ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE

Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

P 1273

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, 7, boulevard Frère-Orban — TEL. (04)32.21.98

Renseignements statistiques - Statistische inlichtingen — A. Houberechts : L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines en 1964 — H. Labasse : Les pressions et les mouvements de terrains dans les mines de houille — O. de Crombrugghe et J. Kerremans : Treuil de burquin à commande hydrostatique - Binnenschachtlier met hydrostatische aandrijving — Matériel minier - Mijnmateriaal — Inichar : Revue de la littérature technique — Bibliographie.

JUIN 1965 Mensuel — N° 6 — Maandelijks **JUNI 1965**

AMORTISSEURS DE VIBRATIONS ET CHOCS

SYSTEME

LINATEX

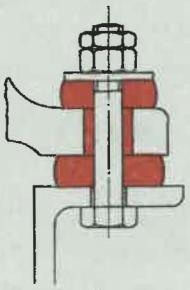
ETUDES ET REALISATIONS

pour l'équipement de toute machine,

sans limitation de force et de dimension :

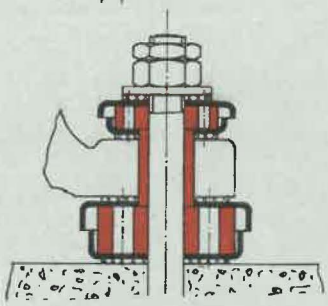
Crible, tamis vibrants - Marteaux-pilons, presses, cisailles - Compresseurs, pompes, ventilateurs - Concasseurs, broyeurs, mélangeurs - Machines-outils - Moteurs électriques, groupes électrogènes - Moteurs à explosion, machines à vapeur - Réacteurs et turbo-réacteurs - Ponts-roulants téléphériques - Butoirs de wagonnets, tamponnoirs de quai.

Références de tout premier ordre, dans toutes applications et en tous types



ELEMENTS A ELASTICITE REGLEE

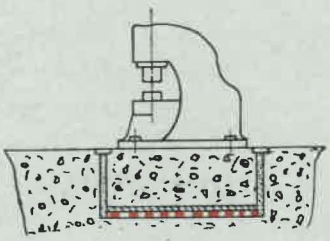
Ce montage simple procure une isolation totale. L'unité est formée d'une rondelle d'assise, une rondelle de fixation et un manchon enrobant le boulon. Recommandé pour ventilateurs, moteurs électriques et machines de même catégorie.



Amortisseur protégé des huiles et graisses par des coquilles d'acier avec sièges en fibre. Recommandé pour les moteurs Diesel, machines-outils et autres machines pour le travail des métaux, à coupe lubrifiée.

MATELAS AMORTISSEUR LINATEX

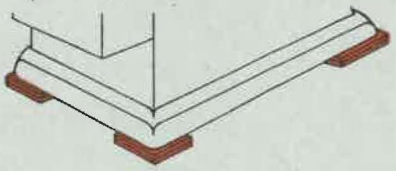
pour marteaux-pilons, presses, concasseurs et autres machines travaillant à chocs.



Le matelas Linatex augmente la stabilité de la machine, absorbe plus de 80 % des vibrations et atténue la résonance des chocs.

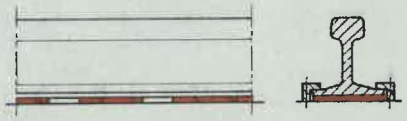
AMORTISSEURS ALVEOLAIRES EN PLAQUES

pour machines de précision et appareils de laboratoires. Ne requièrent aucune fixation par boulons. Résultats garantis : absorption des vibrations. Haute friction empêchant le glissement et le déplacement des machines.



BLOCS AMORTISSEURS

pour ponts-rails et ouvrages métalliques de chemin de fer; système fonctionnel, isolation parfaite. Efficacité et longévité garanties.



BELGIQUE :

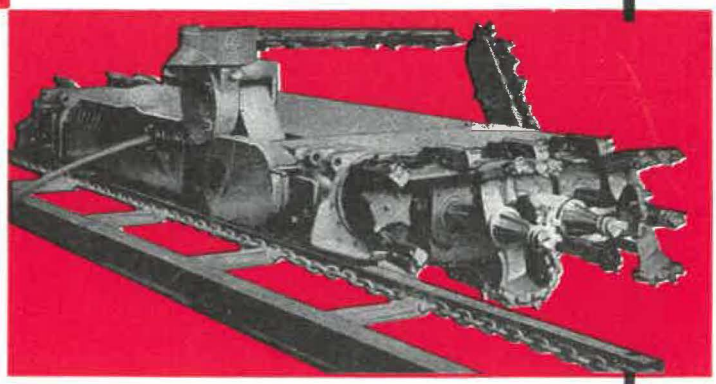
ANTI-ABRASION LINATEX S.A., 42-50, avenue Zénobe Gramme - Bruxelles 3 - Tél. 16.80.83 (3 l.)

FRANCE :

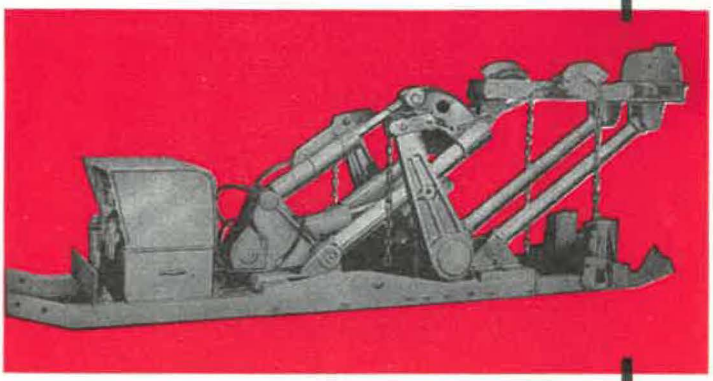
ANTI-ABRASION LINATEX S.A.L., 197bis, route Nationale - Onnaing - Nord - Tél. 87

Délégué à Paris : 63, rue des Rosiers - Rueil - Malmaison S. & O. - Tél. 967 15 25

Korfmann



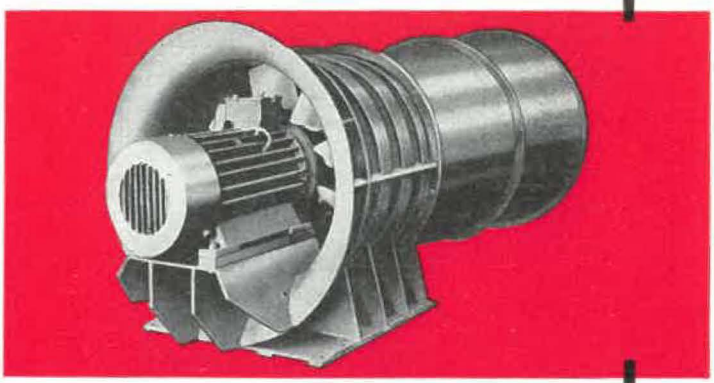
Abatteuse-chargeuse spécialement adaptée aux veines de faible épaisseur. A fait ses preuves dans les conditions les plus difficiles. Vitesse d'avancement jusqu'à 3 m/min. Moteur de 80 kW. Chargeur travaillant dans les deux sens et ne nécessitant pas un passage à vide.



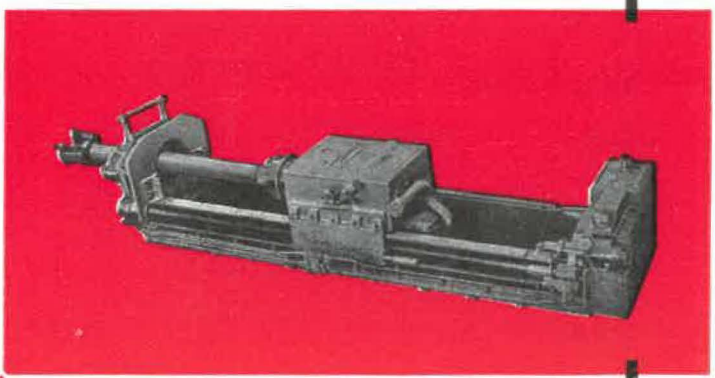
Machine à récupérer les cintres de galeries. Augmentation importante du rendement. Réduction de l'effort humain pénible et dangereux. Système hydraulique simplifié. Le matériel récupéré ne présente qu'une infime déformation.

Korfmann

MET A VOTRE SERVICE
UNE EXPERIENCE PRATIQUE
DEPUIS 1880



Une gamme de ventilateurs à air comprimé, économiques, de 150 mm ϕ jusqu'aux types haute pression de 600 ϕ, et de ventilateurs secondaires électriques. Egalement, fabrication hors série de ventilateurs secondaires pour tous genres de ventilation.



Perforatrices de tailles montantes, perforatrices pour sondages et perçages de gaz et d'assèchement, perforatrices pour grands trous d'aération, de sauvetage, de bures d'aération, cheminées d'évacuation pour puits d'emmagasinage et de foisonnement.

DEHEZ

S.P.R.L. **LEOP. DEHEZ** - BRUXELLES 18
97, AVENUE DEFRE - Tél. 02/74.58.40 - Câble : Popolito Bruxelles

TABLE DES ANNONCES

Ateliers Louis Carton (S.A. Tournai) . 4e couv.

Ateliers et Chantiers de la Manche. — Piles Gullick XI

Atlas Copco. — Foration coromant . . IV

Ballings (Etablissements Anthony). — Appareils de sauvetage et de sécurité . V

Berry (Ets). — Ventilateurs, locomotives diesel VII

Compagnie Auxiliaire des Mines. — Eclairage de sûreté pour mines . . IX

Courtoy (Bureau d'Etudes Industrielles F.) IX

Conreur-Ledent. — Matériel d'agglomération . . . . . 3e couv.

