

# Matériel minier

Notes rassemblées par INICHAR

## LE « STAR WHEEL CUTTER » (1)

On expérimente en Grande-Bretagne un nouveau type d'abatteuse, inventé par M. W. Chamberlain. Les essais au fond, commencés en 1956, connaissent actuellement un plein succès dans l'Area n° 6 de la Division des East-Midlands.

L'engin sur convoyeur blindé (fig. 1) est commandé par un câble sans fin dont les têtes motrices, à chaque extrémité de taille, restent celles du rabot

termédiaire d'une transmission à chaîne et d'engrenages, visibles sur le côté arrière de l'engin.

La tête coupante est formée d'un plateau portant 3 axes, équidistants du centre et entre eux, sur lesquels tournent librement 3 roues étoilées qui constituent l'outil de coupe proprement dit.

Chaque roue est biseautée sur ses deux faces et découpée en dents de scie (type A, fig. 2). Il existe des variantes, à l'essai : B, biseautée sur une seule face, ou C, doublement biseautée, sans dents de scie.

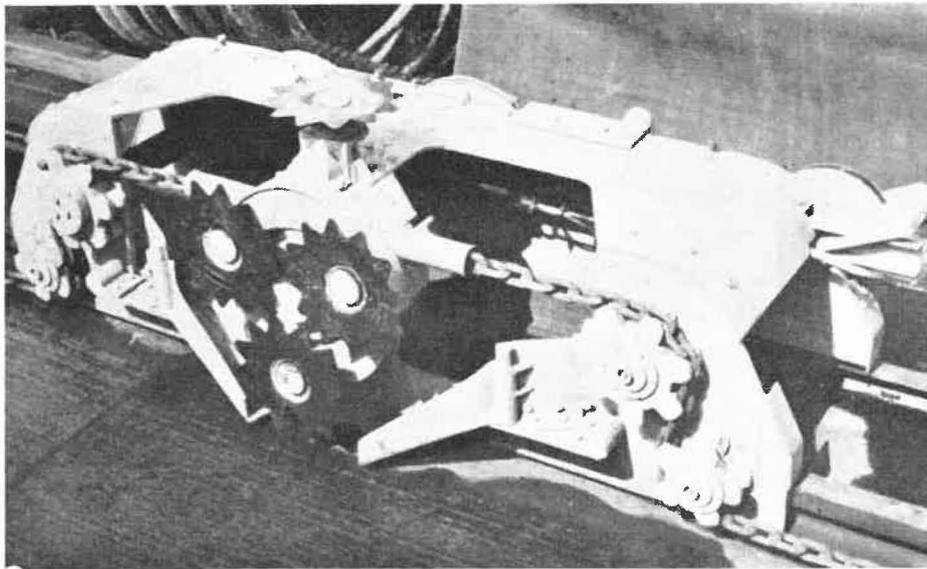


Fig. 1. — Vue d'ensemble du « Star Wheel Cutter ».

Löbbe. La perte de tension dans le câble due à l'allongement est compensée par un ressort. Le câble s'enroule, côté arrière-taille, sur un tambour qu'il entraîne en rotation par adhérence. Le tambour porte au bout d'un arbre horizontal l'outil d'abatage, tête circulaire coupante.

La translation de l'engin s'obtient par engrènement avec une chaîne marine fixe, étalée sur le mur le long du front, d'une roue à empreintes mise en rotation par le même tambour de commande, par l'in-

(1) Extrait de « Star Wheel Cutters » par M.J. O'DOUGHERTY et R. SHEPHERD. *Colliery Engineering*, 1961, août, p. 351/357 et septembre p. 394/400.

Le mécanisme d'abatage est le suivant : par traction du câble sans fin, le tambour entraîne en rotation les 3 roues autour du centre du plateau. Les dents percutent dans le charbon, une ou deux au maximum à la fois, faisant tourner les roues sur elles-mêmes, et amenant ainsi chaque dent à pénétrer à son tour dans le massif. On détache un copeau continu d'environ 10 cm d'épaisseur et 84 cm de hauteur à partir du mur. Les produits sont ramenés vers le convoyeur blindé par 2 socs, fixés à l'avant, et l'évidement central du corps de l'engin ; tout bloc surincombant tombe directement sur le convoyeur.

