

Liaison téléphonique au chantier d'abatage par capsules dynamiques sans batterie

par le Dr.-Ing. SCHUNKE, Westerholt (1)

Traduit de Glückauf du 5 août 1950.

SAMENVATTING

Door gebruik te maken van dynamische capsules heeft men voor de eerste maal een telefooninrichting gebouwd die zich uitstekend leent voor het gebruik in de pijlers en in de werkplaatsen. Ze onderscheidt zich door een grote eenvoud en bedrijfszekerheid.

Het essentiële kenmerk van het stelsel is dat het werkt zonder enige vreemde stroombron. De alternatieve spreekstroom wordt voortgebracht in een bobijn die aan de membraan van een microfoon is vastgehecht en waarvan de windingen in een magnetisch veld trillen door het toedoen van de membraan. Wegens het geringe elektrische vermogen van de dynamische capsules is elke mijngasveilige bescherming overbodig.

De nota geeft de beschrijving van een telefooninrichting die met succes werd toegepast in een lange gemechaniseerde pijler der mijn Westerholt. Dank zij deze inrichting kan men vanuit elk punt van de pijler waar zich een aansluitingsstekker bevindt, in verbinding treden met de plaatsen waar zich een vast personeel bevindt, zoals de drijfmachines van de pantserkettingen, de elektrische schakelborden, de lieren van de kolenploeg, de laadpunten, enz. en omgekeerd.

De vaste telefoonposten zijn uitgerust met twee capsules. De opzichter en het zwervend personeel dragen en lichte capsule die als microfoon en als luisterapparaat dienst doet, waarmede zij op elk steekcontact kunnen aansluiten. Het oproepsein wordt gegeven door middel van overeengekomen licht of geluidsignalen.

Ter vergelijking haalt de nota de ontwikkeling aan van de radiofonische verbinding in de pijler en geeft een overzicht der toepassingsmogelijkheden van de electro-dynamische telefoon in de voorbereidende werken, bij de ondergrondse opmetingen en bij de reddingswerken. De centrale zetel van de reddingsdienst der mijnen van Essen heeft in samenwerking met de Fernsig, een eenvoudig verbindingstel voor reddingsploegen in actie, op punt gesteld.

RESUME

En utilisant des capsules dynamiques, on a construit pour la première fois une installation téléphonique bien adaptée aux communications en tailles et dans les chantiers; elle se distingue par sa simplicité et sa sécurité de fonctionnement. La caractéristique essentielle de ce système est qu'il fonctionne sans source de courant étrangère. Le courant alternatif de conversion nécessaire à la transmission est produit dans une bobine reliée à la membrane du microphone, bobine dont les enroulements coupent un champ magnétique de lignes de force au rythme des vibrations de la membrane. Par suite de la puissance électrique très faible des capsules dynamiques, une protection antigrisouteuse n'est pas nécessaire.

La note décrit une installation téléphonique qui fonctionne avec succès dans une longue taille mécanisée du charbonnage Westerholt. Grâce à cette installation, on peut communiquer d'un point quelconque de la taille, où se trouve une fiche de raccord, avec les postes de service occupés par du personnel fixe, tels, par exemple, les stations de commande des transporteurs blindés, les commutateurs électriques, les treuils pour rabot, les points de chargement, etc..., et inversement.

Les postes téléphoniques fixes sont équipés d'appareils à deux capsules; le porion et le personnel itinérant portent en poche une capsule légère qui sert à la fois de microphone et d'écouteur, au moyen de laquelle ils peuvent se raccorder à toutes les fiches intermédiaires. Le signal d'appel est donné par des signaux lumineux ou acoustiques connus.

(1) Conférence faite au Comité pour la production de la D.K.B.L. le 28-3-1950.

A titre comparatif, la note signale le développement du système de communication radiophonique en taille et elle indique les possibilités d'utilisation de l'installation téléphonique électrodynamique dans les travaux préparatoires, dans les travaux de topographie minière et dans les services de sauvetage. Le siège central du service de sauvetage des mines à Essen a mis au point, en collaboration avec la Fernsig, un dispositif de communication simple pour des équipes de sauveteurs au travail.