Cribla S.A. — Appareils de manutention et de préparation - Entreprises générales . IX

Debergh Paul — « Molydal » . . . . 3e couv.

Dehez (Ets Léopold). — Machines pour mines I

Eickhoff. — Convoyeurs à courroie . . VI

Elbé, S.P.R.L.-P.V.B.A. — Lubrifiants - Smeerstoffen VII

Ets Roger Stocker. — Mesure et conditionnement d'air X

Ina Roulements S.A. . . . . . 3e Couv.

Linatex. — Amortisseurs de vibrations et chocs . . . . . 2e couv.

Pauly Aphonse. — (Wilhelm Hedtmann, Hagen - Kabel) II

S.A. R.I.P.I. — Filtres, vannes . . . X

Rollin. — Bandes transporteuses . . . XIII

S.E.A. (Société d'Electronique et d'Automatisme - représentant : Ets Beaupain, Liège). — Matériel téléphonique génophone XII

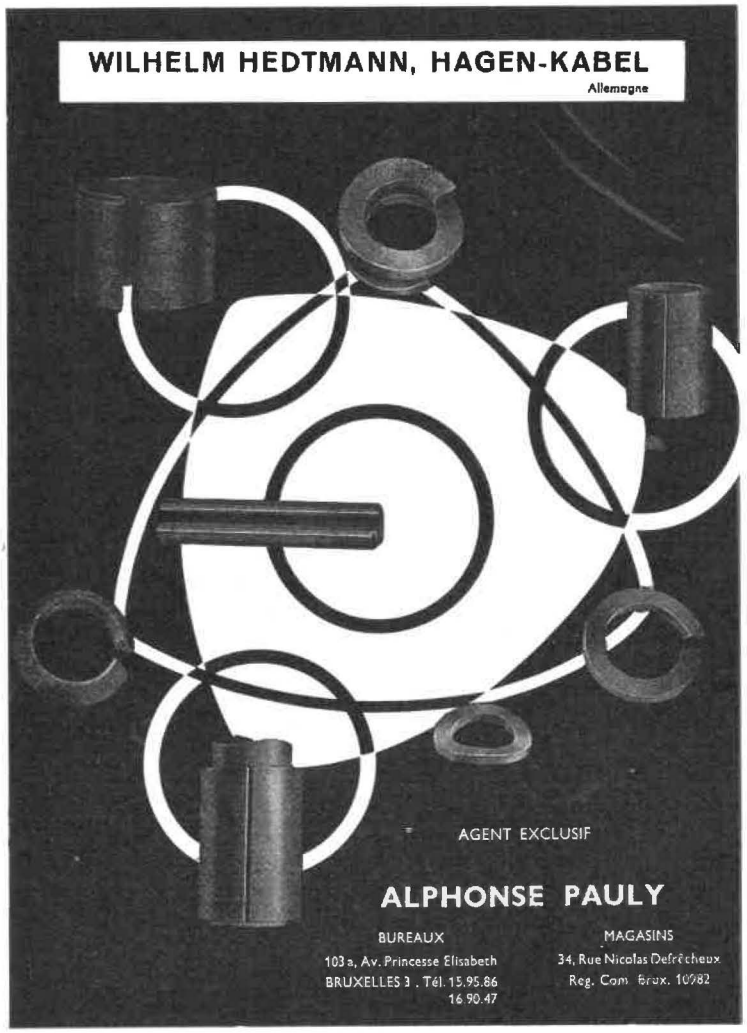
Stocker R. (Ets.). — Appareils de mesure X

Smet, S.A. — Forages, puits pour le captage des eaux X

Trelleborg. — Spécialiste en caoutchouc VIII

Wanheim (A. Lahou S.P.R.L. - Diest) . XIV

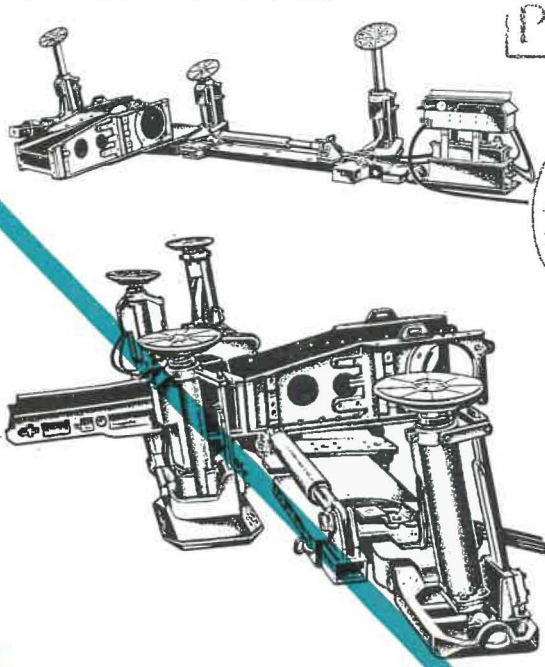
Westfalia-Lünen. — Poutres d'ancrage hydrauliques pour tailles mécanisées . III

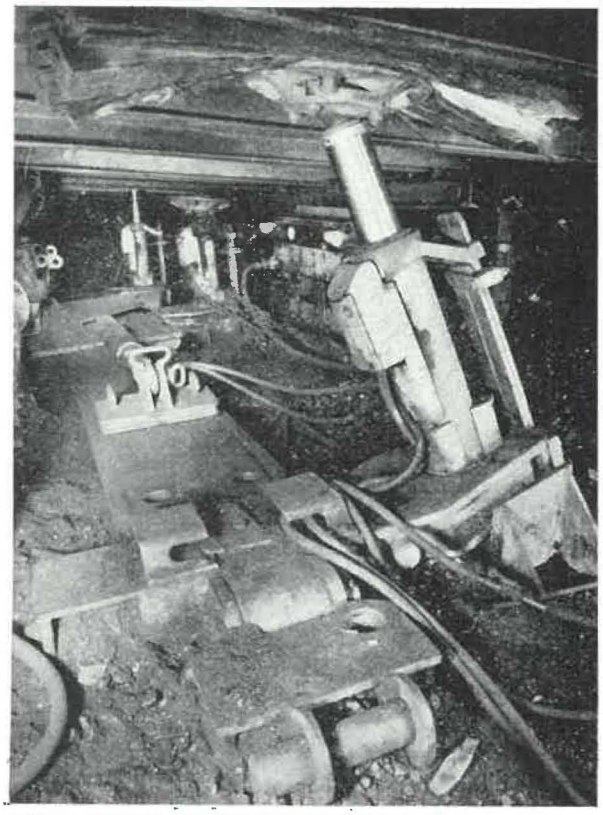


Poutres d'ancrage hydrauliques pour tailles mécanisées

P 1273

ROYAL Inst. des Sciences Naturelles de Belgique





Mécanisation des opérations d'ancrage, de ripage et de la tête motrice et de la poutre sans aucune réduction de l'effort de retenue

Réalisation par assemblage de blocs élémentaires

Dispositif d'ancrage pour	Portance	Pendage
Tête motrice auxiliaire	40 ou 52 t	0 à 20g
Têtes motrices principale et auxiliaire	40 ou 52 t	0 à 20g à la tête motrice principale 0 à 10g à la tête motrice auxiliaire

M 11/84

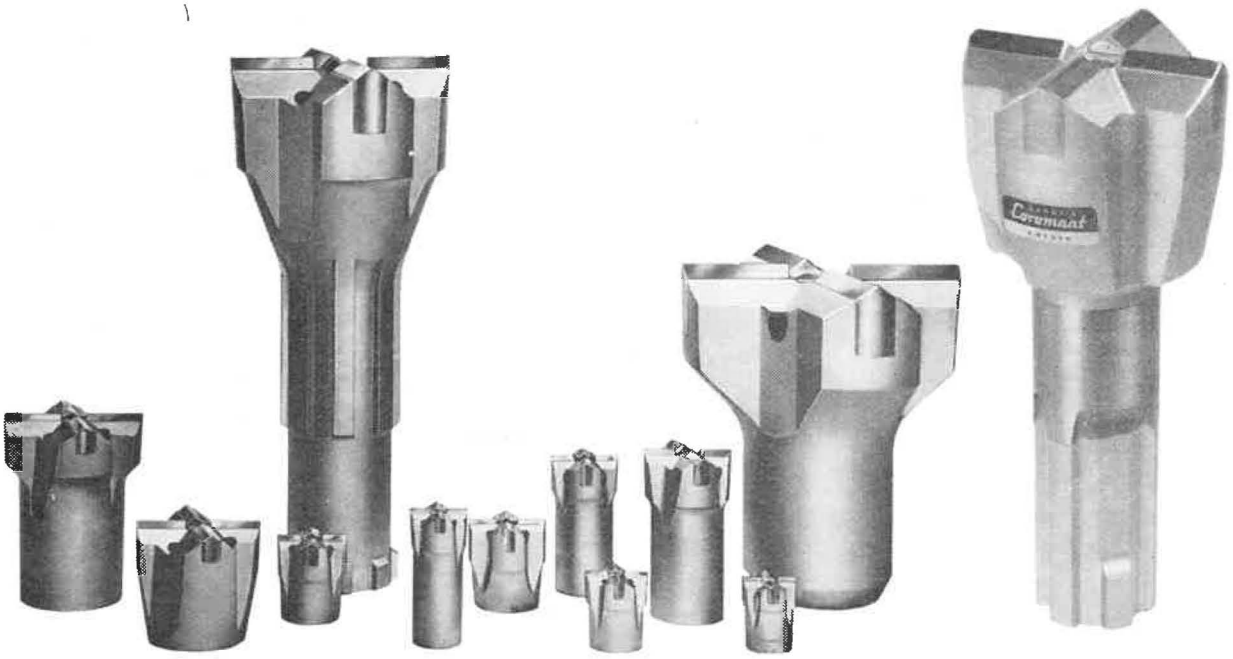
GEW

WESTFALIA LÜNEN

CBM

Compagnie Belge de Matériel Minier et Industriel S.A.
Rue A. Degrâce · FRAMERIES (Belgique)

DU PLUS PETIT AU PLUS GRAND



FORATION COROMANT = FORATION ÉCONOMIQUE
UN ESSAI VOUS CONVAINCRA !