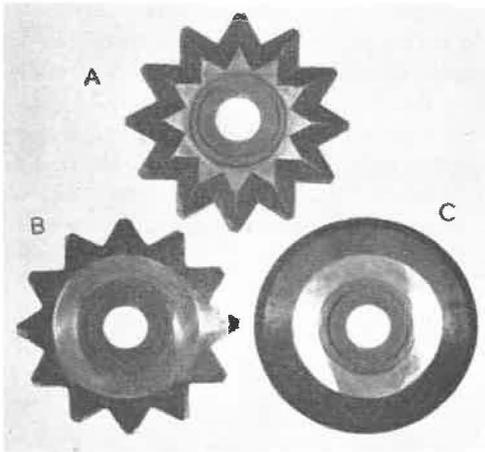


Fig. 2. — Les trois types de roue coupante.

En même temps, la roue à empreintes, engrenant avec la chaîne, fait glisser l'engin sur le convoyeur : la vitesse d'avancement s'adapte automatiquement à la dureté du charbon.

En principe, il s'agit donc d'un abatage par lames en forme de coin, analogue au rabot rapide, mais avec des avantages complémentaires très appréciés en charbon dur :

- de par leur rotation libre, les lames ou dents acquièrent une énergie cinétique de percussion, ce qui équivaut à une augmentation de l'effet appliqué au centre de chaque roue coupante, et dû au couple de rotation du tambour. Cette propriété rappelle le rabot activé Huwood, plus efficace qu'un rabot classique à lames statiques ;
- l'effort instantané de coupe se concentre sur quelques points de la veine seulement, qui se déplacent du toit vers le mur, alors qu'il se répartit sur plusieurs plages avec le rabot classique.

Une étude en laboratoire a permis d'évaluer les efforts nécessaires et la granulométrie obtenue, en faisant varier la profondeur de coupe et l'enfoncement de la roue dans le massif. On en conclut que l'énergie nécessaire pour abattre un kg de charbon est sensiblement la même que pour un rabot rapide, mais que l'énergie totale est beaucoup moindre : l'effort de traction et l'effort de coupe nécessaires sont beaucoup plus faibles.

Des 3 types A, B, C (fig. 2), le type B possède le meilleur rendement énergétique si l'enfoncement de la roue en charbon reste faible (5 mm à 1 cm) ; il produit moins de fines que le type C. Si l'enfoncement en charbon augmente, c'est le type A qui l'emporte.

#### DISPOSITIF HYDRAULIQUE WIEMANN DE CALAGE DES SERRURES D'ÉTANÇONS

La firme Wiemann de Bochum met sur le marché un dispositif hydraulique de calage des serrures d'étançons.

Ce dispositif s'adapte parfaitement aux étançons Wiemann R II, R III, R IV et R V. Il n'y a ni modification de l'étançon ni modification de la serrure. Le dispositif hydraulique a pour but d'uniformiser les charges de pose de tous les étançons d'une taille et d'obtenir en même temps une charge de pose plus élevée que par un calage au marteau. Les études du Steinkohlenbergbauverein ont en effet démontré que la portance des étançons à frottement au fond de la mine n'atteint que rarement la portance théorique ou celle que révèlent des essais de surface faits à la presse. Les mesures ont aussi montré que la charge de pose des étançons à frottement est très variable lors du calage manuel. Par sa construction circulaire et symétrique, l'étançon à collier et cale centrale convenait particulièrement pour l'application d'un dispositif de calage mécanisé de la serrure.

On a jugé préférable d'adopter un appareil de traction de la cale de serrage. L'appareil est constitué de deux cylindres hydrauliques jumelés 1 reliés par un pont 2. Dans ces cylindres se déplacent deux pistons 3 reliés également par un pont 4. Ce deuxième pont est visible sur la figure 3, contre le

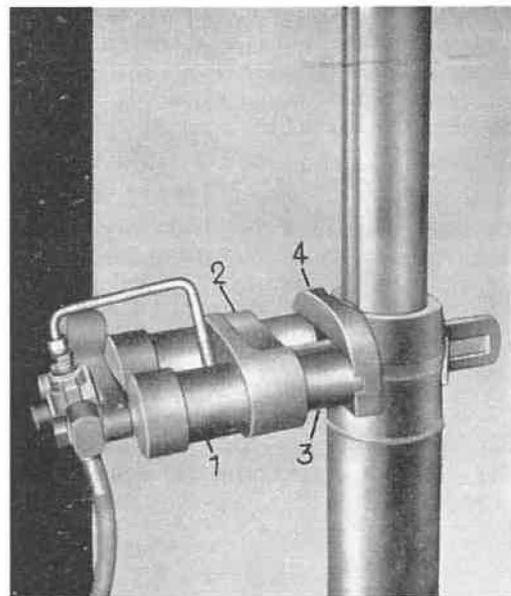


Fig. 3. — Dispositif hydraulique de calage des serrures d'étançon.