Généralités.

D'heureux progrès ont été réalisés dans la concentration des exploitations, ainsi que dans la mécanisation de l'abatage; il n'en est cependant pas de même en ce qui concerne la transmission des informations au fond de la mine. Quelles qu'en soient les raisons, cette négligence est d'autant plus surprenante que l'on ne pourrait plus, dans les installations de surface — pas plus d'ailleurs que dans la vie courante — se passer de la possibilité de converser à distance. Les dispositifs de signalisation et de téléphonie minière (2) sont complètement modernisés dans les puits et galeries et s'étendent partiellement au chantier d'abatage. Dans la taille elle-même toutefois, tous les efforts ont été concentrés sur les moyens d'accroître de façon immédiate la production et le transport.

On se rend cependant parfaitement compte que l'exploitation des longues tailles — que la mécanisation de l'abatage soit partielle ou complète — est considérablement gênée par l'absence d'un système de communication approprié. Les considérations émises par Rolshoven (3) au sujet des exploitations en dressants et semi-dressants, s'appliquent également à l'exploitation des couches horizontales. Il est évidemment difficile d'estimer exactement les malentendus et les pertes de temps considérables provoqués par une compréhension défectueuse. En se basant sur les résultats courants de chronométrage, on estime que dans les installations de remblayage en semi-dressants, 20 % au moins du temps de travail utile — et beaucoup plus encore dans bien des cas — sont perdus à cause d'une transmission erronée ou trop lente des informations. Dans la littérature allemande spécialisée, Burgholz (4), a traité de manière approfondie la question de la transmission des informations au fond de la mine et a donné un compte rendu comparatif des systèmes de transmission acoustique, lumineuse, à fréquence audible et à haute fréquence. Tous les appareils mentionnés dans cette étude nécessitent, toutefois, l'emploi d'une source de courant étrangère et doivent pour cette raison comporter un dispositif de

protection antigrisouteux. Aucun de ces appareils n'est simple à manœuvrer ni à entretenir et ne répond pas à toutes les exigences que pose l'installation de communication en taille.

En taille, les moyens dont on dispose en cas de dérangement ou d'accident pour appeler le personnel de surveillance et les machinistes des engins de transport, se limitent à la signalisation connue et qui a donné de bons résultats pratiques.

Celle-ci consiste en :

- 1) signaux acoustiques : coups sur la conduite, câbles avec sonnettes, sonnerie électrique;
- 2) signaux optiques : allumage et extinction de l'éclairage de la taille, là où existe une installation électrique; autres signaux lumineux;
- 3) signaux d'appel d'un homme à l'autre.

Dans les grandes exploitations modernes où le travail s'effectue mécaniquement, les abatteurs se trouvent à de telles distances les uns des autres qu'ils ne peuvent s'entendre. Bien que ce système ait pu convenir autrefois pour l'exploitation de tailles non mécanisées de faible ouverture, il a néanmoins toujours comporté des risques de dangereux malentendus.

Actuellement, on ne peut transmettre des instructions et demander des renseignements relatifs à des dérangements qu'en se déplaçant soi-même ou en envoyant un messenger, ce qui constitue une perte de temps. Abstraction faite de ce dernier inconvénient et du gaspillage de main-d'œuvre qu'on peut difficilement évaluer, le personnel de surveillance est fréquemment empêché d'effectuer convenablement le travail dont il est chargé, surtout pendant les postes d'abatage et de remblayage. C'est pourquoi, en vue d'améliorer les dispositifs téléphoniques existants et de créer des dispositifs nouveaux au fond de la mine, principalement dans les chantiers, on a institué un comité spécial auprès de la D.K.B.L. pour les questions de téléphonie et de signalisation.

Au charbonnage Westerholt de la Hibernia A.G., en collaboration avec la Fernsprech- und Signalbaugesellschaft, vorm. Schüler & Versnoven, Essen-Kupferdreh (Fernsig), on a mis au point un système de communication simple et qui fonctionne bien. Ce dispositif est appelé à rendre de grands services en tailles mécanisées, dans les travaux préparatoires, de topographie et de sauvetage dans les mines.

