

Extraction double automatique par skips au Charbonnage de Helchteren et Zolder

par H. DEFLANDRE,

Ingénieur civil A.I.Lg. - A.I.M.

Directeur des Etudes et Installations Nouvelles.

SAMENVATTING

De Naamloze Vennootschap der Kolenmijnen van Helchteren en Zolder had oorspronkelijk haar uitrusting voorzien voor een productie van 1.000.000 ton per jaar, resultaat dat bereikt werd in 1949.

Sindsdien werd, gezien de rijkdom van de afzetting, een programma tot verhoging van het extractievermogen uitgewerkt om een jaarlijkse productie van 2.200.000 t te bereiken.

Dit objectief heeft er toe geleid een zeker aantal nieuwe installaties te voorzien en een aantal bestaande inrichtingen om te bouwen en te versterken.

Aldus werden de beide ophaalmachines van de schacht II der intrekkende lucht uitgerust met een nieuwe automatische skip-installatie.

Het extractievermogen van de schacht II werd aldus gebracht op 1.200 ton per uur, hetzij het equivalent van 280 wagens van 2.000 liter per uur.

De uitvoering werd beslist in 1956 door de Beheerraad, die aldus beantwoordde aan het nationaal verlangen om zohaast mogelijk en in aanvaardbare technische voorwaarden, de door de statistici aangekondigde kolenschaarste te bestrijden.

De eerste skipinrichting (machine 3) werd in dienst gesteld op 25 september 1957; de tweede (machine 2) kwam gereed op 30 december 1957.

De ondergrondse inrichting omvat een kipinrichting, vanwaaruit de producten door middel van transportbanden naar een zeef 0/400 mm gevoerd worden en vervolgens opgeslagen worden in een binnenschacht, ingericht als bunker van 280 m³.

Onder de binnenschacht zijn meetbunkers aangebracht waarvan de inhoud overeenstemt met de lading van iedere skip. De skips bestaan uit een bak van 15,5 t inhoud, waarboven een kooi met 4 vloeren is aangebracht; het laden en lossen van de skip geschiedt automatisch.

De op de bovengrond geloste kolen worden afgevoerd naar een silo van 2.800 m³, die als buffer dient tussen de ophaalinrichtingen en de zeverij (wasserij in zwaar midden).

De ophaalmachines zijn voorzien van een vol-automatische of half-automatische bediening, maar laten tevens al de bijzondere trekken toe, die met een handbediende machine worden uitgevoerd (persoonvervoer - aflaten van materialen - bijzondere manoeuvres - schachtschouwingen - enz.) en zulks met dezelfde veiligheden als bij automatische werking.

Een bijzondere aandacht werd besteed aan de keuze van de plaats van de elektrische veiligheids-grendelingsuitrusting op de bovengrond, in een lokaal naast de machinekamer.

De auteur geeft de beschrijving van een deel van het elektrisch principesschema en legt de elektrische schakelingen voor grendeling en ontgrendeling uit.

Tenslotte worden bondig enkele hulpinstallaties beschreven die tot het geheel van de automatische skipuitrusting behoren: interfonie tussen ondergrond en bovengrond, registratie van de trekken en van de verschillende seinen, radioactieve peilen.

RESUME

La Société Anonyme des Charbonnages de Helchteren et Zolder avait conçu, à l'origine, son équipement pour une production de 1.000.000 t/an, résultat obtenu en 1949.

Depuis, vu la richesse du gisement, un programme de renforcement de la capacité d'extraction fut dressé en vue d'atteindre une production annuelle de 2.200.000 t.

Cet objectif a conduit à concevoir un certain nombre d'installations nouvelles et à renforcer ou transformer d'autres existantes.

Parmi celles-ci, les deux machines du puits II, d'entrée d'air, furent équipées d'une installation d'extraction par skips automatiques.

La capacité d'extraction fut ainsi portée, pour le puits II à 1.200 t/h, soit un équivalent horaire de 280 berlines de 2.000 litres.

L'installation fut décidée en 1956, par le Conseil d'Administration qui répondait au désir national de parer le plus rapidement possible, et sous une forme technique défendable, à la pénurie annoncée par les statisticiens.

La première machine à skips (machine 3) a été mise en service le 25 septembre 1957; la seconde machine (machine 2) était terminée le 30 décembre 1957.

L'ensemble consiste en une station de culbutage, au fond; les produits sont acheminés, par de longs transporteurs inclinés, vers un crible 0/400 mm, ensuite emmagasinés dans un burquin de 280 m³.

Sous le burquin, des « trémies-jauges » préparent la charge de chaque skip. Celui-ci, composé d'une cuve de 13,5 t de capacité et d'une cage à quatre étages, est chargé automatiquement au fond et déchargé automatiquement en surface.

Les charbons déchargés sont alors évacués vers un silo de 2.800 m³. Ce dernier sert de tampon entre l'installation d'extraction et les ateliers de préparation mécanique du charbon (trilage-lavoir à liqueur dense).

Les machines d'extraction sont à commande « full-automatique » ou « semi-automatique » mais permettent, avec les mêmes sécurités qu'en marche automatique, tous les genres de marche d'une ancienne machine manuelle (personnel - descente de matériaux - manœuvres - visite puits etc...).

Une importance spéciale a été attachée à la localisation de tout l'appareillage électrique de verrouillage et de sécurité en surface, dans un local voisin des machines d'extraction.

L'auteur donne une description d'une tranche du schéma de principe électrique et montre en quoi consistent les liaisons électriques de verrouillage et celles de déverrouillage.

Pour terminer, on décrit sommairement quelques installations auxiliaires propres à l'ensemble skips automatiques: interphonie entre fond et surface, dispositif d'enregistrement des cordées et de signaux divers, détecteurs de niveaux radio-actifs.

SOMMAIRE

1. Introduction.
2. Description générale de l'installation.
3. Machine d'extraction et circulation des produits.
 - a) Diagramme d'extraction.
 - b) Automatisation - chaînes continues.
4. Le skip - Description - Fonctionnement.
5. Culbutage et remplissage du burquin.
6. Station de chargement.
7. Déchargement et transport en surface.
8. Automaticité du cycle d'extraction.
9. Machine d'extraction - Pupitre de commande.
10. Des sécurités et des déverrouillages.
 - a) Interrupteurs évite-molettes-triples.
 - b) Interrupteurs centrifuges.
 - c) Contrôle d'engorgement.
 - d) Des déverrouillages.
11. Installations auxiliaires.
 - a) Installation d'interphonie.
 - b) Dispositif d'enregistrement.
 - c) Détecteur radio-actif.
12. Quelques caractéristiques techniques - Performances.

1. INTRODUCTION

Le Charbonnage de Helchteren et Zolder exploite une concession d'une superficie totale de 7.060 ha (fig. 1) située sous les territoires des communes de Helchteren, Heusden, Houthalen, Koersel, Zolder et Zonhoven.

Dès l'origine, l'équipement était conçu pour atteindre la production de 1.000.000 t/an, résultat obtenu en 1949.

Depuis, vu la richesse du gisement, un programme de renforcement de la capacité d'extraction fut dressé en vue d'atteindre une production annuelle de 2.200.000 t.

Cet objectif a conduit à concevoir un certain nombre d'installations nouvelles et à renforcer ou transformer d'autres existantes.

Parmi les réalisations terminées à ce jour nous retiendrons surtout les ateliers de préparation mécanique du charbon prévus pour une extraction nette de 7.500 à 8.000 t/jour (lavoir des grains à liqueur dense, atelier de séchage, lavoir des fines), un magasin central, un renforcement des engins de manu-

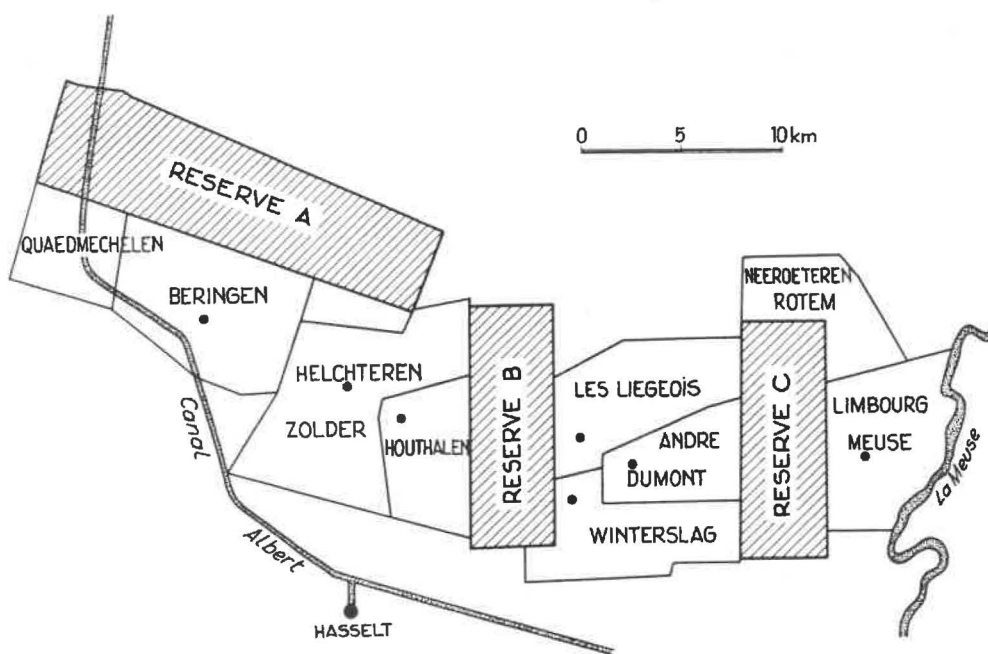


Fig. 1. — Concessions de la Campine.

tention au port charbonnier, une augmentation du parc à berlines de 2.000 litres, deux nouveaux compresseurs centrifuges de 60.000 m³/h, un renforcement des machines d'extraction en 1956 suivi d'un équipement à skips automatiques en 1957, une nouvelle usine à claveaux entièrement automatique dont la réalisation est arrêtée par suite des circonstances actuelles : seul l'atelier de préparation du ciment métallurgique est terminé ; il reste à équiper

la centrale à béton et les chaînes de fabrication de claveaux.

Le graphique de la figure 2 montre l'évolution de la production depuis 1930.

Le seul siège actuellement en exploitation, situé à Voort-Zolder, possède deux puits ; l'un, le puits I (retour d'air) au diamètre utile de 5,50 m, en service depuis 1928, l'autre le puits II (entrée d'air) au diamètre utile de 6,00 m, en service depuis 1930.

Le puits I est équipé d'une machine d'extraction électrique, tandis que le puits II est desservi par deux machines électriques. C'est sur ce dernier puits qu'a porté le renforcement de la capacité d'extraction.

En 1956, le Conseil d'Administration, répondant au désir national de parer le plus rapidement possible, et sous une forme technique défendable, à la pénurie de charbon annoncée par tous les statisticiens, a décidé d'adopter l'extraction par skips automatiques au puits II. Cette décision venait quelques mois après les transformations déjà effectuées sur les deux machines existantes et qui avait consisté en un renforcement des machines elles-mêmes, avec équipement d'un système de commande semi-automatique.

Le projet nouveau, tout en conservant les installations et le renforcement réalisé au début 1956, perfectionnait encore ces dernières, en dotant le puits II de skips au lieu des cages existantes, et la machine d'une commande entièrement automatique.