fût d'étançon. Le premier pont (qui relie les deux cylindres) est conçu de façon qu'il emprisonne l'extrémité renflée de la cale de serrage sur laquelle l'ouvrier frappe au moment de déferrer l'étançon. Lorsqu'on admet de l'eau ou l'émulsion sous pression dans les cylindres, les pistons restent donc appuyés à l'étançon pendant que les cylindres s'en éloignent, entraînant avec eux la cale qui glisse dans la serrure.

Avec une pression d'eau ou d'émulsion de 180 kg/cm<sup>2</sup>, la poussée des pistons atteint 11 t, ce qui permet de poser sous une charge de 35 t les étançons

R II et sous une charge de 45 t les étançons R III ou R V. Lorsque la traction sur la cale a pris fin, c'est-à-dire après 10 à 15 secondes, on change la position de la vanne à trois voies et l'émulsion est admise à s'écouler vers l'extérieur, tandis que les pistons rentrent dans les cylindres sous l'effet de puissants ressorts de rappel. L'appareil est à nouveau prêt à l'usage. Le fluide sous pression pour l'alimentation des appareils est conduit dans la taille par un flexible muni de prises aussi nombreuses qu'il y a de préposés au soutènement. La pompe d'alimentation fournit le fluide sous une pression réglable entre 180 et 250 kg/cm<sup>2</sup> et avec un débit voisin de 30 litres par minute.

S'il faut modifier la charge de pose des étançons en cours d'exploitation en raison de l'encrassement des serrures d'étau ou de la variation de comportement du toit et du mur dans la taille, il suffit de régler la pression à la sortie de la pompe centrale.

Une méthode de travail simple consiste à régler la pression, en vue d'obtenir par exemple une charge de pose de 5 t, et à former des équipes de deux boiseurs. Les ouvriers dressent un étançon et l'étirent à la longueur désirée. Un ouvrier tient l'étau pendant que l'autre place le dispositif de serrage de la cale et ouvre la vanne d'admission de l'émulsion. L'appareil de serrage travaillant seul, il est possible de dresser un autre étançon pendant que le serrage s'effectue automatiquement sur le premier à la charge désirée.

De cette manière, le temps de travail des ouvriers est mieux utilisé et l'on constate une augmentation du taux de travail des équipes de boiseurs en taille.

#### RAVANCEMENT CONTINU DES TRAINS DE BERLINES

La S.A. des Ateliers F. Brasseur, à Valenciennes (Nord), construit des appareils hydro-électriques.

Ces appareils sont utilisés d'une façon générale pour le ravancement continu des trains ou pour le chargement des berlines. Ils tendent à remplacer depuis une dizaine d'années les appareils similaires : ravanceurs et pousseurs pneumatiques. Ils sont employés également sur les releveuses de berlines.

Une solution hydro-électrique a été adoptée pour associer une économie d'énergie à une grande souplesse de fonctionnement. Le fluide utilisé est un liquide lubrifiant ininflammable.

La vitesse de poussée étant constante, les taquets entrent en contact avec les berlines sans choc ; il en résulte une moins grande fatigue du matériel roulant.

La conception de ces ravanceurs leur permet d'autre part de s'adapter à toutes les dimensions de berlines, d'assurer un démarrage progressif des trains, d'arrêter la poussée à tout moment et de se tenir dans les limites d'un effort contrôlé par une soupape dûment réglée.

Ils comprennent (fig. 4) :

a) Le ravanceur proprement dit, à 2 cylindres jumelés d'encombrement très réduit en hauteur, se montant directement sur les traverses des rails de roulage. Les tiges de piston chromées actionnent alternativement des taquets montés sur longs patins coulissant sur des rails glissières en acier dur formant châssis.

Chaque patin porte, soit 1 taquet pour ravancement en 2 courses des berlines ayant une longueur entr'axes jusque 2,20 m, soit 2 taquets pour ravancement en 4 courses des berlines ayant une longueur entr'axes attelages tendus jusque 4,14 m. Au-dessus de 4,14 m, les patins sont montés avec 3 taquets. La course des patins est réglée chez le constructeur suivant les entr'axes des berlines à pousser.

