de Monceau-Fontaine.

automatisées, plusieurs autres sont en cours de réalisation (fig. 24).

La figure 24 représente l'équipement d'une salle de pompes entièrement automatisées, située à l'étage de 1220 m au siège n° 23. L'alimentation de la pompe principale du type à pistons plongeurs (2) est assurée par un réservoir (3) alimenté par une pompe immergée (1) suspendue dans le bougnou.

Des électrodes (8) et (9) suspendues dans le puits commandent la mise en route ou l'arrêt des moteurs.

Le réservoir intermédiaire est muni d'une électrode de sécurité (10), qui déclenche l'installation si l'eau vient à manquer dans ce réservoir, par exemple en cas de panne de la pompe immergée.

Lorsque le niveau d'eau atteint l'électrode (8), le circuit électrique de commande à 24 V est alimenté et provoque le démarrage simultané des moteurs des deux pompes. Lorsque le niveau est descendu sous l'électrode (9), les moteurs s'arrêtent. La vanne électromagnétique de décharge (6) s'ouvre, et la tuyauterie de refoulement se vide.

L'installation comporte plusieurs dispositifs de sécurité et est doublée d'une commande manuelle.

Les charbonnages du Gouffre ont également automatisé un groupe de pompes centrifuges; la vanne de refoulement est commandée par un petit moteur électrique à commandes automatiques. Le niveau d'eau est contrôlé par un flotteur actionnant un dispositif à vis et curseur qui agit sur les relais de commande du moteur de la pompe.

**232. Coffrets de chantier.**

Par suite de la mécanisation et de l'électrification de plus en plus poussée des travaux du fond, les mines sont amenées à revoir la constitution des coffrets de chantier et des contrôles des circuits, notamment pour des raisons de sécurité. C'est ainsi que sont apparus sur le marché des coffrets mettant hors service la partie du réseau qu'ils contrôlent en cas de fuite de courant à la terre. L'introduction de ce matériel entraîne toutefois une complication des schémas et nécessite un entretien préventif suffisant. Malheureusement, les conditions d'exploita-

tion de plus en plus exigeantes rendent très difficile cet entretien. Pour remédier à cet état de choses, certains constructeurs, à la demande des utilisateurs, ont introduit les relais statiques. Ces blocs (fig. 25) peuvent être insérés dans chaque coffret de commande et de protection. En plus des relais magnétothermiques et des fusibles classiques, ils comportent une série de relais statiques à transistors et leur alimentation.

Ces relais, destinés à vérifier à chaque instant les diverses conditions de sécurité, sont :

- un relais de continuité du circuit de terre,
- un relais de mesure permanente de l'isolement du réseau,
- un relais de mise en marche,
- un relais d'arrêt,
- un relais de verrouillage retardé,
- un bloc logique qui rassemble les informations fournies par les différents relais,
- un relais de minuterie.

Tous ces relais sont constitués d'éléments statiques, tels que redresseurs secs, résistances, condensateurs et transistors, montés sur des plaquettes de circuits imprimés, entièrement noyés dans une résine antideflagrante à base de quartz. L'emploi d'éléments statiques a permis de réduire l'usure et l'entretien des organes anciennement mobiles. Grâce à la sélectivité de la protection, ces blocs permettent un dépannage très rapide.

Des constructions nouvelles sont également réalisées par différentes firmes : Emac, Merlin Gérin, Siemens... Ce matériel passe petit à petit du stade d'essai au stade industriel.

**233. Télésignalisation et télétransmission d'informations.**

Les téléphones de sécurité ne sont certes pas une nouveauté. Les progrès techniques n'ont cessé d'étendre leur emploi. Au cours de ces dernières années, l'application des méthodes d'organisation et d'étude du travail a permis d'accroître la productivité. Le caractère difficile et dispersé des travaux du fond oblige à les étudier séparément, à procéder par sondage; en outre, l'organisation d'un travail, une fois définie, doit encore être contrôlée efficacement. Pour automatiser en quelque sorte ces travaux, on a eu recours aux télécommunications; c'est ainsi que l'on a vu apparaître les tableaux de contrôle installés en surface. Les investissements de plus en plus élevés, nécessités par la mécanisation des tailles, justifient entièrement l'utilisation de ces contrôles automatiques. La première centrale vient d'être installée en Belgique au charbonnage de Zwartberg. Les résultats obtenus sont très encourageants (4).