Éléments de l'installation téléphonique.

Le nouveau dispositif téléphonique fait usage de capsules, qui sont à la fois émettrices et réceptrices, ainsi que d'appareils à deux capsules, reliés les uns aux autres par des câbles souples de caoutchouc, à deux conducteurs, avec fiches de raccord spéciales.

(2) Busch et Gassmann. — Dispositifs de télécommunication électrique dans l'exploitation minière. - 2^me Ed. Essen. - Verlag Glückauf 1949.

(3) Rolshoven, Hubertus. — Transport en voies inclinées. - Glückauf 86 (1950), p. 160.

(4) Burgholz, Rudolf. — Développement et critique de procédés nouveaux dans le domaine de la transmission au fond de la mine. - Mitt. Techn. Überwachungsver., N° spécial. - Essen 46/4

Burgholz, Rudolf. — Possibilités nouvelles dans la transmission des informations dans les mines. - Glückauf 85 (1949), p. 486/90.

a) La capsule dynamique.

L'élément le plus important du système téléphonique est la « capsule dynamique », construite par la firme Neumann et Borm de Berlin et vendue en Allemagne occidentale par la Fernsig. Cette capsule a déjà été utilisée, avant le début de la seconde guerre mondiale, dans l'équipement des navires, dans des installations de téléphone sans batterie avec inducteur d'appel; on a pu apprécier la sécurité de fonctionnement au cours d'un service de plusieurs années dans des conditions très difficiles (5).

La capsule dynamique repose sur le principe dynamique de la transmission électrique de la parole et son fonctionnement correspond donc à celui du téléphone « historique » de Bell. L'intensité insuffisante du son dans la première installation téléphonique provenait seulement de son mauvais rendement. Des aimants perfectionnés et des procédés de fabrication modernes ont permis de construire des capsules d'un rendement particulièrement élevé.

Le caractère essentiel du système réside dans le fait que la production du courant alternatif nécessaire à la transmission de la parole n'exige aucune source de courant étrangère. La structure de la capsule est d'une grande simplicité (fig. 1).

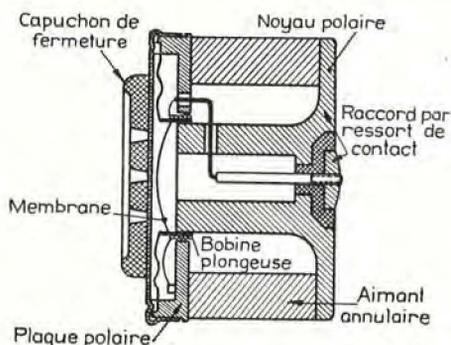


Fig. 1. — Section transversale d'une capsule dynamique.

Elle consiste en un aimant double de forme annulaire, terminé par une plaque et un noyau polaires entre lesquels une bobine reliée à une membrane plonge dans un champ magnétique de 8.000 gauss. Les oscillations de la membrane provoquées par la parole entraînent le déplacement de la bobine. Lorsque le champ de lignes de force de l'aimant permanent est coupé, un faible courant alternatif prend naissance dans les enroulements de la bobine. Si celui-ci est amené par l'intermédiaire d'un câble à une seconde capsule dynamique du même type de construction, la bobine de ce second système se met à osciller et la membrane reproduit les oscillations. C'est pourquoi la capsule peut servir d'émetteur et de récepteur.

Afin d'utiliser toute l'intensité du son, il faut parler aussi près que possible de la capsule; c'est pourquoi la distance qui sépare l'émetteur du

récepteur est petite dans le cas de l'appareil à deux capsules.

Etant donné que le microphone se trouve à une faible distance de la bouche, le rapport entre l'intensité du son utile devant la membrane et celle des bruits parasites est très favorable. Comme les capsules sont exemptes de déformations non linéaires, ce qui n'est pas le cas pour le microphone à charbon, la compréhension reste bonne, même dans des locaux où il y a beaucoup de bruit. Alors que la compréhension est impossible avec les appareils téléphoniques habituels au voisinage immédiat des têtes motrices de transporteurs blindés en fonctionnement, elle est bonne avec les capsules dynamiques parce que ces dernières n'absorbent qu'une faible partie des bruits environnants.