Le distributeur-inverseur est monté à l'arrière des cylindres. La synchronisation des patins est hydraulique, le verrouillage du distributeur est également hydraulique.

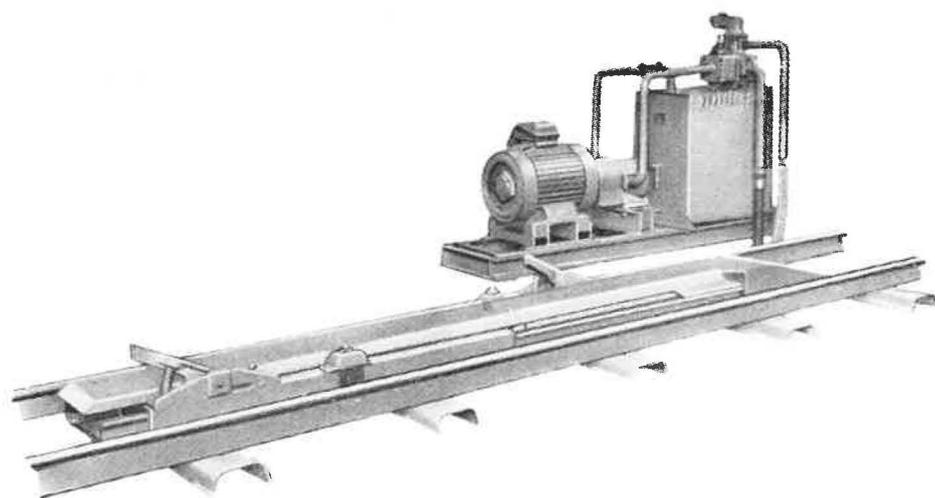


Fig. 4. — Ravanceur hydro-électrique, type RSH-25.

Le ravanceur est blindé sur toute sa longueur.

b) Le groupe moto-pompe (fig. 5) constitué par un moteur électrique d'une puissance de 8 à 35 ch actionnant la pompe à engrenages qui est capable de pointes à 100 Hpz. Cet ensemble, de même que le

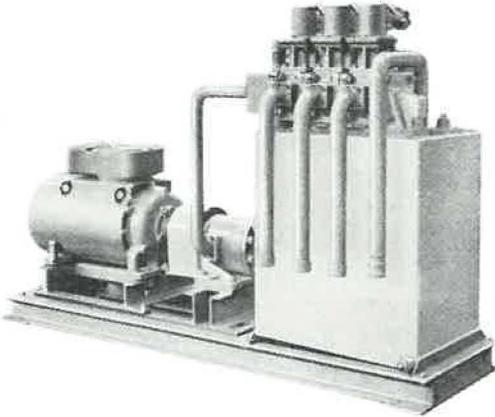


Fig. 5. — Groupe moto-pompe de commande de trois ravanceurs.

réservoir, est supporté par un châssis monté sur skis. Il se place normalement sur le côté de la voie.

Le réservoir comporte un filtre au départ du tuyau d'aspiration et un filtre à l'arrière du tuyau de retour. Ils sont facilement accessibles pour un nettoyage régulier.

c) Les tuyauteries de raccordement des ravanceurs au groupe moto-pompe. La partie de ces tuyauteries se fixant sur les ravanceurs doit *obligatoirement* être souple.

Ces tuyauteries comprennent :

- 1 tuyauterie haute pression ;
- 1 tuyauterie de retour ;
- 1 tuyauterie de récupération des fuites éventuelles de calfat.

#### Fonctionnement.

Le moteur est animé d'un mouvement de rotation continu. Un distributeur de commande monté sur le groupe moto-pompe est intercalé sur la tuyauterie de départ au ravanceur. Il possède une dérivation vers la tuyauterie de retour des cylindres de sorte que, lorsque le ravanceur est à l'arrêt, le fluide aspi-

ré par la pompe est refoulé dans cette tuyauterie de retour sans circuler dans les cylindres. La pompe dans ce cas n'absorbe qu'une puissance insignifiante.

Par contre, la manœuvre positive du distributeur ouvre le circuit des cylindres qui rentre en pression. Cette pression dépend de l'effort résistant. Une soupape de sécurité limite cette pression à 43 kg pour les ravanceurs de 2.500 kg d'effort de poussée et à 55 kg pour les ravanceurs de 5.000 kg d'effort.