SANDVIK **Coromant** vous offre :

- une gamme très étendue de taillants amovibles avec filetage de tous types ;
- des taillants pour marteaux descendant dans le trou, dits "Down the hole" ;
- un assortiment complet de fleurets monoblocs ;
- une gamme complète de rallonges pour la foration de longs trous avec accouplement à filetage Coromant.

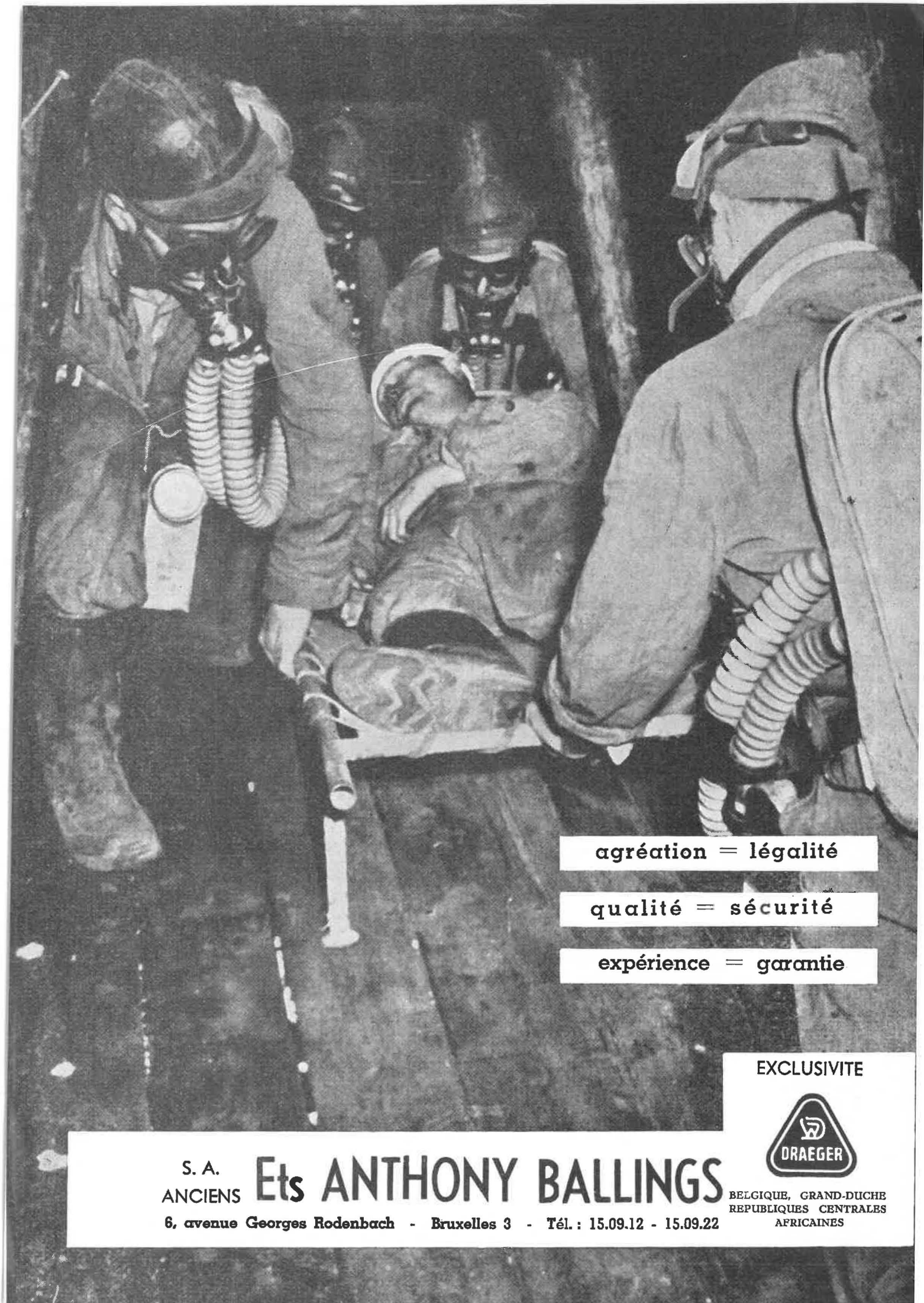
LE MATÉRIEL SANDVIK COROMANT EST VENDU EN EXCLUSIVITÉ PAR :

Atlas Copco Spécialistes de l'air comprimé

ATLAS COPCO BELGIQUE S.A.,
Siège social Bruxelles : 346, chaussée de Bruxelles, OVERIJSE. Tél. 02 / 57.76.40 (10 l.).
Agences régionales : Antwerpen, Charleroi, Gent, Liège, Luxembourg.

SWEDISH QUALITY

5174



EXCLUSIVITE

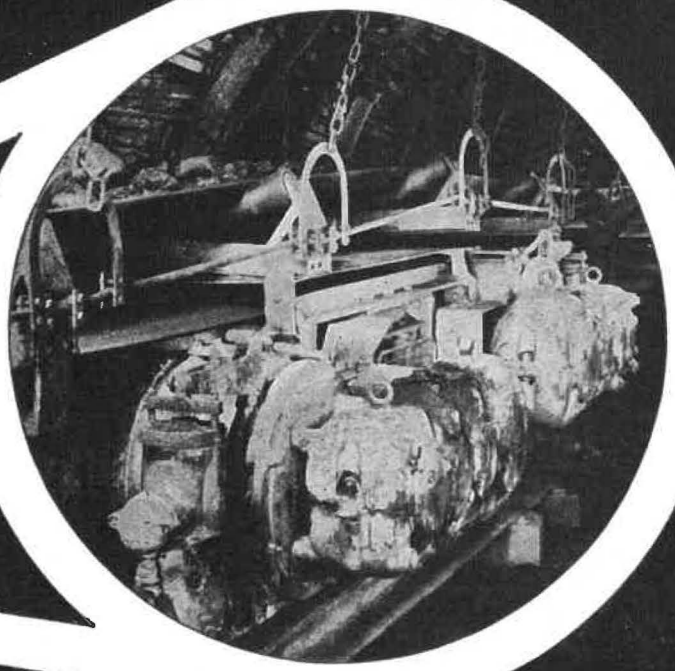
DRAEGER

BELGIQUE, GRAND-DUCHE
REPUBLIQUES CENTRALES
AFRICAINES

S. A.
ANCIENS **Ets ANTHONY BALLINGS**

6, avenue Georges Rodenbach - Bruxelles 3 - Tél. : 15.09.12 - 15.09.22

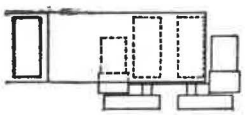
Eickhoff



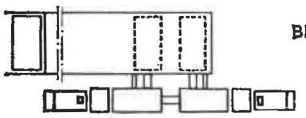
CONVOYEURS A COURROIE

La tête motrice à deux tambours, type BEA 500, est spécialement conçue pour de grandes puissances. De construction étroite et ramassée, elle est équipée de réducteurs à arbres parallèles à trois trains d'engrenages.
Grâce à son exécution, elle peut être actionnée par des réducteurs, à arbres perpendiculaires, disposés de manières différentes.

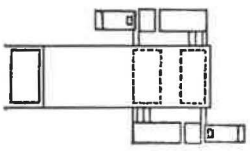
Puissance du moteur: 2 x 33 kW
Vitesse de bande: 1,25 / 1,5 / 1,8 / 2 m/sec.
Largeur de bande: 800 / 1000 mm
Largeur intérieure: 1100 / 1300 mm
Diamètre des tambours: 500 mm



BEA 500



BEB 500



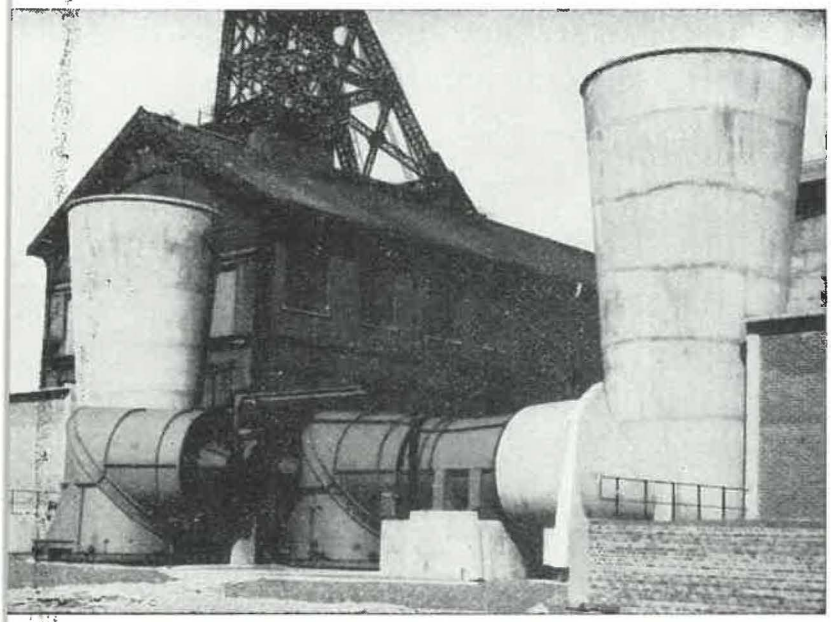
BEC 500

G. Forthomme, 101, rue de Marcinelle, Couillet (Hainaut), Tel. 361906
Société Electro-Industrielle (SEI), 6, rue des Augustins, Liège, Tel. 321945

Etablissements BERRY

Bureau 213, Hall Hermès - Centre International Rogier - Tél. 18.69.28

BRUXELLES I



VENTILATEURS

centrifuges
et axiaux à pales orientables en marche, pour aérage des Mines et pour Centrales thermiques

Locomotives DIESEL

de 15 à 200 ch

Epurateurs Pneumatiques

pour Minerais, Produits de la Pierre, et Charbons

Ventilateurs d'aérage principal de Mines
BETHUNE (P. de C.)