Une comparaison entre les courbes de fréquence du téléphone magnétique et de la capsule dynamique employée comme téléphone montre (fig. 2) que le fonctionnement de la capsule entre 800 et

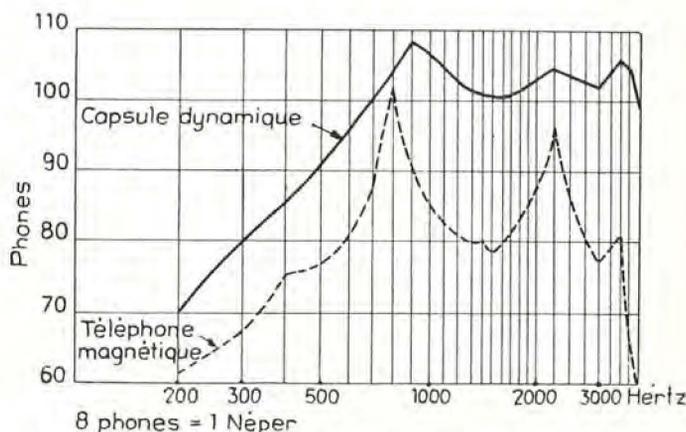


Fig. 2. — Courbes de fréquence du téléphone magnétique et de la capsule dynamique.

4.000 hertz — la zone d'oscillations vocales la plus importante — est bien plus uniforme. Cette uniformité, abstraction faite de la différence d'intensité du son qui va jusqu'à 2,5 néper (20 phons), est particulièrement intéressante pour la compréhension des mots riches en consonnes.

Etant donné la puissance extraordinairement réduite des capsules dynamiques, qui correspond à une tension d'environ 75 mV mesurée avec un voltmètre à tube électronique et de 50 mV mesurée par la méthode oscillographique (à l'intensité de son maximum correspond tout au plus 300 à 400 mV), il ne peut se produire des étincelles susceptibles de provoquer un allumage du grisou.

Ces fours ont été confirmés à la galerie d'essais de Dortmund. C'est pourquoi le Corps des Mines allemand n'impose aucune mesure de protection spéciale pour l'emploi de ces capsules en mines grisouteuses, quand elles sont montées dans de simples dispositifs microphoniques et d'écoute (fig. 5) sans autre source d'énergie, telle que par exemple un inducteur d'appel. Ces appareils ont été agréés pour les travaux du fond d'après un décret du 10 mai 1950; il suffit d'aviser le Corps des Mines de leur installation.

(5) Lange. — Téléphone sans batterie pour bateaux. — « Hansa » 87 (1950), N° 9, p. 318/19.



Fig. 5. — Capsule simple pouvant servir à la fois de microphone et d'écouteur (poids 0,6 kg).

b) *Appareil à deux capsules.*

Comme il faut une certaine pratique pour s'habituer à parler et à écouter avec une seule capsule microphonique et d'écoute, on se sert aux postes fixes d'appareils à deux capsules combinées, comprenant un microphone et un écouteur (fig. 4).



Fig. 4. — Appareil à deux capsules comprenant un microphone et un écouteur (poids : 1,5 kg).

c) *Fiche de raccord et câble.*

La liaison téléphonique est réalisée au moyen d'un fort câble NMH à deux conducteurs de



Fig. 5. — Fiche de raccordement pour capsule dynamique.

6,5 mm, dont les tronçons sont reliés les uns aux autres par des fiches de raccord particulières (figure 5).

Pour éviter toute confusion, le Corps des Mines a exigé que cette fiche, non munie d'une protection antigrisouteuse, puisse se distinguer facilement des fiches à protection antigrisouteuse habituelles. La figure 5 montre la forme adoptée pour la fiche de raccord. On intercale la capsule microphonique et d'écoute ou l'appareil à deux capsules dans le circuit d'écoute et de conversation, en introduisant le bout rectangulaire de la fiche dans l'ouverture E de la fiche de raccord.