Lorsque le fluide sous pression actionne un piston, le fluide qui se trouve sur la face AR est chassé dans l'autre cylindre et en repousse le piston vers l'arrière. Un dispositif permet de garder constant le volume de liquide se trouvant derrière les pistons de manière à synchroniser les mouvements inverses des patins. Le distributeur-inverseur n'est lui-même commandé que lorsque les 2 pistons arrivent en fin de course.

L'action sur le distributeur de commande provoque le démarrage ou l'arrêt instantané du ravanceur.

Tant que le distributeur est commandé, le cycle se reproduit sans interruption et le train de berlines avance pratiquement d'une façon continue, d'où le nom ravanceur « continu » (fig. 6).



Fig. 6. — Ravanceur hydro-électrique, type RSH-25, monté sur plan incliné et remplaçant une releveuse de berline.

#### Principales caractéristiques mécaniques et dimensionnelles.

Type RSH	25					50			
Effort de poussée	2.500 kg					5.000 kg			
Pression d'huile	43 kg					55 kg			
Débit de la pompe	63	80	100	125	160	100	125	160	260
Puissance absorbée en ch à 1500 tr/m	8	10	12	16	20	14	18	25	35
Vitesse moyenne des taquets en cm/s	13	18	22	28	36	16	21	27	42

#### Autres caractéristiques de fonctionnement.

a) En limitant par une commande partielle du distributeur l'arrivée d'huile aux cylindres, on peut limiter la vitesse d'avancement des patins. Dans ce cas, comme la pompe est à débit constant, l'excédent d'huile retourne au réservoir par la soupape de sûreté.

b) Il est possible d'actionner plusieurs ravançeurs avec le même groupe moto-pompe. Celui-ci possède alors des distributeurs de commande supplémentaires.

Le groupe peut également être utilisé pour des commandes de barrières, lève-clichettes, freins, taquets de positionnement, encageurs (fig. 7), écluseurs, ponts mobiles, etc...



Fig. 7. — Installation de formation de train de berlines.

c) Les distributeurs peuvent être conçus à commande par levier à main ou à distance par câble, ou à dispositifs de télécommande, la commande se faisant alors par boutons-poussoirs.

d) La vitesse de poussée, souvent comprise entre 0,10 m et 0,30 m, est fonction du débit de la pompe utilisée. Celui-ci peut varier entre 63 et 260 litres. Les pompes les plus utilisées sont celles de 125 litres pour le type RSH-25 et celles de 160 litres pour le type RSH-50. Elles donnent une vitesse de poussée de l'ordre de 0,28 m.

Les puissances absorbées sont indiquées pour des efforts normaux de 2.500 et 5.000 kg. Si l'effort de poussée nécessaire est moindre, la puissance du moteur électrique utilisé peut être diminuée. La puissance est proportionnelle à l'effort de poussée.

D'autre part, le moteur peut tourner continuellement, la pompe n'absorbant qu'une puissance insignifiante lorsque les appareils sont à l'arrêt.

La combinaison de ces différentes caractéristiques permet de satisfaire tous les cas possibles de ravançement.

Ces ravançeurs hydro-électriques permettent en outre, par leurs possibilités multiples d'utilisation, une économie de main-d'œuvre et d'aménagement au fond, un allègement de la fatigue du matériel roulant ; ils augmentent le rendement grâce à leur souplesse et leur maniabilité.

### TRANSFORMATEUR A TENSION CONSTANTE (2)

La firme « Advanced Components Ltd », d'Ilford Essex, construit un transformateur à tension constante au secondaire, malgré les fluctuations de la tension d'entrée. La firme minière Baldwin and Francis Ltd, de Sheffield, l'a incorporé au circuit de contrôle à distance dans son dernier modèle SM<sub>2</sub> de coffret de chantier, antidéflagrant classe 2, pour courant triphasé jusqu'à 660 V.

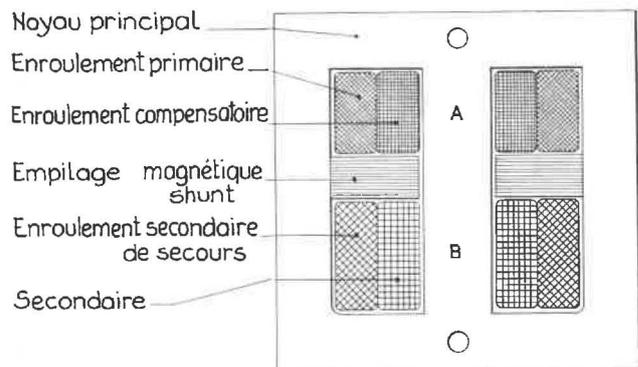


Fig. 8. — Schéma de construction du transformateur.