LES LUBRIFIANTS SK POUR CABLES

Protègent les câbles d'acier contre la corrosion et l'usure

* résistants, adhérants, insensibles aux pressions et à l'eau
* excellente protection anti-corrosive en milieu agressif
* se fixent parfaitement sur le lubrifiant préexistant
* ne coulent pas sous l'effet de la chaleur : restent souples à basse température
* suivant besoins : film lubrifiant sec et ne souillant pas
  film anti-érosion et anti-dérappant
* le film lubrifiant ne vieillit ni ne durcit
* ne propagent pas le feu : ne brûle qu'au contact direct et continu d'une flamme
* graissage d'entretien rapide et efficace sans préchauffage
* consommation réduite : longue vie des câbles

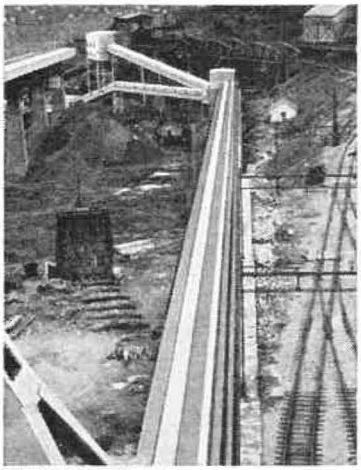
Références et documentation vous seront remises avec plaisir sur demande, ainsi que la liste des câbleries utilisant les graisses S. K. à l'imprégnation.

Demandez également notre documentation sur la NON-FLUID-OIL NR pour matériel pneumatique.

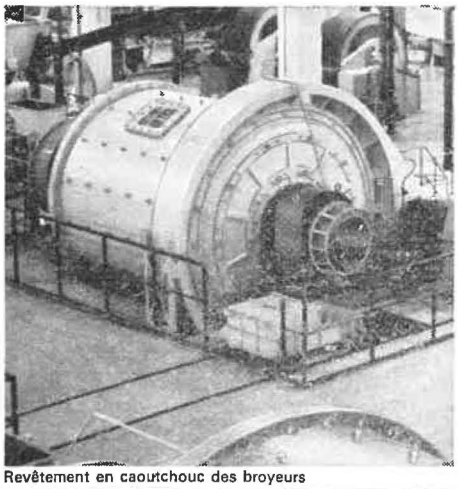
Importateurs :

S.P.R.L. ELBE P.V.B.A.
Lubrifiants — Smeerstoffen
192, rue Van Soust straat, ANDERLECHT
TEL. : (02) 21.00.15 (3 l.)

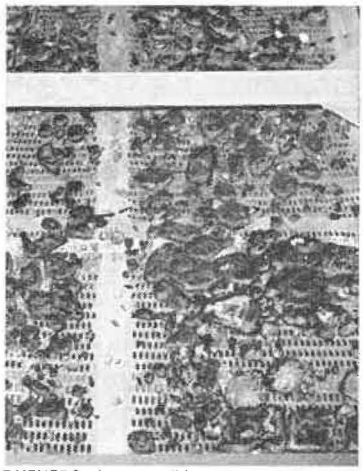
ELBÉ



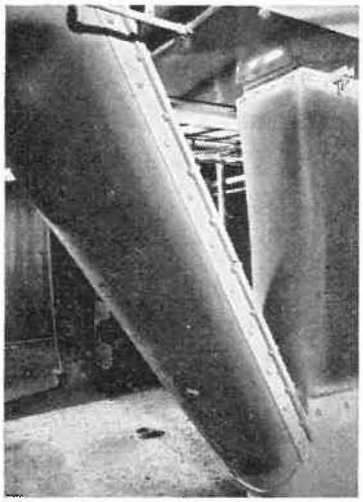
Bandes transporteuses



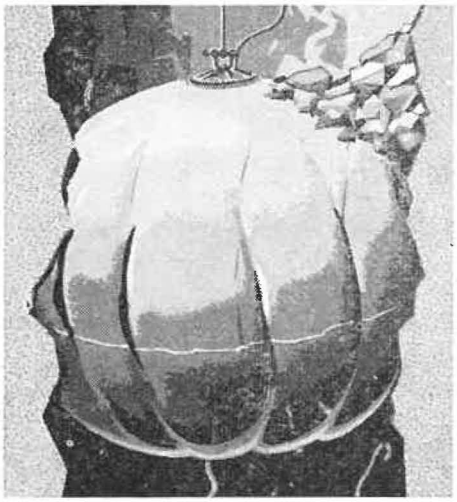
Revêtement en caoutchouc des broyeurs



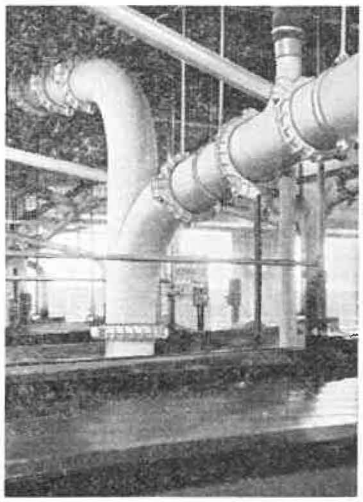
DUENERO plateaux-cribleurs en caoutchouc



TRELLEX caoutchouc antiabrasion



Ballons de gallerie



TRELLPIPE tube d'acier à revêtement intérieur en caoutchouc

Trelleborg

spécialiste en caoutchouc pour mines et carrières

Trelleborg, un des plus importants manufacturiers européens du caoutchouc, est devenu le spécialiste des mines et carrières.
Un grand nombre d'années d'étroite collaboration avec les principales mines mondiales ont permis de mettre au point des caoutchoucs dont la qualité dominante est la résistance à l'abrasion. Ces caoutchoucs sont largement utilisés dans les mines et carrières où l'abrasion est un facteur important des frais d'exploitation. Ce caoutchouc est le »lascar« de la famille des caoutchoucs Trelleborg. Il est utilisé comme revêtements, blindage de broyeurs, plateau cribleur, pour les bandes transporteuses ainsi que pour d'au tres équipements soumis à une forte abrasion.

MINING WORLD BLUE RIBBON EQUIPMENT AWARD WORLD MINING

... for technological achievement in equipment development for the world minerals industry.

TRELLEBORG

TRELLEBORGS GUMMIFABRIKS AB • TRELLEBORG • SUEDE

principal spécialiste en caoutchouc pour les mines et carrières

HUSQVARNA PRODUITS SUEDOIS S.A. - 13, RUE DE CANAL - BRUXELLES 1

CRIBLA S.A.

12, boulevard de Berlaimont, BRUXELLES 1

Tél. 18.47.00 (6 lignes)

MANUTENTION - PREPARATION

MINERAI - CHARBON
COKE - CIMENT - etc.

ENTREPRISES GENERALES

mines - carrières - industrie

ETUDES ET INSTALLATIONS INDUSTRIELLES COMPLETES

COMPAGNIE AUXILIAIRE DES MINES

Société Anonyme

26, rue Egide Van Ophem, BRUXELLES 18

Téléphones : 44.27.05 - 44.67.14

Reg. du Com. Bruxelles : 580

✖

ECLAIRAGE DE SURETE POUR MINES

Lampes de mineurs, à main et au casque - Lampes électropneumatiques - Lampes de signalisation à téléphone - Armatures antigrisouteuses.

EXPLOSIMETRES - GRISOUMETRES
FLASH ELECTRONIQUES

ECLAIRAGE PUBLIC ET INDUSTRIEL

Luminaires sur poteaux, potence et câble - Lanternes et Plafonniers - Armatures résistant aux acides - Armatures étanches.

INCANDESCENCE - FLUORESCENCE
VAPEUR DE MERCURE - SODIUM

BUREAU D'ETUDES INDUSTRIELLES FERNAND COURTOY

S. A.

43, RUE DES COLONIES - BRUXELLES 1

Tél. : 12.16.38 - 12.30.85 (10 lignes)

INGENIEUR-CONSEIL INDEPENDANT

PRES DE 50 ANNEES D'EXPERIENCE

ETUDES ET PROJETS

DANS LES DIVERS DOMAINES
DE LA TECHNIQUE

B.E.I.

ELECTRICITE
MECANIQUE
THERMIQUE
GENIE CIVIL

ORGANISATION
EXPERTISES
E S S A I S
RECEPTIONS

Forages jusqu' à 2.500 m

Puits pour le captage d'eau

Rabattement de la nappe aquifère

Boringen tot 2500 m

Waterputten

Droogzuigingen

N.V. SMET S.A.

DESSEL

TEL. 014-373.71 (5 L)

Filtres à air comprimé, à eau, à gaz

« SCHUMACHER »

Filtres automatiques pour air conditionné

« OZONAIR »

Vannes à flotteur, purgeurs, vannes à commande pneumatique et électromagnétique, régulateurs de niveau

« SCHNEIDER & HELMECKE »

Anneaux Raschig et autres corps de remplissage en tous matériaux

« DR. F. RASCHIG »

Agents exclusifs :

S.A. « R. I. P. I. »

34a, avenue Bel Air - Bruxelles 18

Tél. 43.71.29

«BACHARACH» USA

Tous les appareils de mesure de combustion « **FYRITE** », et de conditionnement d'air. — Enregistreur de température et HR — Mesure CO - CO2 - O2. — Indicateur de colmatage des filtres à air, etc...