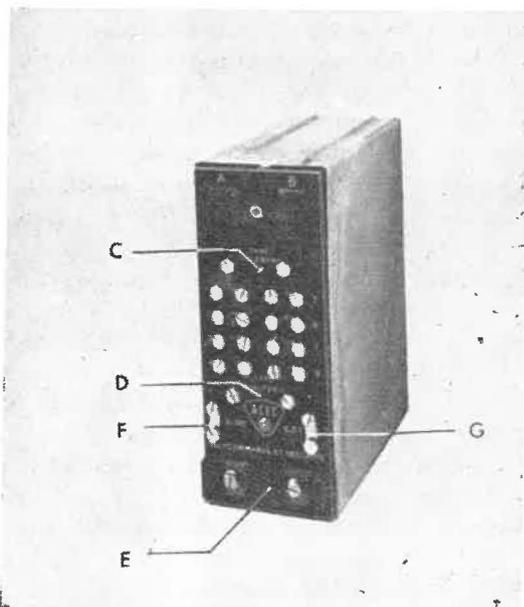


Fig. 25. — Bloc de sécurité totale type CD1 des A.C.E.C. Dimensions 80 mm x 200 mm x 202 mm.

(4) Voir : M. DESCHAMPS ; Téléinformation au Charbonnage de Zwartberg. A.M.B., juin 1962.

L'une de ces centrales de télécontrôle parmi les plus modernes est en service dans la Ruhr à la mine Franz Haniel; sa construction dérive d'une centrale primitive utilisée par cette mine durant plus de trois ans (fig. 26).

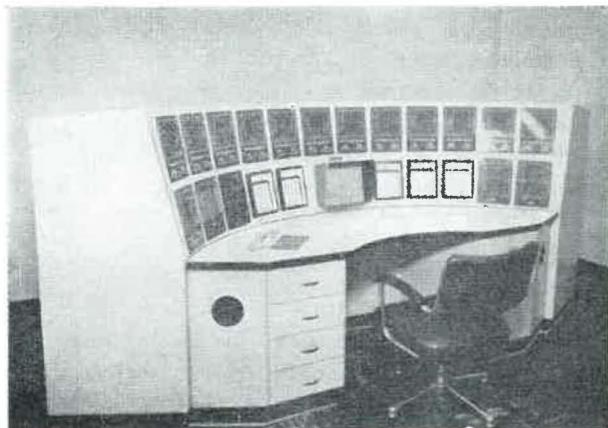


Fig. 26. — Pupitre de la centrale de télécontrôle de la mine Franz Haniel.

Cette nouvelle centrale se présente sous la forme d'un pupitre servant de table de travail au surveillant. Celui-ci dispose de postes téléphoniques, l'un relié au réseau intérieur de la mine, l'autre à un réseau spécial couvrant les points principaux de la mine.

Les cellules de signalisation correspondant aux chantiers d'abattage sont disposées en haut du tableau.

La seconde rangée de cellules représente le creusement des galeries en veine et au rocher, y compris les convoyeurs desservant ces travaux. Ces cellules sont suivies de 5 enregistreurs à 20 pistes chacun, soit 100 courbes. Au centre du pupitre, on a prévu l'emplacement d'un écran de télévision.

Sur le bord gauche, trois cellules sont prévues pour le contrôle des machines d'extraction, des molettes, des convoyeurs à charbon et pierres, ainsi que le comptage du nombre de berlines extraites, charbon et pierres.

Sur le côté droit se trouvent des points lumineux pour le contrôle des stations principales et secondaires d'exhaure.

La figure 27 montre le détail d'une cellule simple de contrôle d'un chantier d'abattage. En haut, on trouve le convoyeur de voie de tête, une remblayeuse pneumatique, puis en descendant le convoyeur de taille, l'engin d'abattage, en bas le convoyeur de voie.

Les symboles figurant à gauche représentent les transformateurs, les ventilateurs et les pompes.

En bas, les deux totalisateurs de berlines, l'un pour le charbon extrait, l'autre pour le nombre de berlines de remblai culbutées.



Fig. 27. — Vue d'une cellule représentant un chantier d'abattage.