Le noyau (fig. 8) a la forme d'un cadre, avec un montant central AB, constitué de tôles feuilletées en acier au Si (à haute perméabilité magnétique). L'évidement central, servant de logement aux enroulements, est partagé en deux par un empilage feuil-

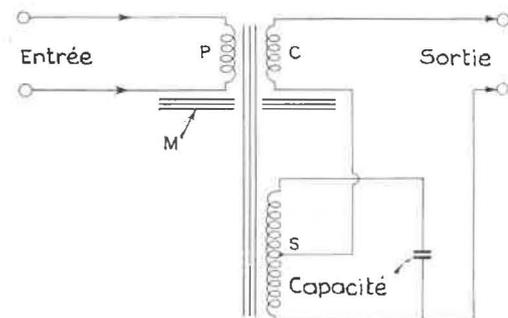


Fig. 9. — Schéma du circuit électrique complet.

(2) Extrait de « Voltage stabilisation ». Colliery Engineering 1961, novembre, p. 493/494.

lété, dénommé « Shunt magnétique ». D'un côté de cet empilage se logent l'enroulement primaire et un enroulement spécial dit « compensatoire ». De l'autre, on trouve le secondaire renforcé par un enroulement de secours en cas de besoin. Le secondaire, en série avec une capacité, forme un circuit de résonance.

Le circuit électrique complet est schématisé à la figure 9.

**Fonctionnement.**

On applique au primaire une tension basse mais constamment croissante : la réluctance du shunt magnétique étant relativement élevée à cause de l'entrefer, tout le flux inducteur constamment croissant traverse le montant central du noyau. On obtient au secondaire une tension proportionnelle au nombre de spires des 2 enroulements. C'est la partie ascendante (à gauche de A, fig. 10) de la courbe donnant la tension de sortie en fonction de celle d'entrée.

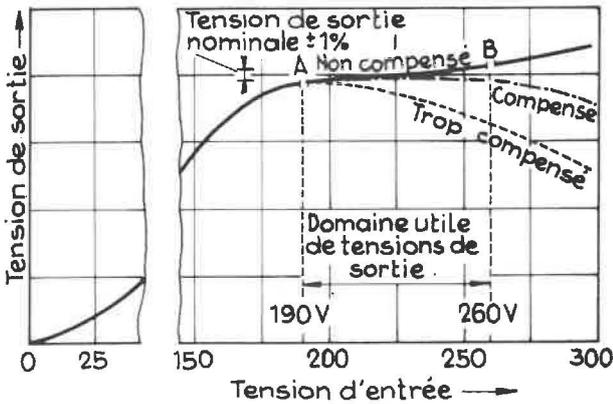


Fig. 10. — Courbe caractéristique de fonctionnement.

Si cette dernière continue à croître, la valeur de la réactance, dans le circuit résonant du secondaire, se rapproche de la valeur de la capacitance, à la fréquence de fonctionnement : le circuit va entrer en résonance. La tension secondaire augmente fortement et le fera jusqu'à une valeur fixe, bien connue, supérieure à celle que donne le rapport du nombre de spires. En même temps, la partie B du noyau atteint la saturation, sa réluctance partielle croît fortement : le flux central est progressivement dévié par le shunt magnétique.

A la résonance, presque tout le flux inducteur traverse le shunt, à part la légère compensation des pertes magnétiques dans le fer, nécessaire pour maintenir le secondaire en résonance. Le shunt a pratiquement supprimé la liaison : une perturbation au primaire ne peut troubler la stabilité de la tension dans le tronçon B (fig. 8). Cependant la courbe reste légèrement ascendante (AB, fig. 10) un isolement complet s'avérant impossible.

C'est ici qu'intervient l'enroulement compensatoire (C, fig. 9) : monté en série et en opposition

avec le secondaire, il compense toute variation due au primaire. La tension de sortie reste donc constante dans un certain domaine de variation de la tension d'entrée, domaine pratiquement délimité par la charge du circuit d'utilisation du secondaire. Si l'enroulement compensatoire est mal réglé, la courbe peut même être descendante (fig. 10).

**Quelques avantages.**

La stabilisation de la tension est continue et automatique, alors que tous les autres types de transformateurs dépendent exclusivement du degré de saturation du noyau.

La réponse aux perturbations du primaire est très rapide : 1/50 de seconde, soit un cycle.