« MONARCH » USA

Gicleurs pour toutes industries et accessoires pour brûleurs.

« NOVADIS » SUISSE

Jauge pneumatique pour contrôle à distance des réservoirs.

« PHOTRONIC » ANGLETERRE

Contrôle permanent, de la densité des fumées en o/o par cellule photoélectrique avec système d'alarme, et enregistreur.

« REGULAUTO » FRANCE

Thermostats – aquastats – airstats — pressostats — humidostats déperditeur extérieur, et électrovanne de radiateur commandé par thermostat de chambre — Electrovannes diverses et en verre Pyrex, à 2, 3 et 4 voies — Stabilisateur de tirage **MODERATOR**. Sécurité de gaz par thermocouple. — Interrupteur pneumatique 0 à 5 min. 6 Amp à encastrer ou en saillie.

« SAFAG » SUISSE

Pompes à engrenages haute pression, régulateurs de pression, moto-pompes pour commande hydraulique en machine outils.

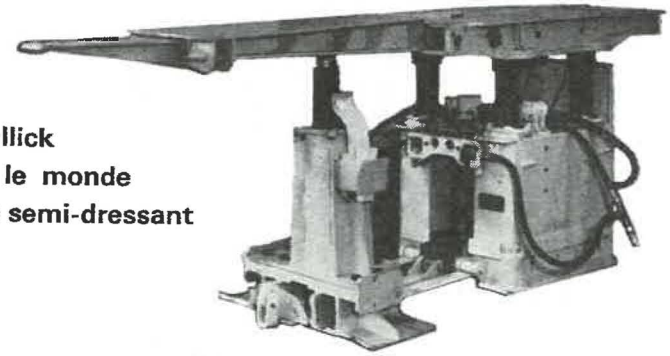
« SPIRAFILTRE »

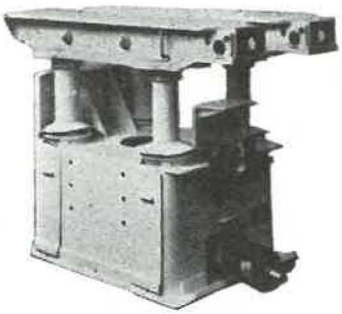
ne se colmate pas, pour tout usage.

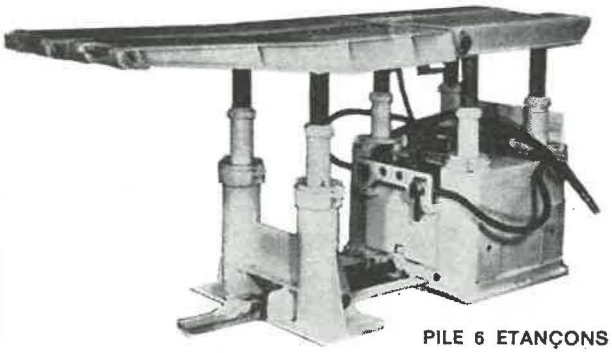
Ets Roger Stocker

154, AVENUE DE FLORÉAL - BRUXELLES 18 - TÉL. 02/44.79.60

30.000 piles Gullick
en service dans le monde
en plateure et en semi-dressant







PILE 5 ETANÇONS :

Elle marque une étape importante dans l'évolution du soutènement.

Sécurité accrue :

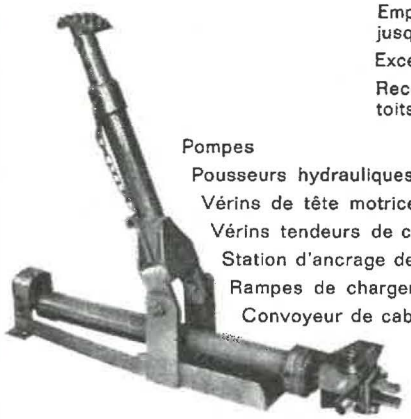
— portance 250 tonnes
— protection du personnel
— soutien du toit jusqu'au front de taille

PILE 4 ETANÇONS :

La première pile dont l'emploi s'est généralisé en taille
Construction robuste
Entretien réduit
Portance élevée
Manœuvre aisée

PILE 6 ETANÇONS :

Employée en couche puissante jusqu'à 3 m.
Excellente couverture du toit
Recommandée pour des toits difficiles.



Pompes
Pousseurs hydrauliques
Vérins de tête motrice
Vérins tendeurs de câble
Station d'ancrage de tête motrice
Rampes de chargement pour blindé
Convoyeur de cable type Bretby

ATELIERS et CHANTIERS de la MANCHE

DIEPPE

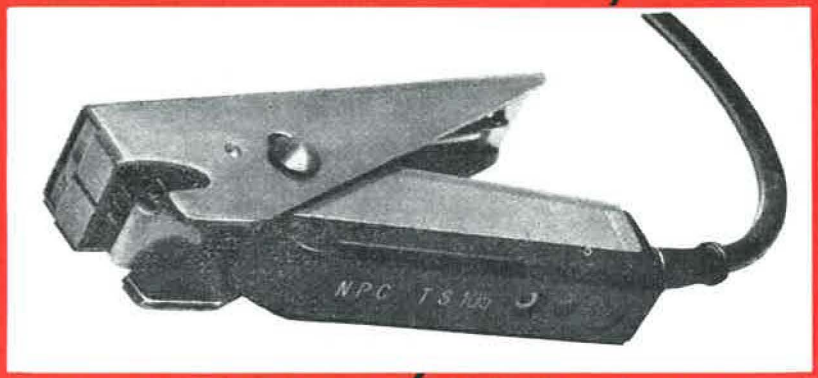
LICENCE GULLICK FRANCE BELGIQUE

Moins d'un an après la mise sur marché de la

PRISE A PICOTS T. S. 105

la 1000ème vient d'être livrée

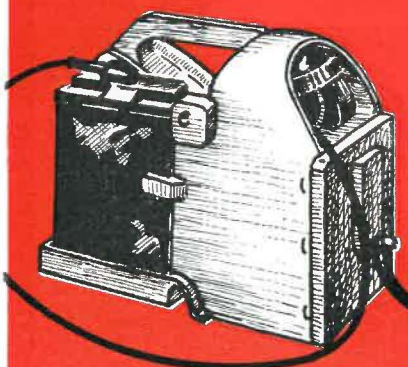
Corps : Tout Uginox et Rilsan
Porte-picots : Macrolon



LA PRISE A PICOT T.S. 105 PERMET LE BRANCHEMENT INSTANTANÉ

D'UN GÉNÉPHONE

OU DE TOUT APPAREIL BASSE TENSION



EN N'IMPORTE QUEL POINT D'UNE LIGNE

LIAISONS TÉLÉPHONIQUES - CIRCUITS DE SURVEILLANCE
BRANCHEMENT DE BALADEUSE, PETIT OUTILLAGE...

MINES • CHANTIERS • INDUSTRIE

Robuste • Pratique • Économique • Sûre

SEA
SOCIÉTÉ D'ÉLECTRONIQUE ET D'AUTOMATISME
17, Rue du Moulin des Bruyères - COURBEVOIE (Seine) - France
Téléphone : 333-41-20
SEA

Agent exclusif auprès des Charbonnages de Belgique · Ets BEAUPAIN, 105, rue de Serbie - Liège

ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE

Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, 7, boulevard Frère-Orban — TEL. (04)32.21.98

Renseignements statistiques - Statistische inlichtingen — A. Houberechts : L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines en 1964 — H. Labasse : Les pressions et les mouvements de terrains dans les mines de houille — O. de Crombrugghe et J. Kerremans : Treuil de burquin à commande hydrostatique - Binnenschachtlier met hydrostatische aandrijving — Matériel minier - Mijnmateriaal — Inichar : Revue de la littérature technique — Bibliographie.

JUIN 1965 Mensuel — N° 6 — Maandelijks **JUNI 1965**

COMITE DE PATRONAGE

MM. H. ANCIAUX, Inspecteur général honoraire des Mines, à Wemmel.
L. BRACONIER, Administrateur Délégué-Directeur de la S.A. des Charbonnages de la Grande Bacnure, à Liège.
L. CANIVET, Président Honoraire de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Bruxelles.
P. CULOT, Président de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Mons.
P. DE GROOTE, Ancien Ministre, Commissaire Européen à l'Energie Atomique.
L. DEHASSE, Président d'Honneur de l'Association Houillère du Couchant de Mons, à Bruxelles.
M. DE LEENER, Président du Conseil d'Administration de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.
A. DELMER, Secrétaire Général Honoraire du Ministère des Travaux Publics, à Bruxelles.
N. DESSARD, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
P. FOURMARIER, Professeur émérite de l'Université de Liège, à Liège.
L. JACQUES, Président de la Fédération de l'Industrie des Carrières, à Bruxelles.
E. LEBLANC, Président d'Honneur de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Bruxelles.
J. LIGNY, Président de l'Association Charbonnière des Bassins de Charleroi et de la Basse-Sambre, à Marcinelle.
A. MEYERS (Baron), Directeur Général Honoraire des Mines, à Bruxelles.
G. PAQUOT, Président de l'Association Charbonnière de la Province de Liège, à Liège.
M. PERIER, Président de la Fédération de l'Industrie du Gaz, à Bruxelles.
P van der REST, Président du Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges, à Bruxelles.
J. VAN OIRBEEK, Président de la Fédération des Usines à Zinc, Plomb, Argent, Cuivre, Nickel et autres Métaux non ferreux, à Bruxelles.
C. VESTERS, Président de l'Association Charbonnière du Bassin de la Campine, à Waterschei.