Alors que les commandes de principe avaient été passées aux fournisseurs en juillet-août 1956, que les premières réunions d'études entre les constructeurs électricien et mécanicien et nos services, da-

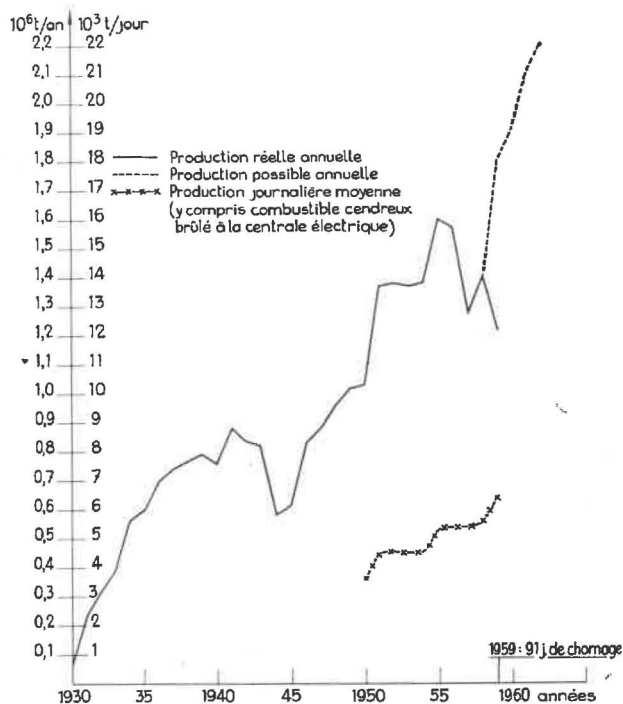


Fig. 2. — Evolution de la production depuis 1930.

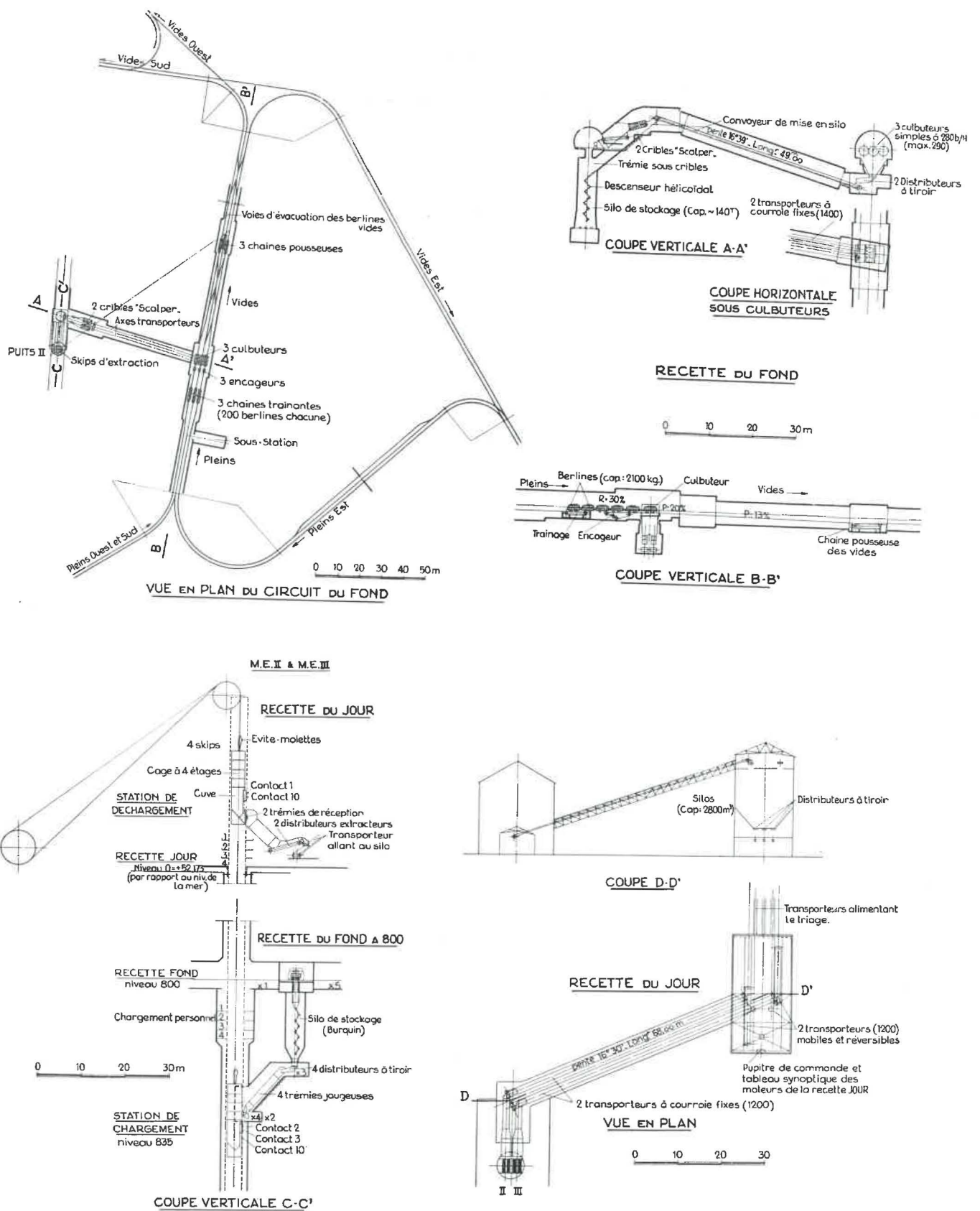


Fig. 3. — Plan général — Fond — Surface.

tent d'octobre-novembre 1956, la première machine à skips (machine 3) a été mise en service le 25 septembre 1957. La seconde machine (machine 2) était terminée le 30 décembre 1957 (1).

2. DESCRIPTION GENERALE DE L'INSTALLATION (fig.3, pl. général)

Les skips sont affectés uniquement au transport du charbon, les autres produits continuent d'être remontés en berlines. Le cycle que nous allons décrire a donc trait au charbon seulement.

Les berlines pleines venant des différents quartiers sont acheminées par locomotives Diesel jusqu'aux voies d'attente, en amont de la station de culbutage. Celle-ci est constituée de trois culbuteurs parallèles alimentés régulièrement, suivant un cycle automatique, par des chaînes traînantes (coupe BB').

Ces culbuteurs (coupe AA') déversent dans une trémie de faible capacité, en charge sur deux transporteurs inclinés. Les produits véhiculés arrivent sur des cribles, dits *scalper*, à la maille de 400 mm.

Les charbons passant dans le crible tombent dans le silo de stockage (appelé burquin), leur chute est ralentie par un descenseur hélicoïdal.

Le refus, s'il s'agit de charbon plus gros que 400, peut être cassé sur les grilles du crible, tandis que les éléments étrangers ou les pierres blanches sont chargées dans des berlines. Ces dernières seront remontées par le puits de service (puits I) ; c'est d'ailleurs par ce puits que remontent également les terres et déblais destinés au terril.

A la base du burquin (coupe CC') se trouvent les installations de préparation des charges : 4 distributeurs à tiroirs et 4 trémies jauges assurent pour chaque skip la charge à emporter.

Le remplissage des trémies et leur vidange dans le skip s'opèrent automatiquement.

Le skip chargé est remonté à la surface, au-dessus de la recette existante où se trouve la station de déchargement.

La vidange du skip s'effectue dans une trémie de réception ; les charbons sont repris par un extracteur à tablier métallique et acheminés vers un silo de 2.800 m³ par l'intermédiaire de deux transporteurs inclinés à fort débit (2).

Sous ce silo se trouvent les distributeurs alimentant trois transporteurs à tout-venant de l'ancienne installation et qui reliaient l'ancienne station de culbutage (surface) à l'Atelier de Préparation Mécanique des charbons (triage-lavoir et ses annexes).

La disposition de la station de chargement au fond et de celle de déchargement au jour, ainsi que l'implantation du silo de 2.800 m³, ont été dictées par un programme d'ensemble établi dès le début de l'étude de cette extraction par skips automatiques (fig. 4). Il était indispensable de prévoir une exploitation normale de l'installation existante tout

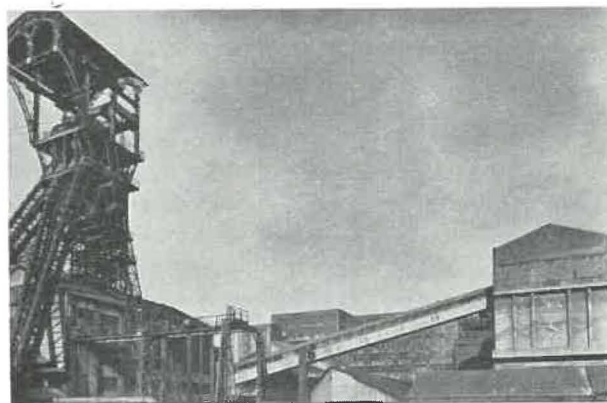


Fig. 4. — Puits II — silo de 2.800 m³ — transporteurs inclinés. A l'arrière plan, vue partielle du lavoir à liqueur dense.

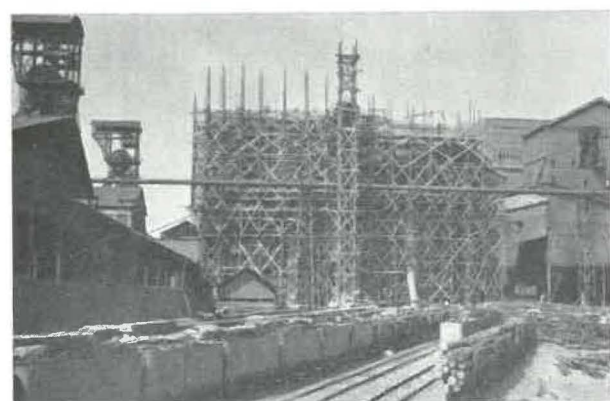
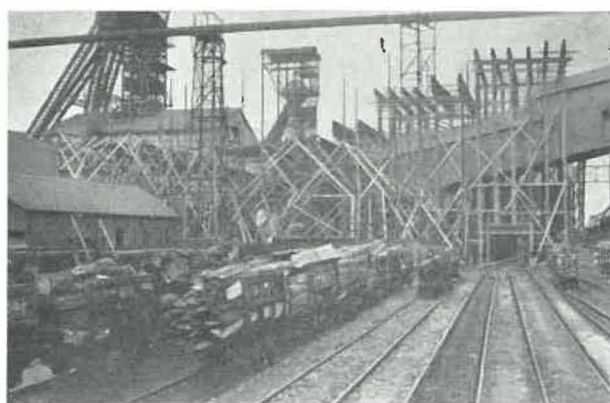


Fig. 4bis et 4ter. — Silo de 2.800 m³ — Génie civil. Début et réalisation des échafaudages destinés à supporter les coffrages du silo. On remarque que la passerelle abritant les transporteurs à tout-venants est enveloppée par les échafaudages. La circulation est restée libre pendant l'exécution des travaux sur toutes les voies étroites venant du parc à bois. A la figure 4bis, les poutrelles Grey superposées ont servi de support aux coffrages du fond du silo.

(1) L'ensemble de la partie mécanique, tant au fond qu'en surface, a été réalisé par la Société Belge de Mécanisation à Liège.

(2) Exécution de tous les travaux de génie civil par les Entreprises L. Thirion à Amay.

au cours des préparations. De plus, il avait été décidé qu'une interruption complète du trafic d'une huitaine de jours dans le puits II serait autorisée pour passer de l'extraction par berlines à l'extraction par skips.

Dans ces conditions, la station fond a été située à -835 m, sous la recette 800 existante, tandis que la station de déchargement à la surface a été aménagée au-dessus de la recette berlines et de la recette personnel existantes.

Le silo de 2.800 m³ fut construit sur colonnes, surplombant les trois transporteurs décrits ci-dessus (3).

Afin d'éviter toute ambiguïté, nous appellerons dans la suite de notre exposé *burquin* le silo d'attente situé entre les étages 800 et 835, et *silo jour* le silo de 2.800 m³ recevant les produits remontés par le skip, en attente d'envoi au triage-lavoir.

3. MACHINES D'EXTRACTION ET CIRCULATION DES PRODUITS

A. Diagrammes d'extraction.

La figure 5 montre le diagramme réalisé avec les machines 2 et 3 jusqu'en 1956, avec cages à 5 paliers et une berline de 2.000 litres par palier.

En 1956, la puissance des machines a été portée, pour la machine 2, de 3.100 à 6.200 ch, et pour la machine 3, de 3.100 à 4.000 ch.