En outre, le transformateur possède une auto-protection contre les effets de court-circuit du circuit de charge ; cette limitation de courant protège contre tout défaut de ce circuit.

La sortie est isolée de l'entrée et peut être raccordée à la terre ou au primaire ; elle peut être encore sous- ou survoltée suivant les besoins, l'engin peut donc remplacer un transformateur conventionnel.

Enfin, l'engin est de construction étroite, ramassée et ne nécessite pas d'entretien.

**DETECTEUR PAR RADIO-ISOTOPE**

La firme EMAC à Bruxelles construit des appareils de détection par radio-isotope qui permettent de contrôler automatiquement le niveau de produits solides fractionnés, visqueux ou acides. Ce contrôle est effectué par l'absorption plus ou moins importante de rayons gamma émis par une source radioactive (fig. 11 à 14).

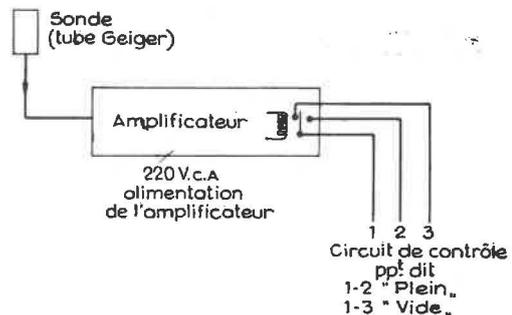
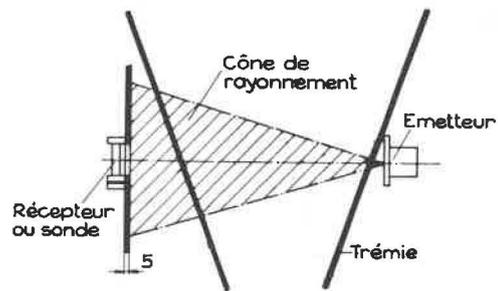


Fig. 11. — Contrôle de niveau par indicateurs radio-actifs.



Fig. 12. — Amplificateur différentiel.



Fig. 13. — Container avec source Cobalt 60.



Fig. 14. — Détecteur Geiger.

### Principe.

Le principe de la détection est analogue à celui d'un dispositif à cellules photoélectriques.

Un corps « émetteur » de rayons radio-actifs est placé d'un côté de la trémie où le contrôle doit être effectué. De l'autre côté de la trémie et dans le cône de rayonnement se trouve le « récepteur » : il s'agit d'un tube-compteur Geiger. Ce compteur réagit différemment suivant que le cône de rayonnement est libre ou obstrué par des produits.

### Réalisation pratique.

Le bombardement des rayons  $\beta$  et  $\gamma$  (issus de l'émetteur) sur le tube Geiger (récepteur) provoque entre les électrodes du tube un courant de circulation. Ce courant est amplifié dans un amplificateur classique à transistors ; le dernier étage d'amplification actionne un relais inverseur.

Suivant qu'il y a bombardement ou non du tube Geiger, le relais est excité ou au repos. Ces deux positions servent à indiquer : trémie pleine ou rayonnement interrompu, et trémie vide ou rayonnement libre.

La source radio-active utilisée est l'isotope 60 du Cobalt. La puissance des sources est, suivant les cas, 7, 10, ou 22 milliCure (mC).

L'intérêt principal du système réside dans la possibilité de placer l'émetteur et le récepteur à l'extérieur des trémies, réservoirs ou silos : il n'existe aucun contact entre le produit et les organes de contrôle.

L'appareil type DNR/Co 60/N<sub>4</sub>B, construit par la firme EMAC, répond aux caractéristiques suivantes :

- 1) Grande sensibilité réglable, pour permettre l'utilisation de sources radio-actives de faible valeur, donc de sécurité pour le personnel.
- 2) Source montée et scellée en container d'acier massif, assurant une protection efficace en cas de chocs, d'incendies ou autres sinistres.
- 3) Appareils robustes et étanches, en coffret fonte.
- 4) Traitement des pièces métalliques par chromage, assurant une protection parfaite contre la corrosion.
- 5) Insensibilité aux variations de tension du secteur, par stabilisation magnétique (+ 10 à - 30 %).
- 6) Insensibilité aux variations de température comprises entre - 20° C à + 50° C.
- 7) Durée de vie très longue, et stabilité assurée par des éléments de première qualité et utilisation de transistors vieilliss.
- 8) Simplicité de contrôle par galvanomètre incorporé.
- 9) Relais de sortie de grande puissance, permettant l'enclenchement en direct de contacteurs de forte intensité.