BESCHERMEND COMITE

HH. H. ANCIAUX, Ere Inspecteur Generaal der Mijnen, te Wemmel.
L. BRACONIER, Afgevaardigde-Beheerder-Directeur van de N.V. «Charbonnages de la Grande Bacnure», te Luik.
L. CANIVET, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Brussel.
P. CULOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Westen van Bergen, te Bergen.
P. DE GROOTE, Oud-Minister, Europees Commissaris voor Atoomenergie.
L. DEHASSE, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Westen van Bergen, te Brussel.
M. DE LEENER, Voorzitter van de Bedrijfsfederatie der Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in België, te Brussel.
A. DELMER, Ere-Secretaris Generaal van het Ministerie van Openbare Werken, te Brussel.
N. DESSARD, Ere-Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van de Provincie Luik, te Luik.
P. FOURMARIER, Emeritus Hoogleraar aan de Universiteit van Luik, te Luik.
L. JACQUES, Voorzitter van het Verbond der Groeven, te Brussel.
E. LEBLANC, Ere-Voorzitter van de Associatie der Kempische Steenkolenmijnen, te Brussel.
J. LIGNY, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van het Bekken van Charleroi en van de Beneden Samber, te Marcinelle.
A. MEYERS (Baron), Ere-Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel.
G. PAQUOT, Voorzitter van de Vereniging der Kolenmijnen van de Provincie Luik, te Luik.
M. PERIER, Voorzitter van het Verbond der Gasnijverheid, te Brussel.
P. van der REST, Voorzitter van de « Groupement des Hauts Fourneaux et Aciéries Belges », te Brussel.
J. VAN OIRBEEK, Voorzitter van de Federatie der Zink-, Lood,-, Zilver-, Koper-, Nikkel- en andere non-ferro Metalenfabrieken, te Brussel.
C. VESTERS, Voorzitter van de Associatie der Kempische Steenkolenmijnen, te Waterschei.

COMITE DIRECTEUR

MM. A. VANDENHEUVEL, Directeur Général des Mines, à Bruxelles, Président.
P. STASSEN, Directeur de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, à Liège, Vice-Président.
P. DELVILLE, Directeur Général de la Société « Evence Coppée et Cie », à Bruxelles.
C. DEMEURE de LESPAUL, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université Catholique de Louvain, à Sirault.
H. FRESON, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles.
P. GERARD, Directeur Divisionnaire des Mines, à Hasselt.
H. LABASSE, Professeur d'Exploitation des Mines à l'Université de Liège, à Liège.
J.M. LAURENT, Directeur Divisionnaire des Mines, à Jumet.
G. LOGELAIN, Inspecteur Général des Mines, à Bruxelles.
P. RENDERS, Directeur à la Société Générale de Belgique, à Bruxelles.

BESTUURSCOMITE

HH. A. VANDENHEUVEL, Directeur Generaal der Mijnen, te Brussel, Voorzitter.
P. STASSEN, Directeur van het Nationaal Instituut voor de Steenkolennijverheid, te Luik, Onder-Voorzitter.
P. DELVILLE, Directeur Generaal van de Vennootschap « Evence Coppée et Cie », te Brussel.
C. DEMEURE de LESPAUL, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Katholieke Universiteit Leuven, te Sirault.
H. FRESON, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
P. GERARD, Divisiedirecteur der Mijnen, te Hasselt.
H. LABASSE, Hoogleraar in de Mijnbouwkunde aan de Universiteit Luik, te Luik.
J.M. LAURENT, Divisiedirecteur der Mijnen, te Jumet.
G. LOGELAIN, Inspecteur Generaal der Mijnen, te Brussel.
P. RENDERS, Directeur bij de « Société Générale de Belgique », te Brussel.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

No 6 — Juin 1965

ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE

Nr 6 — Juni 1965

Direction-Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie-Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

LIEGE, 7, boulevard Frère-Orban - TEL. 32.21.98

Sommaire — Inhoud

Renseignements statistiques belges et des pays limitrophes 802

Statistische inlichtingen van België en aangrenzende landen 802

A. HOUBERECHTS : L'activité de l'institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1964 . 807

H. LABASSE : Les pressions de terrains dans les mines de houille — Les mouvements de terrains (suite) 837

O. de CROMBRUGGHE et J. KERREMANS : Treuil de burquin à commande hydrostatique . 861
Binnenschachtlier met hydrostatische aandrijving 861

MATERIEL MINIER (Notes rassemblées par INICHAR) :
Système de chargement rapide des déblais — Prototype de rabot fortement percutant — Haveuse à disque réglable en hauteur — Tambour de haveuse avec guidage du charbon — Machine à creuser les niches Muniko, première application en Ruhr — Convoyeur répartiteur suspendu — Dispositif de protection au point de déchargement des convoyeurs — Améliorations dans l'emploi du monorail 923

MIJNMATERIAAL (Nota's verzameld door INICHAR) :
Systeem voor het snel laden van stenen — Prototype van een schaaf met verhoogde slagkracht — Trommelondersnijmachine met regelbare snijhoogte — Ondersnijtrommel met geleiding van de kolen — Machine Muniko voor het delven van nissen, eerste toepassing in de Ruhr — Zwevende laadpantserketting — Beschermingsapparaat aan het overlaadpunt van transportbanden — Verbeteringen in het gebruik van de monorail 923

INICHAR : Revue de la littérature technique 947

Bibliographie 965

Reproduction, adaptation et traduction autorisées en citant le titre de la Revue, la date et l'auteur.

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES
BRUXELLES 5 • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • BRUSSEL 5
Rue Borrens, 37-41 - Borrensstraat — TEL. 48.27.84 - 47.38.52

BASSINS MINIERS / MIJNBEKKENS — Périodes / Perioden	Production nette / Netto-produktie t	Consomm. propre et Fournit. au pers. Eigen verbr. en levering aan het pers. (4)	Stocks / Voorraden t	Jours ouvrés / Gewerkte dagen	PERSONNEL — PERSONEEL: Nombre d'ouvriers / Aantal arbeiders: Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Indices - Indices: Taille Pijler	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Rendement (kg) / Rendement (kg): Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Présences (1) / Aanwez. (%): Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Mouvem. main-d'œuvre / Werkkrachten schomm.: Belges Belgen	Etrangers Vreemdel.	Total Totaal	Grisou capté et valorisé / Opgevangen en gevaloriseerd mijngas m³ à 8.500 kcal 0° C - 760 mm Hg
Borinage-Centre - Borinage-Centrum	243.900	15.535	277.871	21,86	7.031	9.358	0,247	0,633	0,862	1.580	1.160	77,50	80,35	— 11	+ 97	+ 86	1.433.811
Charleroi - Charleroi	461.071	37.628	302.984	21,75	13.211	18.141	0,269	0,648	0,915	1.544	1.092	82,94	84,30	+ 37	+ 241	+ 278	3.126.480
Liège - Luik	264.765	27.584	154.019	21,25	9.872	13.160	0,327	0,836	1,127	1.196	888	84,13	85,70	— 31	+ 139	+ 108	—
Kempen - Campine	840.564	49.106	646.002	21,00	21.696	27.929	0,198	0,599	0,773	1.670	1.294	89,16	90,55	— 54	+ 181	+ 127	1.083.062
Le Royaume - Het Rijk	1.810.300	129.853	1.380.876	21,36	51.799	68.599	0,241	0,650	0,873	1.537[3])	1.146[3])	84,98	86,55	— 59	+ 658	+ 599	5.643.353(2)
1964 Octobre - Oktober	1.826.030	132.570	1.384.499	22,07	51.404	68.426	0,238	0,648	0,876	1.544	1.141	84,09	85,94	— 194	+ 892	+ 698	5.615.502(2)
Septembre - September	1.763.946	122.180	1.379.472	22,01	50.208	67.236	0,240	0,650	0,884	1.537	1.131	83,61	85,68	— 277	+ 619	+ 342	5.339.842(2)
1963 Novembre - November	1.854.702	126.988	480.503	21,59	50.754	68.784	0,214	0,611	0,835	1.618	1.176	84,32	86,30	— 95	+ 629	+ 534	6.180.736(2)
M.M.	1.784.827	123.384	454.006	21,60	48.966	67.113	0,214	0,614	0,858	1.629	1.166	83,14	85,22	— 265	+ 237	— 28	5.721.228
1962 M.M.	1.768.804	124.240	1.350.544	21,56	52.028	71.198	0,224	0,610	0,853	1.624	1.156	81,17	83,82	— 411	+ 2	— 409	5.848.183
1961 M.M.	1.794.661	143.935	4.378.050	21,40	45.571	63.935	0,246	0,649	0,916	1.541	1.092	80,82	83,62	— 356	— 550	— 906	5.691.675
1960 id.	1.872.443	176.243	6.606.610	20,50	51.143	71.460	0,268	0,700	0,983	1.430	1.018	81,18	83,70	— 753	— 745	—1498	5.702.727
1959 id.	1.896.397	237.309	7.494.140	18,73	59.035	81.701	0,31	0,79	1,10	1.262	907	85,35	87,24	— 739	— 825	—1564	7.199.477
1958 id.	2.255.186	258.297	6.928.346	21,27	76.964	104.669	0,34	0,87	1,19	1.153	842	85,92	87,80	— 141	— 802	— 943	8.113.307
1956 id.	2.455.079	254.456	179.157	23,43	82.537	112.943	0,35	0,86	1,19	1.156	838	84,21	86,29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1954 id.	2.437.393	270.012	2.806.020	24,04	86.378	124.579	0,38	0,91	1,27	1.098	787	83,53	85,91	— 63	— 528	— 591	4.604.060
1948 id.	2.224.261	229.373	840.340	24,42	102.081	145.366	—	1,14	1,64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 id.	2.465.404	205.234	2.227.260	24,20	91.945	131.241	—	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 id.	1.903.466	187.143	955.890	24,10	105.921	146.084	—	1,37	1,89	731	528	—	—	—	—	—	—
1965 Semaine du 21 au 27-6 / Week van 21 tot 27-6	391.506	—	1.997.521	5,00	47.206	63.976	—	0,612	0,837	1.634	1.195	79,00	82,00	—	—	— 106	—

N. B. — (1) Absences individuelles seulement. — Enkel individuële afwezigheid.
(2) Dont environ 5 % non valorisés. — Waarvan ongeveer 5 % niet gevaloriseerd.
(3) Maîtrise et surveillance non comprises les rendements atteignent : Fond : 1.701 ; Fond et surface : 1.255. — Zonder het meester- en toezichtspersoneel bereiken de rendementen : Ondergrond : 1.701 ; Onder- en bovengrond : 1.255.
(4) Sans le charbon transformé en électricité fourni à des tiers. — Zonder de steenkool in elektriciteit omgevormd en aan derden geleverd.