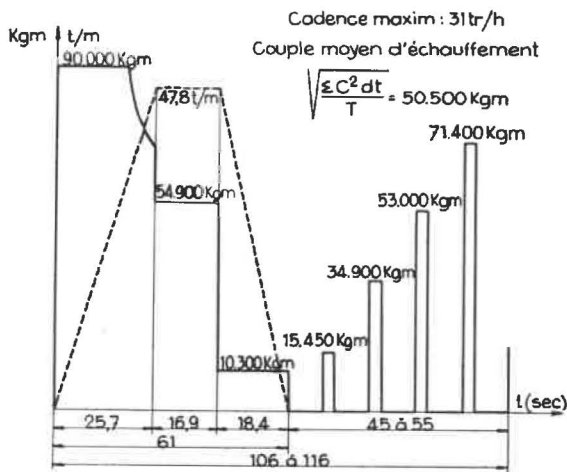


Fig. 5. — Machines II et III — Moteurs 3.100 ch (avant 1956).

Le diagramme réalisé alors est représenté à la figure 6.

Si l'on observe ces différents diagrammes, on voit qu'il est encore possible de gagner sur les périodes d'accélération et de décélération, car celles-ci sont entièrement laissées à l'appréciation du machiniste et varient donc d'un poste à l'autre, parfois même

au cours du poste lorsqu'il y a changement de machiniste (aide-machiniste faisant école par exemple).

Mais sur une cordée complète, il existe encore une période dont nous n'avons pas parlé, c'est la

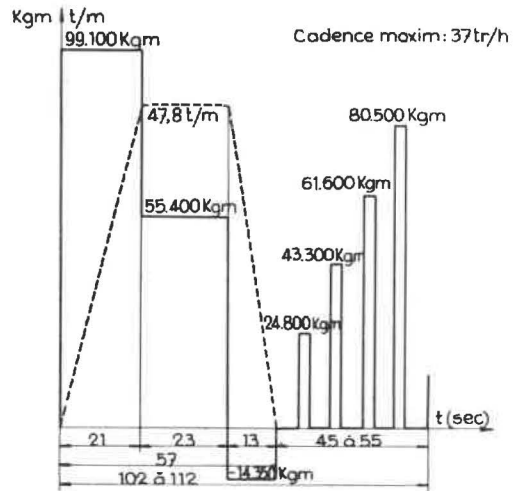


Fig. 6. — Machine III — Moteur de 4.000 ch — marche semi-automatique (mai 1956).

période réservée aux manœuvres d'encagement et de décapement.

Nos recettes sont équipées de telle façon que ces manœuvres, tant au jour qu'au fond, ne puissent s'effectuer qu'à un seul palier à la fois.

Si T est la durée totale d'une cordée, on a :

$$T = T_1 + T_m \text{ (fig. 7).}$$

avec : T_1 durée de la translation proprement dite
 T_m durée des manœuvres

T_1 peut encore se décomposer en

$$T_1 = t_a + t_r + t_d$$

avec : t_a durée de la période d'accélération
 t_r durée de la période à vitesse constante
 t_d durée de la période de décélération

$$\text{donc : } T = T_m + t_a + t_r + t_d$$

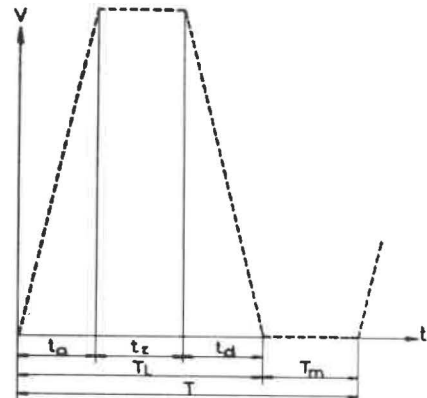


Fig. 7. — La cordée décomposée en ses temps élémentaires.

(3) Entreprises L. Thirion et Pieux-Franki.

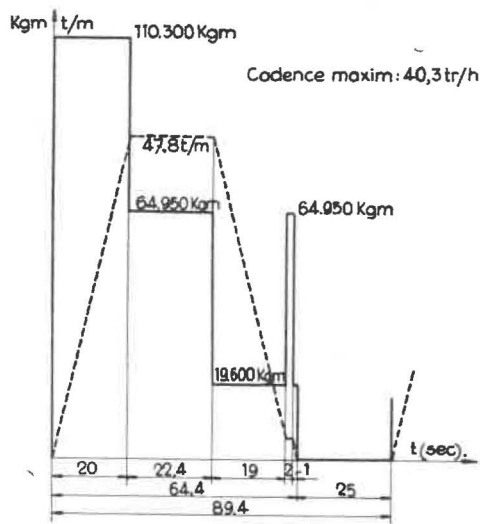


Fig. 8. — Machine III moteur de 4.000 ch — marche automatique (septembre 1957).

En regardant les diagrammes précédents, on peut conclure que, pour une vitesse maximum de translation donnée, T_m peut être réduit si on agit sur t_a , t_d , ou t_m .

Si t_a et t_r sont variables et dépendent déjà du facteur humain, T_m l'est encore davantage car il inclut la durée des manœuvres au fond et au jour, qui en principe doivent être simultanées, et également la transmission manuelle des signaux du fond à la recette jour, et de celle-ci au machiniste.

La solution, qui a consisté à équiper les machines de skips et à rendre automatique le fonctionnement de chaque machine, a permis de réduire chacun des trois termes étudiés ci-dessus.

Les figures 8 et 9 reproduisent, pour chacune des deux machines du puits d'extraction, le diagramme garanti par le constructeur.

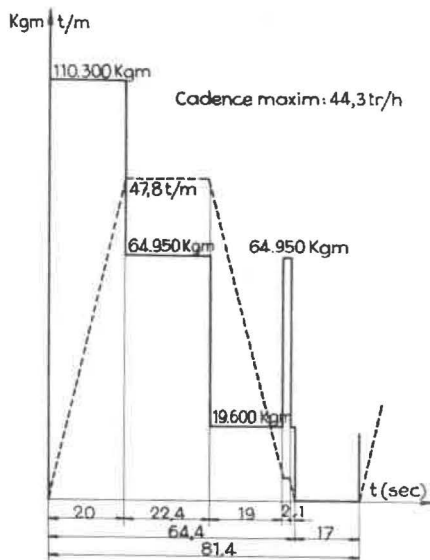


Fig. 9. — Machine II — deux moteurs de 3.100 ch — marche automatique (décembre 1957).

L'accélération et la décélération sont constantes et contrôlées, un palier en fin de décélération permet d'obtenir une vitesse très réduite à l'approche des recettes.

Quant à T_m qui était de l'ordre de 45 à 55 s, suivant le personnel affecté au service des recettes, pour le skip ce temps est réduit à 17 s et sera constant pour autant, comme on le verra plus loin, que l'humidité du produit reste dans des limites raisonnables.

Notons en passant que $T_m = 25$ s pour la machine 3 ; cette valeur étant le minimum admis pour les conditions d'échauffement du moteur.

Par l'examen des diagrammes d'extraction, il est déjà possible de montrer comment on devrait obtenir une augmentation de la capacité d'extraction du puits II, en modifiant le mode de transport des produits et la commande électrique de la machine.

Cette amélioration fut rendue plus sensible encore en augmentant la charge véhiculée par cordée : on est passé de 5 berlines de 2.000 litres à 13,5 t par skip.

Dans cette voie, on fut limité par les dimensions du skip et les dimensions des câbles Koepe en service.

En effet, augmenter encore la charge aurait conduit à allonger le skip et à augmenter le diamètre du câble, ce qui aurait conduit à des investissements élevés et des perturbations dans l'exploitation existante dont la rentabilité n'était pas assurée.

Le diamètre des câbles Koepe a été maintenu, mais la résistance du câble fut augmentée au maximum possible en adoptant des fils à plus haute résistance (on est passé d'une valeur moyenne de 200 - 210 kg/mm² à 210 - 220 kg/mm²).

En conclusion, en décidant d'étudier l'extraction par skip automatique, on décidait d'apporter, d'une part, une amélioration au terme T_m : ce fut l'adoption du skip au lieu des berlines ; et, d'autre part, de modifier les termes t_a et t_d : ce fut l'automatisation complète de la machine d'extraction.

B. Automatisation. - Chaînes continues.

Si on envisage la circulation des charbons depuis leur amenée par locomotives Diesel jusqu'à leur traitement au triage-lavoir, on s'apercevra bien vite que l'automatisation de cet ensemble nous a amené à concevoir des « chaînes continues » séparées par des volants ou « silos d'attente ».

En effet, depuis le décrochage des berlines et leur remorque par les chaînes traînantes jusqu'en tête du burquin, le charbon circule dans une chaîne d'évacuation continue. Nous appellerons, par la suite, cette chaîne l'installation de culbutage.

La présence du skip, charge concentrée à évacuation périodique, créait une discontinuité dans l'évacuation. D'où la présence du burquin. Au pied de celui-ci commence une deuxième chaîne d'évacua-

tion des produits qui se prolonge jusqu'au silo jour. Cette chaîne, bien que d'un type fort spécial, sera au point de vue schéma d'asservissement, très apparente à une installation continue.

Sous le silo jour se trouve le départ de la chaîne de préparation mécanique des charbons (trilage-lavoir et ses ateliers annexes) : troisième chaîne continue à laquelle nous ne nous arrêterons pas ici.

L'installation de culbutage sera décrite plus loin. La mise au point d'un culbuteur rapide et automatique mérite une mention spéciale : elle est le résultat d'une collaboration étroite entre le constructeur de l'ensemble de l'installation et de nos services d'exploitation.

Nous nous attacherons plus particulièrement à la description de la chaîne d'évacuation allant du pied du burquin jusqu'au silo jour. La particularité réside avant tout dans le « mariage », d'une part, d'un jaugeage et d'un remplissage automatique au fond, suivi d'une vidange automatique au jour, et d'autre part, du fonctionnement automatique de la machine d'extraction. A elle seule, la machine représente une installation ayant atteint un degré appréciable d'automatisation.

L'idée de base qui a animé les auteurs au départ était d'automatiser complètement le fond et d'arriver à obtenir un signal « skip fond prêt » lorsque le cycle normal de chargement est effectué, et d'obtenir de même, en surface, un signal « skip jour prêt », c'est-à-dire déchargement complet effectué et skip prêt à la descente.

L'apparition simultanée de ces deux signaux doit autoriser la machine d'extraction à fonctionner suivant un cycle automatique. Tout se ramène donc, pour la machine avec tous ses asservissements et sa régulation, à attendre le signal de départ. Ce signal, résultante des deux signaux : « skip fond et skip jour » prêts, est d'ailleurs matérialisé par un signal lumineux « marche », apparaissant au pupitre de commande de la machine.

A ce moment, en marche manuelle semi-automatique, le machiniste donne uniquement le signal du départ, exactement comme s'il appuyait sur un bouton poussoir ; dès que la machine a démarré, la manœuvre des leviers du machiniste devient inopérante. En marche automatique par contre, la machine démarre d'elle-même à l'apparition du signal « marche » et assure elle-même son cycle complet.

En résumé donc, depuis le burquin jusqu'au silo jour, on a scindé au point de vue schéma, l'automatisation de cette chaîne en deux parties :

a) l'automatisation de l'évacuation des produits qui comprend le jaugeage de la charge, le remplissage du skip, la vidange au jour et l'évacuation jusqu'au silo de 2.800 m³ ;

b) l'automatisme de la machine d'extraction proprement dite.

Ces deux parties sont reliées, en principe, par deux relais : « Marche skip gauche montant » et « Marche skip droit montant ». En réalité, quelques liaisons secondaires ont été introduites en cours d'étude afin d'augmenter la sécurité de cette interdépendance.

Avant d'aborder en détail l'étude de ces automatismes, ajoutons encore que, contrairement à ce qu'on rencontre souvent à l'étranger, les deux machines à skips ne sont pas « spécialisées ». Ce sont des machines de conception classique pour la Belgique, qui permettent, en dehors de l'extraction du charbon, d'assurer avec la même souplesse et la même sécurité toutes les marches demandées généralement : transport du personnel - descente de charges - manœuvres diverses - visite de puits, etc.

Pour chacune de ces marches, la machine a été rendue semi-automatique.

4. LE SKIP

DESCRIPTION - FONCTIONNEMENT

Nous adopterons pour définition du skip (fig. 10) l'assemblage d'une cuve et d'une cage.

Dans notre cas, la cuve est surmontée de la cage ; celle-ci est à quatre étages et peut servir au transport du personnel ou des berlines.