Caractéristique de l'installation.

Ce système qui ne comprend que des appareils de construction simple, d'un fonctionnement sûr et dont tout le monde peut se servir sans difficulté, a permis pour la première fois d'établir une liaison téléphonique entre les stations de chargement, les remblayeuses pneumatiques, les postes de commande des rabots et des transporteurs et un point quelconque de la taille ou des voies d'accès. L'installation peut être utilisée dans toute longue taille, quelle que soit l'inclinaison. On l'installe suivant les exigences du service. On dispose deux ou trois appareils à capsules aux postes importants occupés en permanence par du personnel, tels que les postes de commande des transporteurs, les points de chargement, etc...; une ou plusieurs capsules simples sont utilisées par le personnel de surveillance et les équipes mobiles (haveurs, remblayeurs), etc....

Ces équipes peuvent directement se mettre en rapport avec les postes fixes, grâce aux fiches de raccordement réparties en nombre suffisant le long du circuit. Indépendamment de l'appareil téléphonique, les dispositifs de signalisation lumineuse et acoustiques existants, tels que l'éclairage des tailles, les conduites et claxons, servent à donner le signal d'appel.

Bien qu'à première vue ceci puisse paraître un inconvénient, on a renoncé volontairement à associer une sonnerie d'appel à l'appareillage destiné à la conversation. En effet, dans ce cas, les raccords devraient avoir une protection antigrisouteuse, ce qui compliquerait leur forme et limiterait leur champ d'application; le résultat serait incertain. On ne peut faire usage de lampes à luminescence parce qu'on ne les distingue qu'à une courte distance seulement. C'est pourquoi, comme signal d'appel, le charbonnage Westerholt préfère se limiter aux signaux familiers à chaque mineur, à savoir signaux lumineux et coups sur les conduites d'air comprimé.

Description d'un cas d'application.

Une installation téléphonique en taille fonctionnant suivant le principe décrit ci-dessus, a été essayée et adoptée dans une longue taille complètement mécanisée du charbonnage Westerholt. Elle est montée dans une taille ouverte dans la couche Dickebank, qui produit journalièrement 1.200 tonnes (fig. 6).

Des tronçons de câbles souples à deux conducteurs sont reliés entre eux par des fiches de raccord (St), placées tous les 20 m en taille et tous les 40 m en voie. Les fiches de raccord sont disposées à proximité d'une lampe (une sur trois) de l'éclairage électrique de la taille. Cette lampe est repérée par un trait circulaire rouge. Le câble téléphonique est suspendu avec les autres câbles à la tuyauterie et déplacé en une fois avec elle dans la partie inférieure de la taille longue de 220 m, où se trouve le transporteur blindé; il doit être démonté journalièrement dans la partie supérieure de la taille équipée d'un transporteur à bande.

Aux postes occupés par du personnel fixe, tels que le treuil (T), le commutateur électrique (Sch), le poste de chargement (L), la remblayeuse pneumatique (Bl), sont montés des appareils fixes à deux capsules (M), tandis que le porion, les pré-