Sous la cellule se trouve une série de boutons-poussoirs. En les actionnant, on fait apparaître une lumière dans le symbole correspondant, pointe de la flèche du signe convoyeur par exemple. Si l'engin contrôlé fonctionne suivant les normes pré-établies, le symbole entier s'allume, sinon un relais clignotant entre en action et le surveillant se renseigne sur la cause du dérangement ainsi constaté.

Ce contrôle instantané est cependant insuffisant, le véritable outil de travail est l'enregistrement de la marche des machines; ces diagrammes sont pour l'exploitant une base de travail du plus haut intérêt. Ils permettront d'analyser et de guider l'enquête sur les déficiences qu'ils font apparaître. Les ingénieurs de la mine Franz Haniel estiment que l'utilisation de cette centrale est pour beaucoup dans les améliorations des résultats obtenus au cours de la période de juin 1957 à janvier 1959. Sans tenir compte de l'augmentation du tonnage extrait qui est passé de 3.400 t à 5.300 t nettes durant cette période, les temps perdus dus aux pannes des machines ont été réduits de 50 %. La part prise par cette centrale dans l'augmentation du rendement fond est certainement très importante.

En matière de sécurité vis-à-vis du grisou, la technique évolue aussi rapidement.

En France, et plus particulièrement dans le bassin des Cévennes, on utilise couramment un procédé sismique pour l'étude des dégagements instan-

tanés et pour le contrôle de l'efficacité des tirs d'ébranlement.

Des capteurs électrodynamiques sont scellés au terrain. Ils reçoivent les vibrations et engendrent une tension induite qui, transmise en surface, est amplifiée et enregistrée. Un tir d'ébranlement est suivi de vibrations liées aux phénomènes de dégagement. En prenant pour référence les vibrations enregistrées à l'instant du tir, on peut estimer l'efficacité de celui-ci en étudiant la fréquence et l'amplitude des vibrations ultérieures.

Comme complément à ce procédé d'investigation, le Cerchar a mis au point un télégrisoumètre capable de mesurer et d'enregistrer en surface la teneur en grisou du courant d'air en un point quelconque de la mine. Cet appareillage est susceptible d'intéresser toutes les mines grisouteuses. Plusieurs centrales de télégrisoumétrie sont en cours de réalisation en

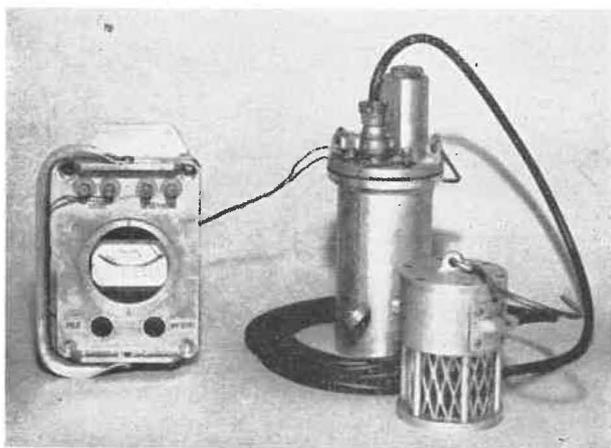


Fig. 28. — Verneuil - téléindicateur VT-60-A.  
Poste de lecture, codeur et tête de mesure.

France. Elles groupent chacune douze postes de prise. L'installation comporte trois parties principales (fig. 28) :

- 1) Le capteur à travers lequel l'air circule par diffusion et vient au contact de deux filaments détecteurs portés à des températures de 785° et 825°, la température de combustion catalytique du grisou sur filament de platine se situant entre ces deux valeurs. Le capteur travaille sous tension constante réglée par potentiomètre. Le grisou présent dans l'air brûle au contact des filaments, entraînant une variation de la résistivité de ceux-ci, donc des tensions aux bornes du pont. Les détecteurs sont emprisonnés dans une cage à triple treillis de protection, analogues à ceux d'une lampe à flamme.
- 2) Un codeur destiné à transformer la tension de déséquilibre du pont des filaments détecteurs en variation de fréquence (10 kHz à 5 kHz) lorsque la teneur en grisou mesurée varie de 0 à 6 %.
- 3) Un appareil placé au fond ou au jour, qui a pour mission d'interroger les postes de dosage de manière cyclique ou non. Le signal codé est envoyé en retour par le poste interrogé et dirigé vers un fréquencemètre unique qui permet l'enregistrement sur un diagramme gradué en pourcentage de grisou. On peut également faire enclencher un système d'alarme si la teneur en grisou dépasse une valeur prédéterminée, par exemple 1,5 %.