Fig. 10. — Le skip : cuve + cage ; en position de déchargement. Ouverture de chargement (toujours béante) opposée de 180° à la trappe.

La cuve du skip possède à sa partie supérieure une ouverture toujours béante ; c'est l'ouverture par laquelle se fait l'introduction du charbon (appelée gueule du skip par certains auteurs).

À la partie inférieure se trouve la *trappe du skip*, fond mobile par moitié et qui sert au déchargement. En position fermée, ce fond ou « trappe » est incliné vers le haut d'environ 45° sur l'horizontale, tandis qu'il s'incline d'environ 45° vers le bas pendant le déchargement.

Cet ensemble a une longueur de l'ordre de 17 m, assemblage rigide boulonné.

Alors que les cages existantes possédaient 5 paliers, il n'a pas été possible d'en prévoir plus de 4 à la cage du skip. On était tenu par la longueur du skip, mais surtout par la hauteur du chevalement.

En position de déchargement, le toit de la cage se trouve à 2,71 m de l'entrée dans les guides rapprochés, et à 4,64 m du début du serrage, qui sont d'ailleurs placés le plus haut possible.

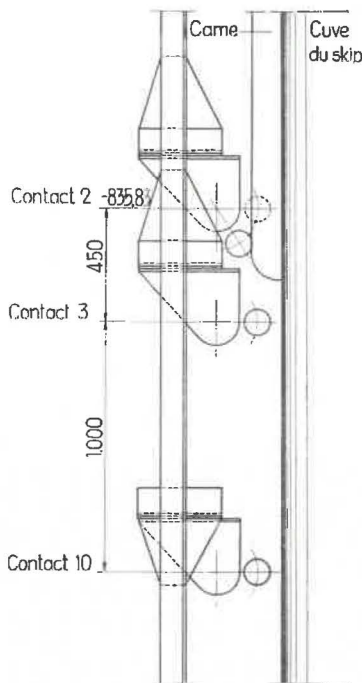


Fig. 11. — Le skip en position de chargement devant la trappe de la trémie-jauge — La came est solidaire du skip.

Pour le transport du personnel, on peut objecter qu'il eut été possible d'augmenter la capacité du skip en créant un ou deux étages à personnel dans la cuve, comme cela se pratique parfois dans certains pays voisins.

Cette possibilité ne nous avait pas échappé dès le début de l'étude, mais elle fut rapidement rejetée délibérément pour des raisons sociales : le personnel ne fait pas place au charbon, mais entre et sort de sa cage.

Examinons le skip en position de chargement (fig. 11).

Le skip est amené à cette position par la machine d'extraction dont un dispositif automatique assure le ralentissement et le positionnement approximatif à vitesse très lente.

C'est le skip qui, en arrivant au jour, et en actionnant un contact solidaire du chevalement, arrête la machine et donc se positionne indépendamment de la position occupée par l'autre skip au fond.

Il ne faut pas perdre de vue que l'ouverture béante de la cuve doit se présenter dans la trajectoire de jetée de la trémie jauge, en principe donc toujours à la même position ; en pratique, on admet une certaine tolérance. Celle-ci dépend de la conception adoptée pour l'orifice de la cuve et surtout de la conception de la trappe de la trémie jauge.

Dans notre cas, le constructeur a autorisé une tolérance de 500 à 600 mm.

Pour repérer la position du skip au fond, trois contacts sont utilisés. Il s'agit de contacts matérialisés par des interrupteurs du type fin de course, à commande mécanique robuste : bras mobile supportant à une extrémité un galet et à l'autre un secteur actionnant un micro-switch.

Ce sont les contacts n° 2, 3, et 10 repris aux figures 11 et 3.

Nous signalerons en passant qu'il existe d'autres procédés de repérage de la position du skip. Ces appareils avaient retenu notre attention au cours de l'étude, certains furent même soumis à des essais à notre siège. Dans aucun cas, les constructeurs n'ont pu donner des garanties suffisantes et c'est le dispositif mécanique décrit ci-dessus qui a prévalu. La confiance dans l'appareil est, dans ce cas précis, de toute première importance.

De même au jour, deux interrupteurs se trouvent dans le chevalement à une distance de 500 mm l'un de l'autre. Ce sont les contacts n° 1 et 1₀ (fig. 3).

Ces interrupteurs de puits sont actionnés par une came profilée, solidaire du skip. Cette came possède deux bossages, l'un à la partie supérieure destiné à attaquer les interrupteurs 1 et 1₀ (jour), l'autre, à la partie inférieure venant en contact des interrupteurs n° 2, 3 et 10 (fond).

Le rôle de ces trois derniers peut se résumer de la façon suivante. Avant le chargement, le bossage inférieur de la came doit au moins être en contact avec le n° 2 ou bien peut se trouver entre le n° 2 et le n° 3, mais ne peut actionner le n° 3. Dans ce cas, le skip fond est reconnu être « bien placé » et, dans le schéma électrique, cela représente une des conditions à remplir pour obtenir l'ouverture de la trappe de la trémie jauge.

Dans le cas où le n° 3 serait atteint avant le chargement du skip, la trappe ne s'ouvrira pas : le skip est positionné trop bas. Toutefois, lorsque le skip est bien placé et que le chargement est en cours, l'allongement du câble peut amener le bossage de la came à atteindre le contact n° 3 ; à ce

moment du cycle, cela ne présente plus d'inconvénients. Le constructeur a tenu compte de ce phénomène pour nous indiquer la position du n° 3 par rapport au n° 2.

Le contact n° 10, placé plus bas, fait partie des organes de sécurité, dits « évite-molettes », qui sont triples dans cette installation et dont nous parlerons plus loin.

L'asservissement proprement dit du chargement sera décrit au paragraphe 6.

A la surface, le skip doit se décharger spontanément, également dans une zone de sa course déterminée par le constructeur et contrôlée par des interrupteurs fixés au chevalement.

Arrêtons-nous un instant à une description rapide de la vidange automatique du skip à la surface, grâce à la trappe « PIC-SBM » brevetée. La figure 12 en donne le détail. La commande de la trappe est réalisée par un dispositif ne comportant, de part et d'autre de la cuve, qu'un levier muni d'un galet. Lorsque la trappe est fermée, elle prend appui sur un cadre d'étanchéité poussé par des ressorts de sécurité.

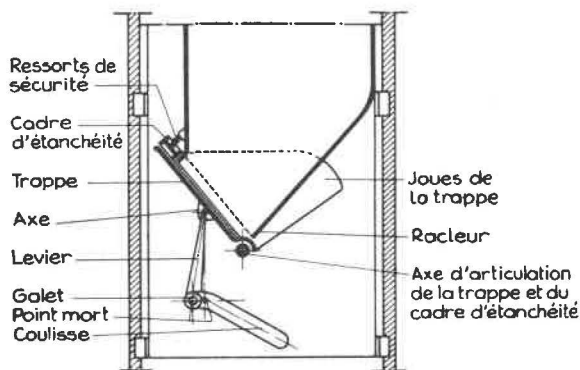


Fig. 12. — Trappe « PIC-SBM » brevetée — détails.

Ce dispositif permet le passage du « point mort » par les galets, sans déformation de la charpente du skip, et évite l'ouverture accidentelle de la trappe. Lorsque le skip redescend vide, les galets sont maintenus appuyés à fond de course au-delà du « point mort » par l'action des ressorts de sécurité. La trappe « PIC-SBM » garantit une étanchéité de la fermeture, évitant toute chute de pulvérulents dans le puits.

De plus, avec une trappe ordinaire, la charnière peut être encrassée par les poussières qu'elle retient après chaque vidange et qui se trouvent coincés à chaque fermeture. Dans la construction décrite ci-dessus, un racler automatique, breveté, supprime cet inconvénient et assure la liberté de fonctionnement de la trappe.

La figure 13 montre l'ouverture progressive de la trappe lorsque les galets s'engagent dans le colimaçon.

L'arrêt en surface, avons-nous dit, est commandé par le skip lui-même. A l'approche du colimaçon,

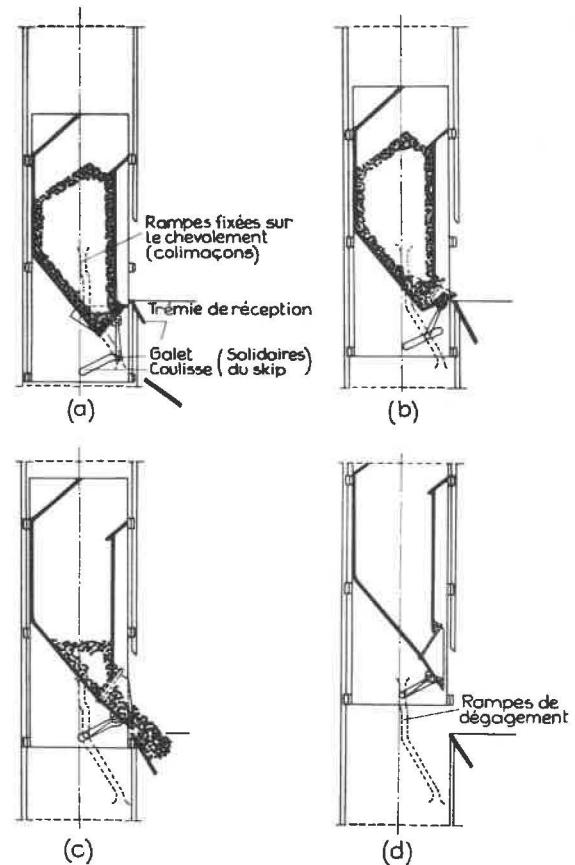


Fig. 13. — Trappe « PIC-SBM » ouverture progressive.

la machine tourne à une vitesse très faible. Le bossage supérieur de la came fixée au skip vient au contact de l'interrupteur n° 1₀, puis du n° 1.

Le contact 1₀ a pour rôle de couper le signal de référence (voir schéma électrique) de la machine et d'appliquer le frein mécanique de manœuvre.

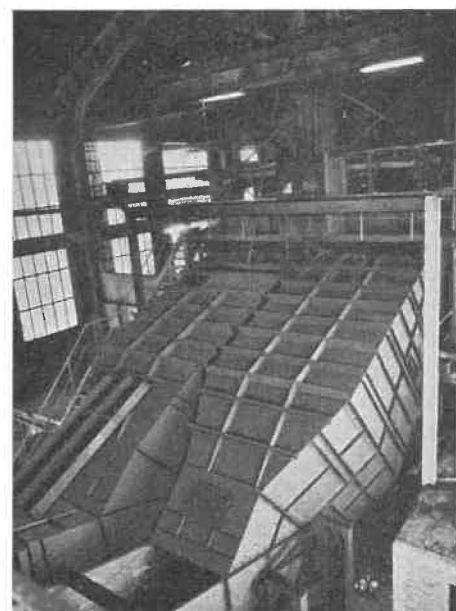


Fig. 14. — Trémie de réception — une par machine.
A l'arrière plan: le chevalement.

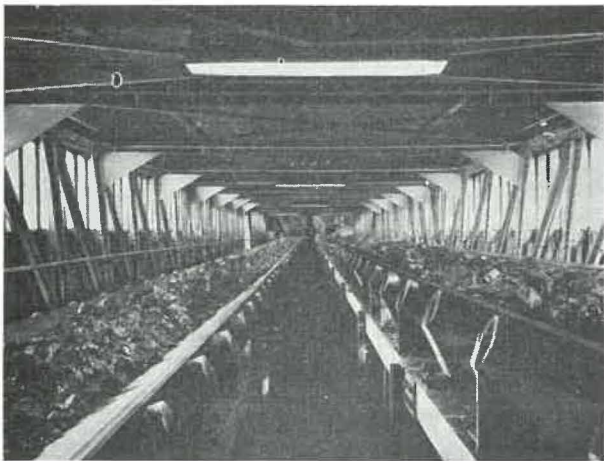


Fig. 15. — Surface : transporteurs inclinés vus du si'o de 2.800 m³. — A l'arrière plan : pieds des transporteurs et goulottes de jetée des extracteurs métalliques.

Le contact 1, par contre, sert à vérifier si le skip, lorsqu'il s'arrête, est arrivé au niveau minimum de déchargement imposé par le constructeur.