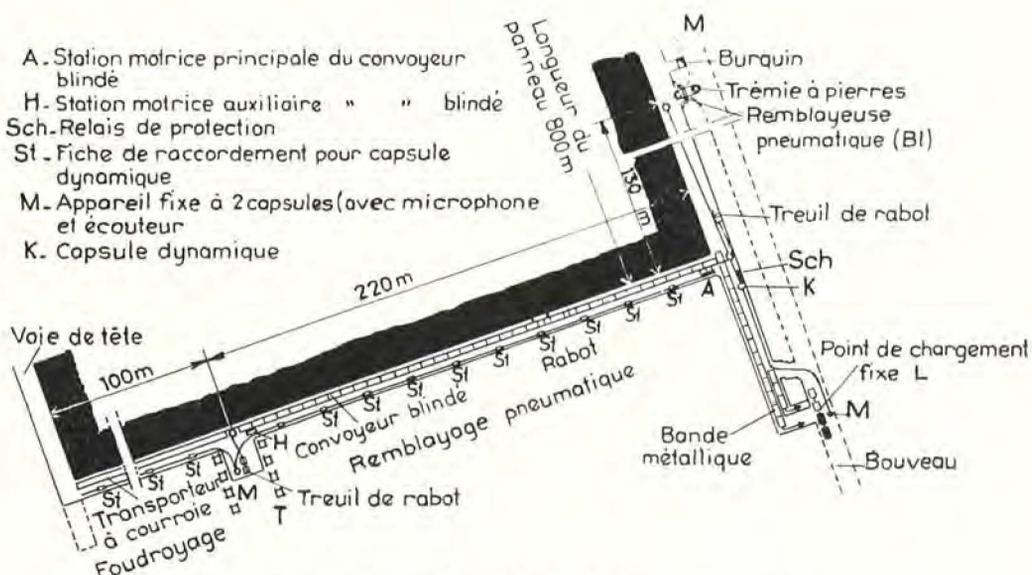


Fig. 6. — Représentation simplifiée de l'installation téléphonique avec capsules dynamiques. Couches Dickebank. — Charbonnage de Westerholt.

posés au transporteur et au rabot ont en poche une capsule microphonique simple. Quand les signaux lumineux convenus et indiqués sur le tableau de signalisation (fig. 7) sont perçus (« Attention » — extinction et allumage rapide et répété de l'éclairage de la voie), le personnel de tous les postes téléphoniques fixes se met à l'écoute, tandis que les ouvriers qui sont munis d'une capsule la mettent en circuit au raccord le plus proche dans la taille ou dans la galerie. Le poste appelant demande le poste appelé et tous les autres peuvent suivre la conversation ou raccrocher. Si le signal d'appel est destiné au poste de remblayage (Attention + 6), seul le personnel affecté à ce service se met en circuit; le porion et le préposé au transport peuvent, suivant les exigences, écouter et parler également.



Fig. 7. — Station de chargement fixe avec appareil double.

Résultats obtenus.

Les résultats obtenus dans l'installation en service sont très satisfaisants. Vu la simplicité de l'appareillage, il ne se produit que peu de pannes; elles peuvent être aisément découvertes même par des ouvriers non qualifiés.

1) Capsules simples, appareils à deux capsules : après le remplacement des pièces en bakélite (par exemple du capuchon de fermeture) par des pièces faites en d'autres matériaux, il ne s'est plus produit de détériorations. Lorsque la membrane protectrice est endommagée, l'encrassement des pièces intérieures peut nuire au fonctionnement de la bobine plongeuse. Ces capsules sont de préférence nettoyées à l'atelier. L'exécution actuelle des appareils à deux capsules satisfait aux conditions difficiles de l'exploitation. Pour les capsules portatives, on a prévu une gaine en cuir avec ouverture devant le micro.

2) Câble : on peut suivre la suggestion, émanant des milieux compétents et visant à remplacer le mince câble NMH par un câble plus fort. On a constaté que le diamètre du câble ne doit pas être notablement renforcé, étant donné qu'il est de préférence placé sous la conduite ou disposé avec d'autres câbles. Un câble rompu, par un éboule-



Fig. 8. — Commande principale du convoyeur blindé avec appareil double.

ment par exemple, peut être provisoirement réparé par des nœuds et le raccordement des extrémités des fils jusqu'au remplacement du tronçon endommagé. Par suite de la basse caractéristique ohmique des capsules dynamiques, une communication acceptable subsiste même dans les réseaux de câbles défectueux, contrairement à ce qui se passe avec le téléphone ordinaire. Un câble mince, mais résistant à la traction, facilite la suspension lorsque le câble doit être déplacé journellement d'une havée à l'autre.

3) Fiches de raccord : par suite de l'absence de protection antigrisouteuse, la fiche est si simple qu'elle peut être considérée comme d'un fonctionnement sûr dans sa forme actuelle. Un encrassement de la fiche avec obstruction de l'ouverture d'entrée (E à la fig. 5), causé par la poussière due au remblayage pneumatique, réduit l'intensité du son, mais n'interrompt cependant pas la compréhension. On enlève les souillures en glissant la fiche rectangulaire dans le logement d'entrée E, ouvert des deux côtés.