Citons à titre d'exemple quelques cas pratiques d'utilisation :

- Contrôle de niveaux haut et bas dans les réservoirs à acide, produits visqueux, produits à haute température et pression, ou détonants, etc..
- Contrôle de niveaux haut et bas dans des trémies à minerais, chaux, sable, de moulage, produits abrasifs, charbon, ciments ou clinker.
- Contrôle de présence de produits dans des tuyauteries ou dans des fours.

### RABOT-TANDEM WESTFALIA (3)

Lorsque la laie supérieure rogne au toit, il faut arrêter le rabotage pour la détacher au marteau-pic ou à l'explosif, d'où perte de rendement. Si le bas-toit délitéux ne peut supporter même le petit porte-à-faux exigé par le rabot, il faut laisser une laie de charbon au toit, opération malaisée avec un rabot classique.

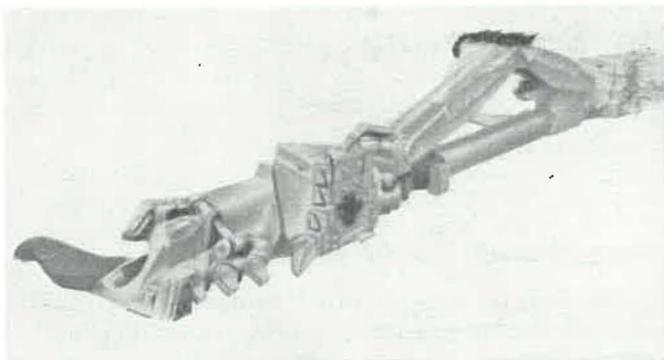


Fig. 15. — Rabot-tandem Westfalia.

Le rabot-tandem pallie ces difficultés.

Il se compose de deux socles raccourcis, porteurs de couteaux, et réunis par un très puissant ressort à chaque extrémité duquel se fixe un bras adaptable muni de taillants côté charbon, avec plaquettes en carbure de tungstène. Ressort et bras forment un triangle vertical, au sommet duquel se place une tête coupante, libre de pivoter dans le plan horizontal et le plan vertical.

On détermine la section à abattre, entre mur et toit ou un niveau quelconque en charbon : il n'est d'ailleurs pas toujours nécessaire de couper au niveau du toit une laie de charbon qui rogne. Il existe

plusieurs longueurs de bras et plusieurs attaches au socle permettant de couvrir une certaine gamme d'ouvertures.

Le ressort, prétendu à 4 t, applique alors le patin de la tête coupante contre le plan supérieur limitant la hauteur de section : la poussée sur cette tête peut atteindre 20 t, avec ressort tendu à fond (allongement de 25 cm).

Le dispositif permet de suivre certaines variations d'ouverture, à condition que la chaîne du rabot ne contrarie pas la tension du ressort (chaîne sans fin), attachée en un point unique. Dans ce cas, si l'ouverture augmente, le ressort se détend et fait monter la tête coupante d'une quantité limitée ; si l'ouverture diminue, le toit appuie contre la tête, le ressort se tend jusqu'à son maximum. Avec des bras de 1,50 m, fixés en leur position la plus élevée, la variation d'ouverture peut être de 31 cm.

Les têtes motrices normales de rabot ajouté peuvent donner la puissance nécessaire. On a même constaté moins de ruptures par cisaillement des axes supportant les têtes des rabots.

Le premier rabot-tandem a été installé en Norvège, le second aux États-Unis, en Virginie Occidentale.

Le premier essai en Grande-Bretagne a eu lieu dans la Division de Durham, Siège Vane Tempest. La taille est chassante, de 148 m de longueur, dans une veine de 1,60 m. La partie inférieure (environ 55 cm) comprend des escailles charbonneuses et stériles ; le reste supérieur (1,05 m) est du charbon propre, avec deux laies minces d'escailles charbonneuses. La dureté moyenne de la veine égale celle du mur, sauf les 38 cm inférieurs beaucoup plus durs.

Avant l'introduction du rabot-tandem, il fallait miner la laie supérieure.

Le rendement chantier est passé à 9,7 t, avec un avancement moyen de 1,20 m/poste, malgré le passage d'une faille de 90 cm de rejet.

(3) Extrait de « Steel and Coal », 26 janvier 1962, p. 181 et 182.