Cette contrainte provient de la nécessité d'obtenir l'ouverture complète de la trappe avant d'autoriser le skip à redescendre. On s'assure ainsi que les conditions optima de vidange sont réalisées à chaque trait.

Pendant le déchargement, les produits s'écoulent d'eux-mêmes de la cuve du skip dans la trémie de réception. Celle-ci est unique par machine, et reçoit alternativement les produits de chacun des deux skips d'une même machine (fig. 14).

De cette trémie d'une capacité de 2 à 3 skips, le charbon est enlevé par un transporteur à tablier métallique, puis un transporteur incliné (fig. 15) jusqu'au-dessus du silo de 2.800 m³, ou il est déversé sur un transporteur horizontal mobile servant à la répartition dans le silo (fig. 16).

Les déversements d'un organe de transport sur un autre, ainsi que la vidange du skip, ont pour chaque

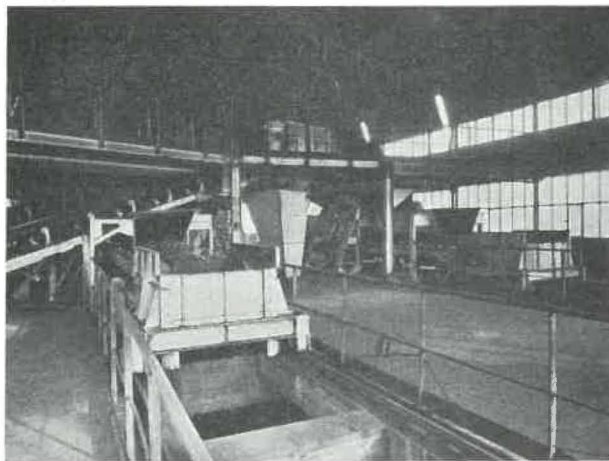


Fig. 16. — Silo de 2.800 m³ : transporteurs mobiles réversibles.

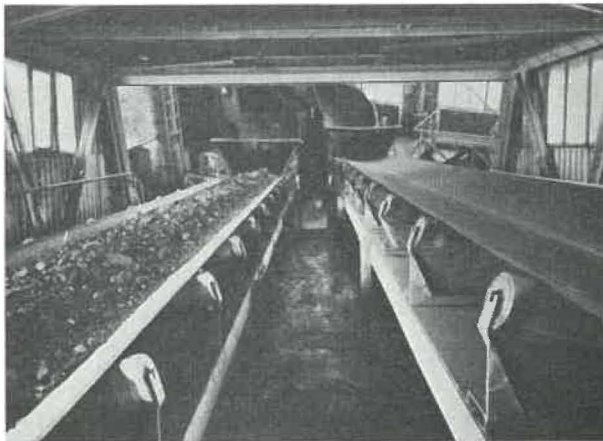


Fig. 17. — Surface : goulottes de jetée sur les transporteurs inclinés. A remarquer les surfaces gauches spécialement étudiées contre le bris des produits.

cas fait l'objet d'une étude particulière en vue de réduire au minimum le bris du charbon (fig. 17).

Les résultats obtenus dans nos deux installations sont d'ailleurs très satisfaisants.

5. CULBUTAGE ET REMPLISSAGE DU BURQUIN

La station de culbutage est équipée de trois culbuteurs parallèles, capables d'un débit unitaire de 290 berlines par heure.

Comme il a été dit, les berlines sont amenées par des locomotives jusqu'à l'entrée de cette recette. Pour chaque ligne de culbutage, des chaînes traînantes remorquent les berlines jusqu'aux encaveurs placés en amont des culbuteurs. Les attelages sont détachés manuellement, en tête de chaque chaîne.

La figure 18 montre les trois culbuteurs. La station de culbutage présente à cet endroit un diamètre de 11 mètres. Les culbuteurs, munis d'un asservissement électro-pneumatique, sont prévus pour la vidange de deux petites ou d'une grande berline.

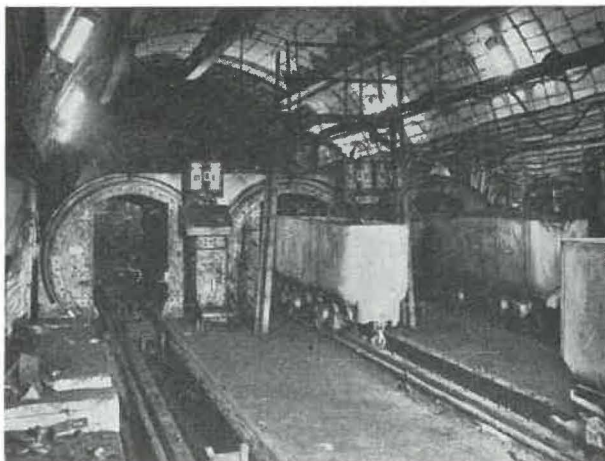


Fig. 18. — Fond — Station de culbutage : les trois culbuteurs.

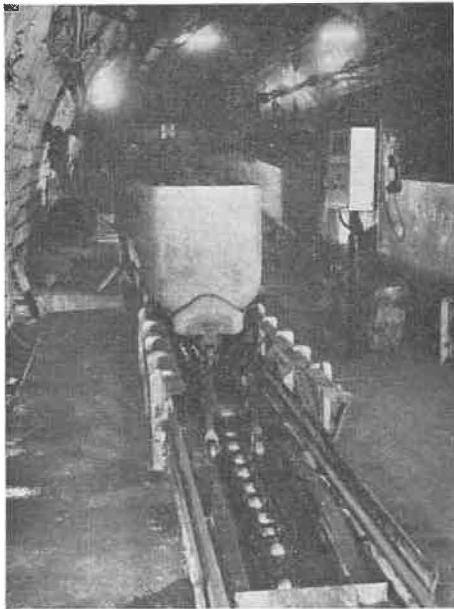


Fig. 19. — Fond — Station de culbutage : chaînes traînantes et encageurs.

La figure 19 présente la chaîne traînante, avec crosse d'entraînement qui va pousser une berline. Cette crosse est en acier coulé, munie d'un toc double pour la prise des berlines par le faux essieu arrière, et s'effaçant par l'arrière. Cette disposition nouvelle permet de protéger le fond des berlines pendant la marche retour.

Sous les culbuteurs se trouve une trémie unique, à la base de laquelle le produit est repris par deux distributeurs à tiroir. Ceux-ci alimentent chacun une bande transporteuse inclinée à 16° , aux caractéristiques suivantes : largeur : 1,4 m ; longueur : 49 m ; 1,30 m/s et 600 t/h ; 2 m/s et 900 t/h (fig. 20). Ces bandes déversent le charbon sur les cribles scalpers en tête de burquin. Les charbons de 0 à 400 mm, passant à travers le crible, tombent dans une goulotte, puis dans le burquin par l'intermédiaire d'un descenseur hélicoïdal.



Fig. 20. — Station de culbutage : transporteurs inclinés reliant la trémie sous les culbuteurs aux cribles placés en tête du burquin.

6. STATION DE CHARGEMENT

Sous le burquin se trouvent, comme il a été dit, quatre distributeurs à tiroirs, correspondant aux quatre skips (fig. 21).

Ces distributeurs alimentent chacun une trémie à section rectangulaire inclinée et dont la capacité correspond à celle d'un skip. D'où la dénomination de *trémie jauge*.

Ce sont des moteurs électriques équipés d'accouplement électro-pneumatique, qui actionnent les distributeurs.

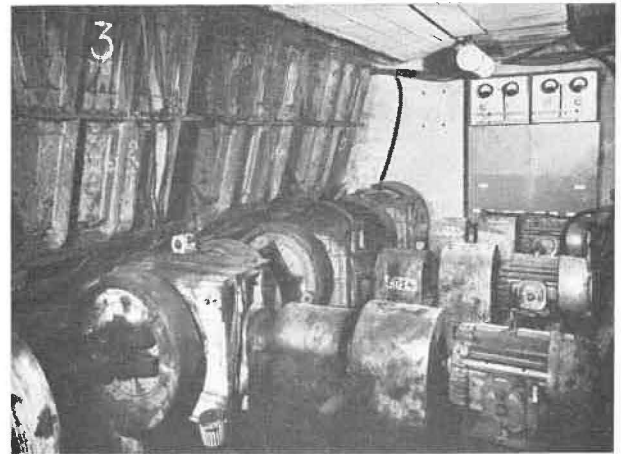


Fig. 21. — Sous le burquin : quatre distributeurs à tiroir.

Afin d'éviter des démarrages trop fréquents, puisque le cycle est de 20 à 22 remplissages par heure, il a été décidé de laisser tourner les moteurs en permanence, et de faire porter l'asservissement sur les accouplements électro-pneumatiques.

La trémie jauge possède, à sa partie supérieure, un indicateur de niveau dit *niveau maximum*. C'est cet indicateur qui arrête l'accouplement du distributeur à tiroir lorsque le niveau atteint dans la trémie est suffisant : signal *trémie pleine*.

Pour l'ouverture de la trappe de la trémie jauge, parmi toutes les conditions à remplir et qui apparaissent au schéma de principe, nous retiendrons qu'il est indispensable que le cycle précédent se soit effectué entièrement, que le skip soit bien placé, c'est-à-dire que la came soit au contact du n^o 2, ou entre 2 et 3 (cfr supra), que la trémie soit remplie, c'est-à-dire le niveau maximum atteint, et que le distributeur soit arrêté.

Disons tout de suite que la commande de la trappe de la trémie est du type à vérins électro-pneumatiques.

Chacune des conditions énumérées ci-dessus, et toutes celles de verrouillage et de sécurité propres au schéma électrique, sont matérialisées dans ce schéma, par des contacts placés en série dans le circuit d'alimentation de la bobine du vérin électro-pneumatique.

Lorsque les conditions sont réalisées, la bobine est mise sous tension et la trappe de la trémie jauge s'ouvre : le charbon s'écoule par gravité dans la cuve du skip (fig. 22).

Les différentes positions possibles de cette trappe sont contrôlées par des interrupteurs fin de course.

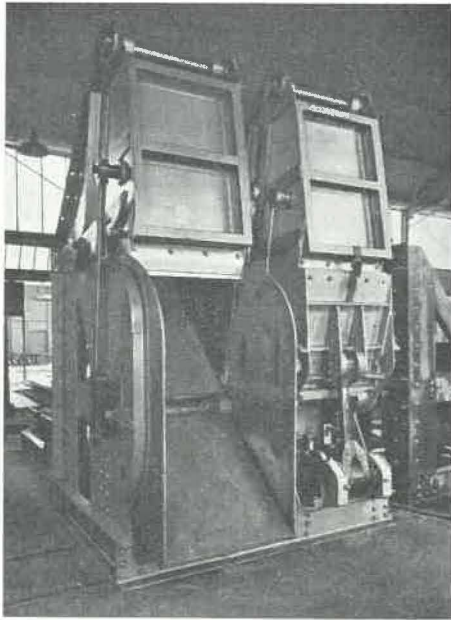


Fig. 22. — La trappe est composée de deux parties mobiles. La partie inférieure est ouverte sous l'impulsion du verin électro-pneumatique, et déverrouille, dans son mouvement, la partie supérieure. Celle-ci devient libre de s'ouvrir sous l'effet de la charge de charbon, et se referme de son propre poids.

La trappe se referme après une période déterminée, pour autant qu'aucun obstacle ne s'y oppose.

Dès que celle-ci est refermée, le cycle de remplissage reprend spontanément.

Le skip fond est prêt et le signal électrique *skip fond prêt* apparaît dès que la trappe s'est refermée, clôturant le cycle de remplissage.

Si, pour une raison ou l'autre, ce skip chargé devait stationner encore un certain temps avant de quitter, il n'y a aucun danger qu'il reçoive un second remplissage, c'est-à-dire que la même trémie jauge ne se déverse à nouveau lorsqu'elle aura été remplie.

Le cycle de chargement est ainsi passé en revue. A la surface, le machiniste, assis à son pupitre de commande, a reçu des signaux lumineux permettant de suivre la marche du remplissage, et surtout de détecter où se trouve l'organe en défaut en cas d'avarie. Citons entre autres les indications suivantes : moteurs des distributeurs à tiroir en marche ou arrêtés, distributeurs accouplés ou arrêtés, trémie pleine, trappe ouverte, fermée ou entr'ouverte.