La centrale peut être complétée de différents appareils de mesures de température, pression atmosphérique, dépression au ventilateur. Tous les appareils et toutes les lignes situés au fond sont de sécurité intrinsèque. Le prix total de l'installation avoisinerait 1.000.000 de FB.

Un autre appareil à rayons infrarouges basé sur l'absorption est utilisé au fond. Il peut couper automatiquement l'alimentation sur la partie du réseau située dans une atmosphère où la teneur en grisou atteint une valeur dangereuse. Un exemplaire de cet appareil est utilisé au fond par Inichar au siège Sainte-Marguerite de la S.A. des Charbonnages du Centre.

### 3. CONCLUSION

L'automatisation des travaux du fond, apparue d'abord sous forme de mécanisation, évolue rapidement dans tous les domaines, y compris celui bien difficile du chantier d'abattage.

Il existe dans les mines belges des possibilités d'automatisation qui sont loin d'être épuisées, principalement dans le domaine du transport, de l'exhaure et du contrôle en général.

A l'avenir, il faudra s'efforcer de penser automatisation lorsqu'un problème quel qu'il soit se présentera.

Bien sûr, l'automatisation s'est d'abord développée dans des mines favorisées par la nature. Cependant, des machines comme le Collins Miner

sont étudiées pour des conditions qui se rapprochent des nôtres; le but poursuivi par les promoteurs de cette technique vise surtout la rentabilité des veines minces jusque 0,45 m. En Grande-Bretagne comme en Belgique, ces gisements difficiles renferment les charbons de meilleure qualité.

Le mineur doit se libérer de la routine, il doit cesser d'entretenir cette ancienne croyance que la mine est un monde à part où tout est différent.

Si la tâche du mineur est alourdie par les difficultés naturelles, puissent ces techniques modernes être un stimulant à son travail et à son imagination.

## BIBLIOGRAPHIE

- J. BAYON: L'exhaure de l'exploitation Verpilloux des Houillères du Bassin de la Loire (Charbonnages de France).
- H. DEFLANDRE: Extraction par skips au charbonnage de Helchteren-Zolder. *Annales des Mines de Belgique*, avril 1960.
- Y. de WASSEIGE: Développements récents et applications de l'électricité et de l'électronique dans les exploitations minières. *Bulletin de l'Association des Ingénieurs de Montefiore*, avril 1960.
- B.J. GREENLAND: Radioactive isotope monitoring, *Colliery Guardian*, 7 décembre 1961.
- H.M. HUGHES: Automation. *Colliery Guardian*, 15 février 1962.
- H. JORDAN: Eisenbahnsignaltechnik im Steinkohlenbergbau unter Tage. *Fördern und Heben*, octobre 1961.
- A. MONOMAKHOFF: Grisoumétrie. *Conférence restreinte des Directeurs de Stations d'Essai*. Varsovie, octobre 1961.
- Y. OTS: La sécurité au fond des mines. *Publication des Ateliers de Constructions électriques de Charleroi*.
- K. REPETZKI: Fernwirktechnik im Steinkohlenbergbau. *Glückauf - Betriebsbücher Band 8*. Der neueste Stand der Fernwirktechnik im Grubenbetrieb. *Glückauf*, 28 mars 1959.
- X.: The Collins Miner. *Colliery Guardian*, 22 mars 1962.
- X.: L'automatisation de l'exhaure. « *Chez nous* », n° 31. (Journal d'information des Charbonnages de Monceau-Fontaine).
- C.E.C.A.: Haute Autorité - Mesures de rationalisation dans les charbonnages. Recueil des exposés présentés lors de la 10<sup>me</sup> réunion de la Commission Internationale de la Technique Minière à Essen.
- CENTRAL ENGINEERING ESTABLISHMENT DU N.C.B.: Dawson Miller Stable Hole Machine.
- X.: Documentation technique reçue des charbonnages du Groupe de Petite-Rosselle du bassin de Lorraine.
- M. MEILLET, M. REYNARD, S. GIRARD: Soutènement marchand automatique S.A.H.E S.O.M.E.M.I. à la division de Gardanne des houillères du Bassin de Provence. *Revue de l'Industrie Minérale*, novembre 1960.