BELGIQUE — FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES — NOVEMBRE 1964
BELGIE — LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHEIDENE ECONOMISCHE SECTORS t — NOVEMBER 1964

PERIODES / PERIODEN	Secteur domestique / Huiselijke sector en kleinbedrijf	Administrations publiques / Openbare diensten	Cokeries / Cokesfabrieken	Fabriques d'agglomérés / Agglomeratenfabr.	Centrales électriques / Elektrische centrales	Sidérurgie / IJzer- en staalnijverheid	Construct. métall. / Metaalconstr.-bedrijven	Métaux non ferreux / Non-ferro metalen	Ind. chimique / Chemische nijverh.	Chemins de fer et Vicinaux / Spoor- en Buurtspoorwegen	Textiles / Textielnijverheid	Industrie alim. / Voedingsnijverheid	Mat. de constr., verre, céramique / Bouwmater., glas, keramiek	Cimenteries / Cementbedrijven	Papeteries / Papiernijverheid	Autres industries / Andere bedrijven	Exportation / Uitvoer	Total du mois / Tot. v. d. maand
1964 Novembre - November	213.703	14.845	569.465	104.946	363.781	6.319	9.163	18.703	12.750	22.689	2.017	18.019	24.635	54.347	7.885	12.732	187.310	1.643.309
Octobre Oktober	246.935	9.180	568.033	95.927	346.997	9.175	9.339	20.301	15.893	21.975	2.552	12.975	25.698	59.193	9.243	13.954	166.507	1.633.897
Septembre - September	232.425	7.333	540.454	93.217	318.721	7.218	6.053	19.741	14.052	21.912	1.240	10.952	25.493	62.267	8.431	11.673	156.371	1.537.554
1963 Novembre - November	301.234	16.282	530.889	158.291	253.087	9.128	7.584	25.358	14.856	27.649	4.093	13.123	23.938	72.662	12.239	20.393	164.213	1.655.020
M.M.	300.893	15.952	550.211	149.315	271.797	9.759	8.376	19.453	22.480	35.888	3.714	15.319	23.929	59.790	13.213	14.933	155.655	1.670.677
1962 M.M.	278.231	13.871	597.719	123.810	341.233	8.112	10.370	21.796	23.376	45.843	3.686	17.082	26.857	65.031	13.549	20.128	223.832	1.834.526
1961 M.M.	260.895	13.827	608.290	92.159	344.485	8.240	8.989	33.515	22.660	54.590	6.120	18.341	29.043	61.957	13.381	22.202	237.800	1.836.494
1960 M.M.	266.847	12.607	619.271	84.395	308.910	11.381	8.089	28.924	18.914	61.567	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.770.641
1959 M.M.	255.365	13.537	562.701	78.777	243.019	10.245	7.410	24.783	25.216	64.286	4.890	17.478	38.465	45.588	13.703	26.685(1)	179.876	1.612.024
1958 M.M.	264.116	12.348	504.042	81.469	174.610	10.228	8.311	24.203	23.771	72.927	5.136	22.185	41.446	32.666	14.885	18.316(1)	226.496	1.537.155
1956 M.M.	420.304	15.619	599.722	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	32.328(1)	353.828	2.224.332
1952 M.M.	480.657	14.102	708.921(1)		275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669

N. B. — (1) Y compris le charbon fourni aux usines à gaz. — Daarin begrepen de steenkolen aan de gasfabrieken geleverd.

BELGIQUE-BELGIE — COKERIES — COKESFABRIEKEN — NOVEMBRE-NOVEMBER 1964

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Fours en activité Ovens in werking: Batteries Batterijen	Fours Ovens	Charbon - Steenkolen (t) Reçu - Ontv.: Belge Inheemse	Etranger Uitheemse	Enfourné In de oven gebracht	Huiles combustibles Stookolie (t)	COKE - COKES (t) Production - Produktie: Gros cokes Dikke cokes > 80 mm	Autres Andere	Total Totaal	Consomm. propre Eigen verbruik	Livr. au personnel Levering aan pers.	Débit - Afzet: Secteur domest. Huis. sector en kleinbedrijf	Admin. publ. Openb. dienst.	Sidérurgie Ijzer- en staalnijverheid	Centr. électr. Elektr. centr.	Chemins de fer Spoorwegen	Autres secteurs Andere sectors	Exportation Uitvoer	Total Totaal	Stock fin mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Te werk gestelde arb.
Minières - V. mijnen	8	228	127.495	11.222	134.606	193	77.932	24.575	102.507	75	732	—	—	—	—	—	—	—	—	22.725	765
Sidér. - V. staalfabr.	32	1.118	393.949	191.109	580.370	18	372.838	75.619	448.457	60	5.772	—	—	—	—	—	—	—	—	70.275	2.412
Autres - Andere . .	8	225	27.053	75.842	109.596	125	51.847	31.643	83.490	1.004	415	—	—	—	—	—	—	—	—	85.579	805
Royaume - Rijk . . .	48	1.571	548.497	278.173	824.572	336	502.617	131.837	634.454	1.139	6.919	19.649	1.481	498.173	218	1.880	52.837	70.806	645.044	178.579	3.982
1964 Oct. - Okt. . .	48	1.571	572.647	264.837	847.971	383	515.128	135.794	650.922	775	7.838	15.655	1.331	516.756	79	1.284	52.851	80.117	668.073	197.227	3.980
Sept. - Sept. .	48	1.570	515.111	283.492	808.518	387	489.437	129.460	618.897	303	6.818	11.977	1.108	507.575	48	2.417	47.014	65.382	635.521	222.991	3.976
1963 Nov. - Nov. .	47	1.557	521.965	278.393	767.784	1.298	463.681	129.316	592.997	2.261	6.042	10.003	1.631	455.765	43	185	45.727	56.692	570.046	165.400	4.136
M.M.	47	1.561	537.432	254.416	779.546	1.153	469.131	131.231	600.362	6.274	5.994	16.368	2.766	461.484	431	2.223	50.291	60.231	593.794	147.877	4.109
1962 M.M.	49	1.581	581.012	198.200	778.073	951	481.665	117.920	599.585	6.159	5.542	14.405	2.342	473.803	159	1.362	46.384	53.450	591.905	217.789	4.310
1961 M.M.	49	1.612	594.418	180.303	777.477	26.422(1)	475.914	124.904	600.818	5.964	4.877	11.308	2.739	452.985	323	1.041	52.213	72.680	593.289	265.942	3.775
1960 M.M.	51	1.668	614.508	198.909	811.811	23.059(1)	502.323	124.770	627.093	7.803	5.048	12.564	2.973	468.291	612	1.234	49.007	82.218	616.899	269.877	3.821
1959 M.M.	50	1.658	553.330	225.350	774.839	9.249(1)	446.817	154.600	601.417	8.720	5.244	11.064	2.592	453.506	2.292	1.151	45.020	70.595	586.220	291.418	3.925
1958 M.M.	47	1.572	504.417	233.572	744.869	495	467.739	107.788	575.527	9.759	5.445	11.030	3.066	423.137	2.095	1.145	41.873	74.751	557.097	276.110	3.980
1956 M.M.	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(1)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538	5.003	433.510	1.918	2.200	56.636	76.498	591.308	87.208	4.137
1954 M.M.	42	1.444	479.201	184.120	663.321	5.813(1)	407.062	105.173	512.235	15.639	2.093	14.177	3.327	359.227	3.437	1.585	42.996	73.859	498.608	127.146	4.270
1948 M.M.	47	1.510	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 M.M.	56	1.669	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 M.M.	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