L'indicateur de niveau maximum utilisé dans les trémies est basé sur la radioactivité d'un élément

de cobalt 60. Nous décrirons plus amplement ce procédé au paragraphe 11.

Il s'agit d'une innovation dans ce domaine, et qui s'est révélée très prometteuse.

Laissons le *skip fond* chargé, prêt à la remontée, et le cycle suivant de remplissage s'effectuer automatiquement, pour suivre ce qui s'est déroulé en surface, à l'arrivée du *skip jour*.

7. DECHARGEMENT ET TRANSPORT EN SURFACE

Comme on l'a vu, le skip approche de la recette de la surface à vitesse très lente, de l'ordre de 0,5 m/s. Les galets extérieurs de la trappe entrent dans le colimaçon et la trappe bascule, permettant au charbon de s'écouler. Cette évacuation s'amorce déjà alors que le skip n'est pas encore entièrement arrêté.

Lorsque la vidange est terminée, un indicateur de niveau, placé dans le chevalement, donne le signal *skip vide*. Cet indicateur est du type radio-actif, semblable à ceux utilisés au fond.

De plus, dans la trémie de réception se trouve également un indicateur de niveau radio-actif, dont le rôle sera décrit plus loin.

Le skip jour est reconnu prêt pour la descente lorsqu'il est monté suffisamment haut dans le chevalement (contact 1) et qu'il est vidé.

Au pupitre de la salle des machines, le déchargement en surface peut également être suivi à l'aide du schéma lumineux donnant entre autres : position du skip, skip chargé, skip en vidange, skip vide,

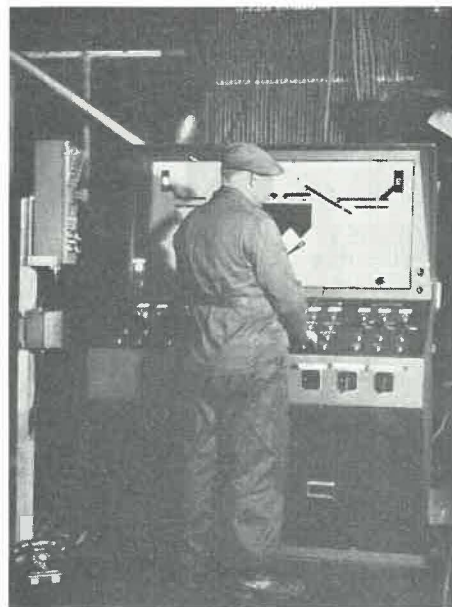


Fig. 23. — Surface : évacuation des produits — Pupitre de commande de toute l'installation jour (relative aux deux machines) installée au-dessus du silo de 2.800 m³. A gauche : parlophone reliant le préposé aux machinistes d'extraction.

niveau dans la trémie de réception, fonctionnement de chaque transporteur et même des distributeurs de reprise sous le silo de 2.800 m³.

Au-dessus de ce dernier, se trouve un pupitre de commande, avec tableau synoptique (fig. 23). De ce pupitre, s'effectuent les commandes à distance de tous les moteurs de l'installation de surface. Le tableau synoptique est relatif aux deux machines, et représente tous les engins de transport.

Une reproduction partielle de ce tableau (celle relative à une machine) se trouve au pupitre du machiniste.

8. AUTOMATICITE DU CYCLE D'EXTRACTION

Le skip fond et le skip jour sont prêts pour la translation. Nous verrons plus loin une description sommaire de la commande de la machine d'extraction (full-automatique, semi-automatique, régulations diverses).

Plaçons-nous tout d'abord dans le cas de l'extraction « full-automatique » entre la recette skip fond (835) et la recette skip jour. La coexistence des signaux *skip fond prêt* et *skip jour prêt* enclenche le relais « marche ».

Aussitôt, la machine démarre d'elle-même, accélère, tourne à vitesse constante, puis décélère et s'arrête en position « skip bien placé ». Les différentes périodes de la translation se déroulent automatiquement, indépendamment de toute intervention humaine, aussi bien en full-automatique qu'en semi-automatique.

Le skip fond remonte donc et approche de la recette. Une précaution est à prendre : y a-t-il dans la trémie de réception suffisamment de place pour recevoir la charge du skip qui arrive ?

Théoriquement, la réponse doit être affirmative et le dimensionnement de l'ensemble a été calculé ainsi.

Mais en pratique, un arrêt fortuit d'un organe d'extraction ou d'un transporteur peut survenir et empêcher la vidange de la trémie alors que le skip suivant arrive. Il fallait prévoir ce cas et empêcher le skip de se décharger.

Un indicateur de niveau a été placé dans la trémie de réception et un de ses contacts est inséré dans le circuit de la machine d'extraction. Celle-ci, à une distance suffisante de la recette (env. 225 m), « estime » le volume disponible dans la trémie et ne continue sa course que si le déchargement est possible.

Si le déchargement ne peut avoir lieu (indicateur de niveau annonçant un niveau trop élevé, donc volume disponible trop faible), la machine d'extraction ralentit d'elle-même et s'arrête si c'est nécessaire avant d'arriver au point de déchargement. Lorsque la trémie sera libérée, l'indicateur de

niveau l'annoncera de nouveau à la machine d'extraction ; elle redémarre d'elle-même et poursuit la course interrompue : elle a en effet conservé la mémoire du sens dans lequel la translation doit s'achever.

Ce contrôle constitue une liaison entre les asservissements de la chaîne continue d'évacuation et celle discontinue que représente la translation dans le puits.

En réalité, la position de l'indicateur de niveau dans la trémie est telle qu'au-dessus du niveau repéré comme maximum, il y ait encore suffisamment de place pour y déverser un skip. Cette mesure de sécurité a été adoptée en vue de parer à une défaillance éventuelle du dispositif de détection de niveau dans la trémie.

Dans le cas où la marche de la machine d'extraction est semi-automatique, il appartient au machiniste, dès que la lampe « marche » apparaît, de donner le signal du départ à la machine (une impulsion par bouton-poussoir peut suffire). La translation se déroule automatiquement, comme dans le cas de la marche full-automatique. Le machiniste appliquera le frein mécanique de manœuvre à l'approche du point d'arrêt (env. 0,50 m).

9. MACHINES D'EXTRACTION PUPITRE DE COMMANDE

Chacune des deux machines d'extraction est alimentée par deux groupes Ward-Léonard. La régulation porte sur l'excitation des génératrices principales et est basée sur l'emploi d'amplificateurs magnétiques.

a) Ralentisseur.

Avant d'aborder la machine proprement dite, nous décrirons brièvement le *ralentisseur*, partie importante de l'automatisme. D'une façon très résumée, le ralentisseur est un appareil, placé dans la salle des machines et composé de deux parties distinctes. L'une mobile autour d'un axe vertical ; l'autre fixe, concentrique et extérieure à la première, est chargée d'un nombre très élevé 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 au skip de bas en haut et de haut en bas, est l'image du skip en mouvement dans le puits.

Les relais placés sur le chemin du skip ont des rôles très divers, auxquels nous ne nous arrêterons pas : position du skip, scander les périodes d'accélération et de décélération (chacune en 11 étages), contrôle de la vidange de la trémie jour, rôle d'évitement.

b) Différentes marches possibles. — Choix des étages.

Deux commutateurs, placés sur le pupitre, jouent un rôle prépondérant dans le contrôle de la machine (fig. 24).

Le premier, appelé « commutateur de marche » permet de choisir le genre de programme désiré, d'après le tableau suivant (fig. 24 ; volant à axe vertical sur le côté droit du pupitre).

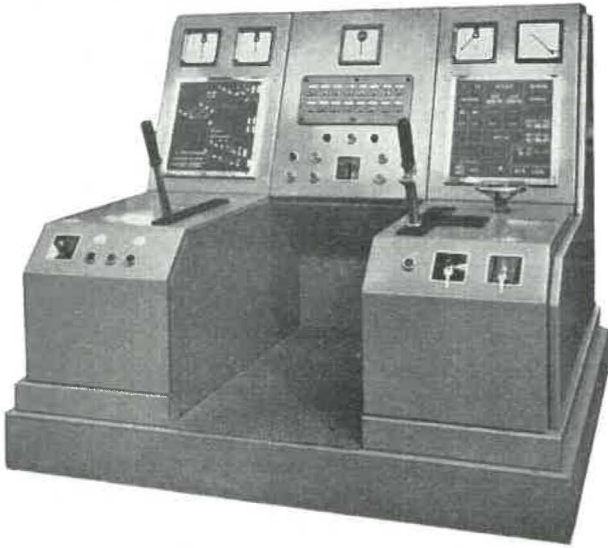


Fig. 24. — Pupitre du machiniste d'extraction — Ensemble en usine.

	Points extrêmes autorisés	Vitesse maximum
Extraction automatique	830 skip - jour skip	20 m/s
Extraction manuelle	830 skip - jour skip	20 m/s
Personnel	800-720 - jour recette	12 m/s
Matériaux	800-720 - jour recette	18 m/s
Manœuvres	830 skip - jour skip	6 m/s
Visite puits	830 skip - jour skip	1,5 m/s
Déverrouillage complet	830 skip - jour skip	20 m/s
Essai automatique	830 skip - jour skip	12 ou 18 m/s

La différence entre « extraction automatique » et « extraction manuelle » consiste en ceci : la position automatique correspond au fonctionnement que nous avons appelé « full-automatique ». Dès que le signal « marche » apparaît, la machine démarre d'elle-même.

La position « manuel » correspond à ce que nous appelons « semi-automatique ». Lorsque le signal

« marche » apparaît, le machiniste desserre le frein de manœuvre et place son levier de manœuvre immédiatement à fond ; le départ dépend de lui tandis que l'accélération dépend uniquement de la régulation. La machine décélère d'elle-même, le machiniste a pour seule fonction d'appliquer le frein de manœuvre, lorsqu'il reste au skip environ 50 cm à parcourir ; car jusqu'à ce point la décélération s'est opérée électriquement.

Cette marche semi-automatique présente donc toutes les sécurités de la marche automatique, mais requiert la présence d'un machiniste pour donner le départ et l'arrêt.

Si le machiniste n'appliquait pas le frein, peu avant l'arrêt du skip, celui-ci continuerait de poursuivre sa course à vitesse constante (env. 0,50 m/s), mais serait rapidement arrêté par la chute du frein de sécurité commandée par un des trois interrupteurs évite-molettes mis en série.

Il est très important de remarquer que le choix de la vitesse n'est pas laissé à l'initiative du machiniste, mais qu'il est lié au programme de marche.

Le second commutateur, appelé « commutateur d'étages », subordonné au commutateur de marche (par verrouillage électrique) sert à désigner l'étage à desservir. Les étages intermédiaires ne sont desservis que par un seul skip à la fois, l'autre skip ne se trouvant pas devant un autre étage.

Dès lors, les positions prévues pour le commutateur d'étages sont :

skip : translation entre 830 skip et jour skip.

720 G : translation entre 720 skip et jour recette avec le skip gauche.

720 D : translation entre 720 skip et jour recette avec le skip droit.

800 G : translation entre 800 skip et jour recette avec le skip gauche.

800 D : translation entre 800 skip et jour recette avec skip droit.

Au point de vue automaticité complète, nos machines n'ont pas encore fonctionné avec skips chargés de charbon, en marche full-automatique.

Une mise au point doit être réalisée par le constructeur de la partie électrique afin de tenir compte de l'usure de la garniture de la poulie Koepe et de la faible distance existant entre le skip en position de déchargement et l'entrée dans les guides de serrage.

Cette mise au point, qui a demandé de longs essais en usine, semble être imminente. En attendant, nous utilisons nos deux machines suivant la marche semi-automatique : le machiniste donnant le signe du départ et appliquant le frein de manœuvre en fin de translation.

Ces circonstances nous font perdre de l'ordre de 4 à 5 traits par heure et par machine.

c) Contrôles de la machine.

Sans entrer dans le détail, nous rappellerons que les machines sont dotées, d'ailleurs comme les autres machines automatiques de la concurrence, des contrôles suivants :

1) *Contrôle de vitesse* : le ralentisseur assurant la montée et la descente de vitesse, tandis que la vitesse maximum choisie est toujours contrôlée.