Il est indiqué cependant de nettoyer de temps à autre les fiches au moyen d'une fine brosse. Les dérivations dans la prise, lors de travaux en milieu humide, influencent peu l'intensité du son.

La tâche du personnel de surveillance est grandement facilitée par l'utilisation de l'installation

téléphonique et le rendement du chantier est favorablement influencé. A Westerholt, il a suffi d'un court apprentissage pour obtenir, dès le premier jour du fonctionnement de l'installation, des communications excellentes.

actuellement un appareil émetteur et récepteur bon marché, antigrisouteux, insensible aux chocs et que l'on peut mettre en poche. Il est indispensable pourtant qu'un tel système soit mis au point afin d'arriver à supprimer le câble.



Fig. 9. — Porion en taille parlant devant la capsule.

Comparaison avec le système radiophonique.

La création de l'installation téléphonique décrite ne doit pas faire obstacle au développement du système de communication radiophonique. Celui-ci peut revendiquer sans aucun doute des succès initiaux prometteurs; mais il faudra probablement attendre plusieurs années pour que les appareils, actuellement encore peu maniables, sensibles et coûteux, deviennent pratiquement utilisables. Il semble d'ailleurs douteux que le système de communication radiophonique soit à même de répondre aux exigences posées par l'abatage et décrites ci-dessus. La capsule microphonique est légère, peu encombrante et peut être mise en poche; cependant elle peut parfois encore être gênante à porter. Il n'est pas encore possible de fabriquer

Autres possibilités d'emploi de l'installation téléphonique dans les travaux du fond.

Pour le fonçage de puits ou le creusement de burquins, le Corps des Mines exige la pose d'un conduit porte-voix partant de l'étage. On obtient une communication plus simple, plus claire et notablement moins coûteuse, grâce à deux appareils à deux capsules ou à deux capsules simples, reliés par un câble à deux conducteurs, tandis que le signal se fait, comme auparavant, par des coups sur la conduite. Le coût de l'installation représente $1/6$ à $1/8$ de celui du tuyau acoustique habituel, de 100 mm de diamètre.

Dans les burquins utilisés pour l'extraction, l'envoyeur peut être relié au machiniste; des fiches



Fig. 10. — Surveillant de l'installation de transport à l'écoute.

intermédiaires sont également prévues pour le personnel d'entretien. En ce qui concerne la communication par tuyaux acoustiques, l'ordonnance de la police des mines fixe à 80 m la longueur maximum admissible en cas de transport du personnel. Les téléphones de mines existants offrent une sécurité de service plus grande et plus simple grâce à la disparition de la batterie, lorsqu'on les munit de capsules dynamiques, comme cela se fait déjà dans quelques charbonnages de la Ruhr, notamment dans les puits humides.

L'installation décrite peut également être utilisée avec le remblayage pneumatique et hydraulique pour les levés de plans de mine et lors des travaux de sauvetage. Dans des cas particuliers, comme par exemple dans les installations de remblayage, un dispositif d'appel supplémentaire (inducteur d'appel, claxon) peut devenir nécessaire.

On a entrepris en Angleterre, au cours des deux dernières années, des essais parallèles avec le micro-

phone actionné par le son (« sound-power ») pour réaliser la meilleure transmission de renseignements entre des équipes de sauveteurs au travail et leurs bases situées en dehors de la zone dangereuse (6). Le siège central des stations de sauvetage dans les mines, à Essen, a créé, en collaboration avec la Fernsig, un appareil facile à porter, au moyen duquel le poste de commandement reste constamment en communication téléphonique avec le chef de l'équipe au travail. La question du signal d'appel a été résolue de façon satisfaisante au moyen de tons aigus, qui sont produits par un claxon de signalisation disposé devant la membrane.

(6) Kuhn. — Transmission d'informations avec ou sans fil pour le service de sauvetage dans les mines. - *Glückauf* 85 (1949), p. 850/52.

Leek, J.G.E. — Communication radiophonique et téléphonique pour le sauvetage dans les mines. - *Colliery Guardian* 177 (1948), p. 875/81.