2) *Contrôle d'accélération* : ce contrôle de l'accélération positive ou négative revêt une importance particulière dans le cas de la poulie Koepe. Par ailleurs, ce contrôle permet de réduire au maximum la durée nécessaire à l'approche de la recette.

3) *Contrôle du couple* : cette limitation est destinée à protéger l'installation en cas de défaut, de fausses manœuvres ou d'avaries importantes.

Sous une forme résumée, et si l'on se rapporte au diagramme de cordée (fig. 7), on peut dire que ces trois contrôles garantissent à l'exploitant le respect « d'une courbe enveloppe » que la machine ou le machiniste ne saurait dépasser. Le palier de cette courbe est dicté par le *commutateur de marche*, tandis que les points d'arrêt sont fixés par le *commutateur d'étages*.

Une amélioration prévue dans les schémas, mais non encore réalisée, sera de lier la signalisation d'étages à ces commutateurs. Nous y avons songé, mais nous attendons l'occasion de travaux importants à la signalisation existante afin d'y adjoindre cette sécurité supplémentaire. Dans ce dernier cas, le machiniste ne saura démarrer que si les commutateurs de signalisation d'étages des recettes fond et de la recette jour, ainsi que le commutateur d'étage de la machine, coïncident. A notre connaissance, un tel asservissement n'est pas encore réalisé en Belgique ni dans les pays voisins.

d) Pupitre et tableaux lumineux.

Avant toute description, nous insistons sur le sens que nous avons voulu donner aux tableaux lumineux. Le machiniste, quand il est au pupitre (car absent en full-automatique), n'a pas pour mission de suivre le cycle sur le tableau synoptique, mais uniquement d'observer les ordres apparaissant au tableau (tableau de droite fig. 24 et 25). Le tableau synoptique et toutes les signalisations que nous allons décrire, délibérément très nombreuses, trouvent leur raison d'être principale en cas d'avarie. A ce moment, le machiniste ou l'électricien de service peut assez aisément se rendre compte de l'étape franchie dans le déroulement du cycle.

Le pupitre comprend en ordre principal (fig. 24) :

a) *sur le bras de droite* : le levier combiné de commande et du frein de manœuvre (encoche dite en H), le commutateur de marche (volant) ;

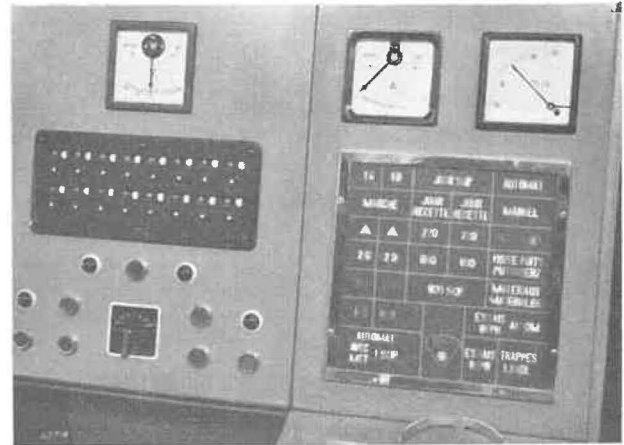


Fig. 25. — Pupitre du machiniste d'extraction — vue partielle : commutateur d'étages, tableau de décel d'avaries (à gauche), tableau lumineux des ordres (à droite).

b) *sur le bras de gauche* : le levier du frein de sécurité ;

c) *au fronton, à droite* : le tableau lumineux des ordres ;

à gauche : le tableau synoptique lumineux (fig. 26) : burquin, distributeur, trémie jauge, trappe ouverte, fermée, skips bien placés, skip en translation, fonctionnement de tous les engins d'évacuation en surface, silo 2.800 m³, reprise sous ce silo vers le triage-lavoir ;

au centre : les commandes des moteurs situés sous le burquin, quelques commandes principales, le tableau *décel de défauts*, et le commutateur d'étages.

Cette nouvelle conception de pupitre, adoptée pour la première fois, sous une forme aussi concentrée, par les A.C.E.C., a répondu de façon très satisfaisante aux espoirs fondés.

10. DES SECURITES ET DES DEVERROUILLAGES

a) Interrupteurs-évite-molettes triples.

Nous avons attaché une importance toute particulière aux mesures de sécurité. En particulier, la protection contre des dépassements de la course autorisée nous a incité à concevoir trois interrupteurs évite-molettes placés en des endroits différents. Ils ont tous trois pour rôle de déclencher la chaîne de sécurité, c'est-à-dire de couper la référence de la machine et d'appliquer le frein mécanique de sécurité.

Si nous supposons par la pensée que les skips dépassent les points extrêmes autorisés, le premier évite-molettes se trouve sur le ralentisseur, celui-ci est placé quelques dizaines de centimètres derrière le contact correspondant à la position skip bien placé.

Si les skips continuent leur course, le second évite-molettes rencontré sera le contact 10, attaqué par la came du skip-fond (fig. 11). Enfin, le troisième évite-molettes se trouve dans le chevalement et sera attaqué par le skip-jour.

Depuis la mise en service, nous n'avons pas eu connaissance que ce troisième évite-molettes ait été atteint.

b) Interrupteurs centrifuges.

Très souvent dans les tableaux synoptiques lumineux, on représente le fonctionnement de bandes transporteuses ou de distributeurs par une seule lampe. Celle-ci est très généralement alimentée par l'intermédiaire d'un contact auxiliaire du contacteur du moteur de cet engin de transport. Cette pratique ne nous a pas échappé. Toutefois, elle présente une lacune que nous avons considérée comme importante dans la mission d'information que représentent ces signaux lumineux. En effet, entre le contacteur et l'organe entraîné, se trouvent des intermédiaires électriques et mécaniques : câble, moteur, réducteur, accouplements.

Dès lors, chaque organe de transport et chaque distributeur à tiroir ont été équipés d'un dispositif de contrôle du mouvement. Il s'agissait d'interrup-

manence, et que c'est à distance, du jour ou de la station de culbutage, que doit être décelée la moindre avarie.

c) Contrôle d'engorgement.

Ici également, n'ayant pas en permanence, tant au fond qu'à la surface, des préposés pour la surveillance des points de chute d'un transporteur sur un autre, on a conçu des palpeurs dits d'engorgement. Ces palpeurs, palettes placées un peu au-dessus de la trajectoire normale des produits, sont soulevés en cas d'engorgement. En bout d'arbre (support de chaque palette) se trouve un interrupteur genre fin de course classique, qui agit dans le circuit de verrouillage des transporteurs d'amont et qui donne l'alarme. Tous ces appareils possèdent un contact supplémentaire destiné à alimenter des signaux lumineux au tableau synoptique (rectangle rouge) : localisation rapide d'une avarie = but du tableau synoptique.

d) Déverrouillages.

Nous reproduisons sous une forme un peu schématisée le circuit de commande d'une trappe des trémies jauges (fig. 27). Le circuit normal, dit ver-

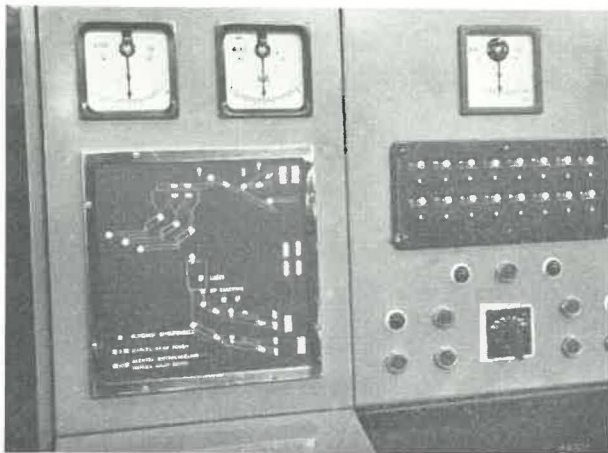


Fig. 26. — Pupitre du machiniste d'extraction — vue partielle : le tableau synoptique lumineux.

teurs solidaires d'un dispositif centrifuge entraîné par l'engin de transport. Chacun de ces interrupteurs assure l'alimentation d'une lampe supplémentaire au tableau lumineux.

C'est pourquoi chaque bande transporteuse et chaque distributeur à tiroir sont représentés par deux signes ; l'un, un cercle lumineux correspondant à la rotation du moteur (contacteur enclenché), l'autre, une flèche lumineuse, correspondant à la rotation de l'organe entraîné (fig. 26).

Cette pratique, peut-être coûteuse pour des installations classiques de manutention, se trouve tout à fait justifiée si l'on pense que, sous le burquin à l'étage — 855 m, il n'existe aucun préposé en per-

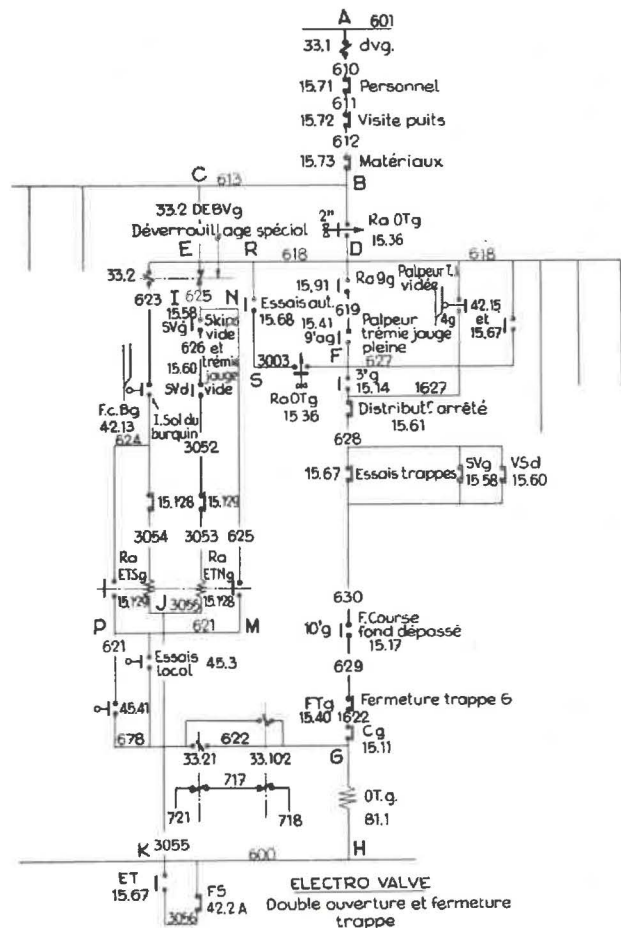


Fig. 27. — Schéma électrique de principe : commande de la trappe gauche de la trémie-jauge.

rouillé, est celui représenté par A-B-D-F-G-H. La bobine située entre G et H est celle de l'électrovanne de commande de la trappe gauche (d'où les indices g).

On voit tout de suite toutes les conditions de déverrouillage auxquelles la trappe est soumise, chaque contact dans la ligne d'alimentation représente une condition requise par le fonctionnement du cycle ou par la sécurité.

Si le fonctionnement du cycle était seul à prendre en considération, c'est-à-dire celui décrit dans les paragraphes ci-dessus, le schéma électrique de la trappe gauche se ramènerait au circuit que nous venons de suivre.

Toutes les portions de circuit parallèles à ce dernier sont dues aux cas anormaux de fonctionnement. Parmi ceux-ci, nous suivrons rapidement ceux dus aux déverrouillages pour entretien ou dépannage. Il y a une différence essentielle entre l'entretien et le dépannage. Le dépannage est à considérer comme une opération spéciale, demandant l'intervention d'un personnel plus qualifié que pour l'entretien courant, personnel qui, pour intervenir efficacement, demande plus de liberté dans les manœuvres dites anormales ; par contre, il est mieux capable de juger par lui-même des mesures de sécurité à prendre, sans y être entièrement contraint par le verrouillage électrique.

C'est pourquoi on rencontre dans notre installation deux genres de déverrouillage : l'un dit *déverrouillage contrôlé*, l'autre, *déverrouillage spécial*.

Le déverrouillage contrôlé sera celui destiné au personnel d'entretien. Dans le cas de la figure 27, par exemple, l'ouverture et la fermeture de la trappe pourront être obtenues plusieurs fois consécutivement, moyennant certaines conditions qui sont entre autres : les distributeurs doivent être arrêtés, avoir effectué deux translations afin de s'assurer que les skips et les trémies jauges sont vides, le skip doit en plus être en face de la trappe (bien placé), le machiniste doit tourner un commutateur spécial sur la position déverrouillage et appliquer le frein de sécurité. Avant d'obtenir le déverrouillage, le préposé fond doit également tourner un commutateur placé sur un coffret à proximité des trappes ; cette dernière mesure de sécurité a pour effet d'empêcher le machiniste de desserrer le frein de sécurité et d'obtenir de la tension sur le moteur d'extraction. Dès lors, chacune des deux personnes en présence, l'ajusteur fond et le machiniste, ont pris toutes les mesures requises, y compris celles l'un vis-à-vis de l'autre, et, en finale, c'est l'ajusteur qui détient la dernière mesure de sécurité. L'ordre des mesures n'est pas absolument rigoureux, mais toutes doivent être effectuées. A ce moment, une lampe s'allume près du machiniste et sur le coffret fond : cette lampe signifie : *autorisation*. Ce n'est qu'alors que les boutons-poussoirs de commande (fig. 27 n° 45-41 et 45-3) deviennent opérants.

On comprend tout de suite que ce genre de déverrouillage, s'il est indispensable pour les opérations d'entretien, ne saurait être suffisant pour parer à tous les cas anormaux pouvant surgir (avaries, accrochages, etc...). C'est le déverrouillage spécial, requérant moins de conditions, qui est utilisé. Une condition est toutefois indispensable : le préposé fond doit posséder une clé spéciale (type Yale). Cette mesure signifie que l'on a choisi dans le personnel ceux qui sont autorisés à effectuer ces manœuvres spéciales.

Il existe encore quelques conditions à remplir avant d'obtenir l'allumage de la lampe « autorisation », mais elles sont moins nombreuses.

Du point de vue schéma électrique, le déverrouillage contrôlé se fera suivant le circuit : A-B-D-E-I-J, puis par le relais R_a, via N-M-P-G-H. Ce circuit comprend, sous une forme électrique, la concrétisation des conditions à remplir afin d'obtenir l'*autorisation*, et un fonctionnement opérant des boutons-poussoirs de commande. Par contre, pour le déverrouillage spécial, le circuit est plus simple, parce qu'il est soumis à moins de conditions ; il sera A-B-C-N-B-P-G-H.

C'est sur ces mêmes bases qu'ont été conçus tous les déverrouillages tant près du distributeur, sous le burquin qu'à la surface.

11. INSTALLATIONS AUXILIAIRES

a) Installation d'interphonie.

Entre les points principaux de l'installation d'extraction, une liaison *rapide* et *sûre* était nécessaire.

L'interphonie répondait le mieux à ces conditions : contrairement aux liaisons téléphoniques, chaque ligne ne relie que deux intéressés bien déterminés. Ainsi au cours de l'extraction et surtout en cas d'avarie, deux préposés, reliés par parlophone (ou interphone), peuvent communiquer très rapidement, de façon claire (malgré le bruit ambiant) et sans interférence d'autres interlocuteurs. La figure 28 donne un schéma de l'installation telle qu'elle fut réalisée avant la mise en service de l'extraction par skip (Neuman - Agence Todtenhaupt).

Les postes A et E sont des postes de table à 5 lignes placés sur le pupitre de chaque machine. Chaque machiniste peut se mettre en communication, avec son collègue de l'autre machine, avec le silo jour de 2.800 m³, avec un préposé éventuel sous le burquin (postes appelés respectivement burquin 2 et burquin 3). En plus, à partir de chacun de ces deux derniers postes, qui sont du type mural, on a prévu une liaison souple terminée par un boîtier jouant à la fois le rôle de microphone et de haut parleur. Cet appareil portatif est prévu, lors de l'entretien par exemple pour permettre à l'ouvrier, situé près des trappes des trémies, de communiquer avec

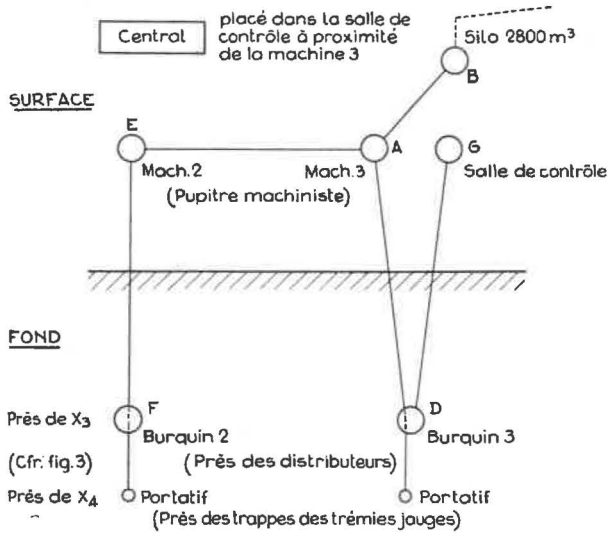


Fig. 28. — Installation d'interphonie — Schéma des liaisons.

- A } poste de table à 5 lignes
- E }
- B } poste blindé à 2 lignes
- F }
- G }
- D }

le machiniste et éventuellement de diriger certaines manœuvres délicates (à vitesse très lente évidemment).

Une ligne spéciale a été prévue entre l'appareil mural burquin 3 et la salle de contrôle. Ce sont les deux seuls endroits où a été regroupé tout l'appareillage électrique.

En cas de panne dans le circuit électrique, « l'électricien fond » est en communication avec « l'électricien jour », d'une façon claire, certaine et sans interruption de la ligne par des curieux demandant ce qu'il se passe...

La figure 23 donne une vue d'un appareil mural : il s'agit du parlophone placé au pupitre au-dessus du silo de 2.800 m³, raccordé aux machinistes d'extraction.

b) Dispositifs d'enregistrement.

Des appareils enregistreurs nouveaux (A.E.G.-GELEC) ont été mis en service. En plus de l'enre-

gistrement des cordées (vitesse-temps), le même appareil enregistre dix signaux supplémentaires.

Ces dix indications ont été choisies parmi les points principaux du fonctionnement de « l'installation d'asservissement dans le cas d'extraction de charbon ».

Par l'intermédiaire des nombreux relais se trouvant dans les armoires de la salle de contrôle, d'autres points peuvent être surveillés, à volonté suivant le câblage effectué.

Actuellement, les dix plumes enregistrent les signaux suivants : burquin vide, engorgement sous burquin, contact 10 ou contact 3 atteints, sens de marche de la machine, skip vidé et engorgement de la trémie jour.

L'enregistrement s'effectue sur papier métallisé par « électro-enlèvement » de matière à l'aide d'électrodes spéciales.

Ces papiers, une fois gravés, sont *infraudables* et offrent une lecture aisée, permettant même la reproduction par tirage suivant les procédés classiques de reproduction de calques (fig. 29).

12. DETECTEUR DE NIVEAU RADIO-ACTIF

(fig. 30).

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 β et γ (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.

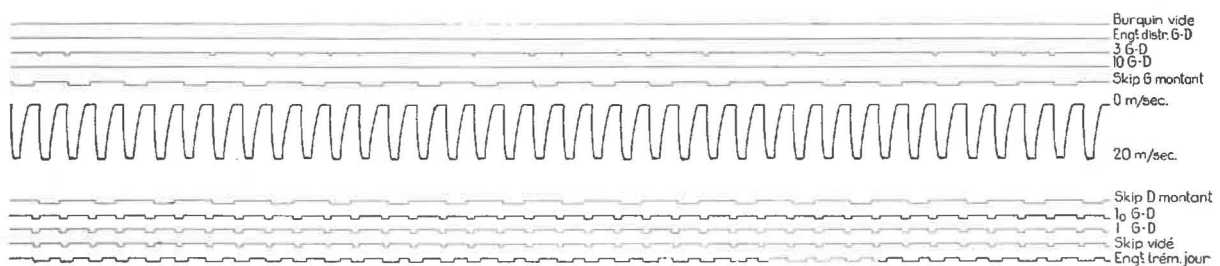


Fig. 29. — Enregistrement d'un diagramme de cordée.

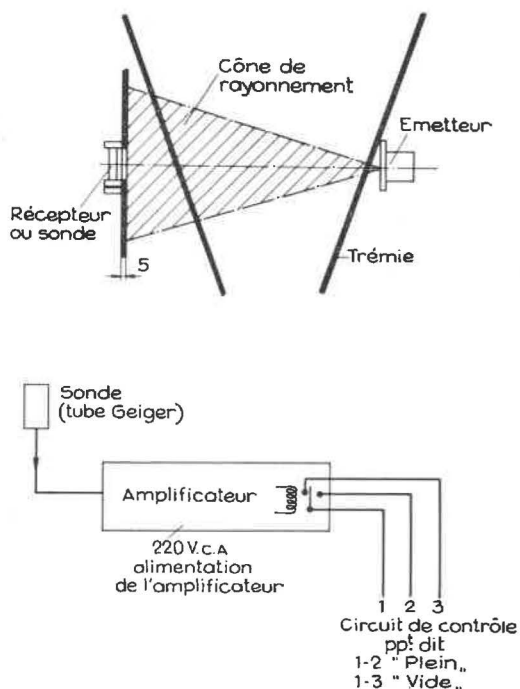


Fig. 30. — Contrôle de niveau par indicateurs radio-actifs.

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 milliCurie (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.

Applications.

Les indicateurs radio-actifs ont été adoptés pour les contrôles suivants : trémie sous les culbuteurs, burquin rempli, burquin vide, trémie jaugeuse remplie, skip vide, trémie de réception jour.

13. QUELQUES DONNÉES TECHNIQUES ET PERFORMANCES

Capacité d'extraction : 1.200 t/h pour le puits II, soit un équivalent d'environ 280 berl/h.

Skip :

capacité : 15,5 t.

cage : 4 étages.

longueur totale : 17,25 m.

poids : 14 t.

Burquin : capacité : 185 m³.

Distributeur sous le burquin : débit : 300 t/h.

Culbutage :

capacité des berlines : 2.000 litres.

cadence maximum de chaque culbuteur : 290 berl./h.

section de la station : 11 m de diamètre.

Surface : grands transporteurs inclinés :

largeur : 1,20 m.

longueur : 68 m.

inclinaison : 16° 30'.

Silo : capacité de 2.800 m³.

Mise en service :

M.E. III le 25 septembre 1957.

M.E. II le 30 décembre 1957.

Résultats actuels.

— Machines d'extraction : cadence maximum actuelle : 35 à 36 traits/heure (inférieure aux garanties : voir ci-avant mise au point prévue).

— Partie mécanique : résultats techniques tout à fait satisfaisants.

Nous avons fortement prolongé la durée de vie des câbles et des skips. Le « tonnage véhiculé » par câble de tête est passé de 1,3 - 1,4 à 1,8 million de tonnes (charbon, personnel, matériaux). Les cages avaient une durée moyenne de 8 à 10 mois. Actuellement, les premiers skips sont toujours en service et ne présentent aucun signe sérieux de fatigue. Depuis septembre 1957, la production extraite à ce jour, par skips, est de l'ordre de 5.500.000 t.

— Automaticité des cycles de remplissage et d'évacuation.

Cette installation donne entière satisfaction et demande un entretien particulièrement réduit.

Conçus et installés suivant des méthodes très modernes, les Charbonnages de Campine ne cessent d'effectuer d'importants investissements afin de se tenir à la hauteur du progrès de la technique minière.

« Aujourd'hui, comme dans le passé, les Charbonnages du Limbourg belge, sont à même, par leur homogénéité et leur haut degré d'efficacité technique, de supporter avec succès la comparaison avec les autres bassins Ouest-Européens. »

(L'Industrie Charbonnière).

Nous tenons à remercier Inichar, et en particulier son service de documentation, ainsi que le Fichier Tabah, pour la documentation reçue à l'époque sur d'autres installations existantes.

Les photographies illustrant cet exposé nous ont été fournies par la S.A. Charbonnages Helchteren et Zolder, la Société Belge de Mécanisation, à Liège, les A.C.E.C. à Charleroi, et les Entreprises L. Thirion à Amay.