N. B. — (1) En hl. - In hl.

BELGIQUE-BELGIE — COKERIES — COKESFABRIEKEN — NOVEMBRE 1964 — NOVEMBER 1964

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Gaz - Gas 1.000 m³, 4.250 kcal, 0° C, 760 mm Hg: Production Produktie	Consomm. propre Eigen verbruik	Débit - Afzet: Synthèse Ammon. fabr.	Sidérurgie Staalnijverh.	Autres industr. Andere nijverh.	Distrib. publ. Stadsgas	Sous-produits Bijprodukten (t): Goudron brut Ruwe teer	Ammoniaque Ammoniak	Benzol
Minières - Van mijnen	49.135	21.122	27.562	—	824	14.740	3.758	1.105	1.260
Sidérurg. - V. staalfabrieken .	201.542	99.015	40.204	73.616	4.314	46.909	16.233	4.762	3.604
Autres - Andere	39.343	17.296	13.233	—	1.077	15.126	3.521	903	978
Le Royaume - Het Rijk . . .	290.020	137.433	80.999	73.616	6.215	76.775	23.512	6.770	5.842
1964 Octobre - Oktober . . .	298.142	139.993	86.062	77.272	6.037	77.698	24.540	7.301	6.022
Septembre - September . .	282.444	132.197	80.556	75.100	6.166	71.351	23.529	7.049	5.490
1963 Novembre - November .	270.449	126.762	76.032	64.381	4.703	76.665	23.012	6.246	5.389
M.M.	279.437	128.124	73.628	66.734	5.166	82.729	23.070	6.374	5.321
1962 M.M.	280.103	128.325	69.423	67.162	7.589	82.950	23.044	6.891	5.239
1961 M.M.	274.574	131.894	71.334	63.184	8.869	76.584	22.451	6.703	5.619
1960 M.M.	283.038	133.434	80.645	64.116	12.284	77.950	22.833	7.043	5.870
1959 M.M.	268.123	126.057	82.867	57.436	7.817	73.576	21.541	6.801	5.562
1958 M.M.	259.453	120.242	81.624	53.568	6.850	71.249	20.867	6.774	5.648
1956 M.M.	267.439	132.244	78.704	56.854	7.424	72.452	20.628	7.064	5.569
1954 M.M.	233.182	135.611	69.580	46.279	5.517	68.791	15.911	5.410	3.624
1948 M.M.	105.334	—	—	—	—	—	16.053	5.624	4.978
1938 M.M.	75.334	—	—	—	—	—	14.172	5.186	4.636

BELGIQUE-BELGIE — FABRIQUES D'AGGLOMERES — AGGLOMERATENFABRIEKEN — NOVEMBRE 1964 — NOVEMBER 1964

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Production - Produktie (t): Boulets Eierkolen	Briquettes Briketten	Total Totaal	Consommation propre Eigen verbruik (t)	Livraisons au personnel Lever. aan het personeel (t)	Mat. prem. Grondstoffen (t): Charbon Steenkool	Brai Pek	Ventes et cessions Verkocht en afgestaan (t)	Stock fin du mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeid.
Min. - V. mijn.	97.572	9.847	107.419	—	—	—	—	—	—	—
Indép. - Onafh.	2.410	—	2.410	—	—	—	—	—	—	—
Royaume - Rijk	9.982	9.847	109.829	2.745	25.501	104.617	8.659	79.388	54.185	517
1964 Oct. - Okt.	91.087	9.361	100.448	2.528	24.986	96.195	8.018	71.903	51.990	—
Sept - Sept.	88.674	8.943	97.617	1.909	17.749	93.329	7.686	76.982	50.966	508
1963 Nov. - Nov.	201.539	13.431	214.970	3.265	22.272	204.352	17.039	190.033	6.629	687
M.M. . . .	178.499	13.113	191.612	3.337	19.390	182.333	15.148	168.778	5.763	—
1962 M.M. . . .	119.386	14.134	133.520	2.920	16.708	127.156	10.135	114.940	5.315	577
1961 M.M. . . .	81.419	15.516	96.935	2.395	12.755	91.880	7.623	82.896	17.997	449
1960 M.M. . . .	77.240	17.079	94.319	2.282	12.191	84.464	7.060	77.103	32.920	473
1959 M.M. . . .	66.244	17.236	83.480	2.597	12.028	77.942	6.304	68.237	61.236	479
1958 M.M. . . .	65.877	20.525	86.402	3.418	12.632	81.517	6.335	66.907	62.598	495
1956 M.M. . . .	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	133.542	4.684	647
1954 M.M. . . .	75.027	39.829	114.856	4.521	10.520	109.189	9.098	109.304	11.737	589
1948 M.M. . . .	27.014	53.834	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563
1938 M.M. . . .	39.742	102.948	142.690	—	—	129.797	12.918	—	—	873
1913 M.M. . . .	—	—	217.387	—	—	197.274	—	—	—	1161

BELGIQUE **BOIS DE MINE** **BRAI** NOVEMBRE 1964
BELGIE **MIJNHOUT m³** **PEK t** NOVEMBER 1964

PERIODE	Quantités reçues Ontvangen hoeveelheden: Orig. indig. Inh. oorspr.	Importations Invoer	Total Totaal	Consomm. totale Totaal verbruik	Stock fin du mois Voorr. einde maand	Quantités reçues Ontvangen hoeveelheden: Orig. indig. Inh. oorspr.	Importations Invoer	Total Totaal	Consomm. totale Totaal verbruik	Stock fin du mois Voorr. einde maand	Exportations Uitvoer
1964 Nov. - Nov.	35.671	—	35.671	45.157	207.684	6.675	4.981	11.654	8.659	82.983	281
Oct. - Okt.	42.942	—	42.942	44.222	218.017	6.774	4.751	11.525	8.018	79.988	241
Sept. - Sept.	50.941	—	50.941	44.876	220.489	6.340	1.609	7.949	7.686	76.481	241
1963 Nov. - Nov.	46.572	—	46.572	46.780	236.291	6.016	9.510	15.526	17.039	24.887	3.405
M.M.	44.249	15	44.264	44.540	229.138	9.082	6.969	16.051	15.148	30.720	2.218
1962 M.M.	49.883	42	49.925	45.325	235.268	8.832	1.310	10.142	10.135	19.963	(c)
1961 M.M.	44.823	—	44.823	47.414	188.382	7.116	451	7.567	7.516	19.887	3.984
1960 M.M.	43.010	674	43.684	50.608	242.840	5.237	37	5.274	7.099	22.163	3.501
1959 M.M.	46.336	2.904	49.240	56.775	346.640	3.342	176	3.518	6.309	44.919	2.314
1958 M.M.	50.713	7.158	57.871	71.192	448.093	3.834	3.045	6.879	6.335	78.674	2.628
1956 M.M.	72.377	17.963	90.340	78.246	655.544	7.019	5.040	12.059	12.125	51.022	1.281
1952 M.M.	73.511	30.608	104.119	91.418	880.695	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357	2.014

N. B. — (c) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE **METAUX NON-FERREUX** NOVEMBRE 1964
BELGIE **NON FERRO-METALEN** NOVEMBER 1964

PERIODE	Produits bruts - Ruwe produkten: Cuivre Koper (t)	Zinc Zink (t)	Plomb Lood (t)	Etain Tin (t)	Aluminium (t)	Antimoine, Cadmium, etc. Antim., Cadm., enz. (t)	Total Totaal (t)	Argent, or, platine, etc. Zilver, goud, platina, enz. (kg)	Demi-finis - Half pr.: Mét. préc. exc. Edele metalen uitgezonderd (t)	Argent, or, platine, etc. Zilv., goud, plat., enz. (kg)	Ouvriers occupés Te werk gestelde arbeiders
1964 Nov. - Nov.	26.284	18.496	5.900	527	305	301	51.813	33.919	28.098	2.068	18.202
Oct. - Okt.	25.244	17.974	6.459	514	310	306	50.807	37.744	33.660	1.617	18.008
Sept. - Sept.	24.524	17.611	6.207	474	272	320	49.408	36.352	31.448	2.103	17.746
1963 Nov. - Nov.	23.914	17.388	6.581	596	318	395	49.192	36.312	25.460	1.807	16.791
M.M.	22.620	17.194	8.203	701	296	368	49.382	33.606	24.267	1.579	16.671
1962 M.M.	18.453	17.180	7.763	805	237	401	44.839	31.947	22.430	1.579	16.461
1961 M.M.	18.465	20.462	8.324	540	155	385	48.331	34.143	22.519	1.642	17.021
1960 M.M.	17.648	20.630	7.725	721	231	383	47.338	31.785	20.788	1.744	15.822
1959 M.M.	15.474	18.692	7.370	560	227	404	42.727	31.844	17.256	1.853	14.996
1958 M.M.	13.758	18.014	7.990	762	226	325	41.075	27.750	16.562	2.262	15.037
1956 M.M.	14.072	19.224	8.521	871	228	420	43.336	24.496	16.604	1.944	15.919
1952 M.M.	12.035	15.956	6.757	850	557		36.155	23.833	12.729	2.017	16.227

N. B — Pour les produits bruts : moyennes trimestrielles mobiles. — Pour les demi-produits : valeurs absolues.
Voor de ruwe produkten : beweeglijke trimestriële gemiddelden. — Voor de half-produkten : volstrekte waarden.

BELGIQUE-BELGIE **SIDERURGIE**

PRODUCTION

PERIODE PERIODE	Hauts fourneaux en activité Hoogovens in werkng	Produits bruts Ruwe produkten: Fonte Gietijzer	Acier en lingots Staalblokken	Fer de masse Wolfijzer	Produits demi-finis Half-produkten: Pour relamin. belges Voor Belg. herwalsers	Autres Andere	Aciers marchands Handelstaal	Profilés Profielstaal	Rails et accessoires Spoorstaven en toebehoren
1964 Novembre - November	45	695.169	743.492	(3)	43.654	78.852	179.456	33.760	1.544
Octobre - Oktober	40	759.285	877.800	(3)	51.680	106.865	195.205	38.145	2.074
Septembre - September	46	707.883	778.291	(3)	45.616	97.717	185.699	40.635	2.422
1963 Novembre - November	45	586.071	630.012	(3)	58.120	42.289	172.425	27.826	3.791
M.M.	14	576.246	627.355	(3)	59.341	45.428	170.651	26.388	4.922
1962 M.M.	45	562.378	613.479	4.805	56.034	49.495	172.931	22.572	6.976
1961 M.M.	49	537.093	584.224	5.036	55.837	66.091	159.258	13.964	5.988
1960 M.M.	53	546.061	595.070	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5.337
1959 M.M.	50	497.287	534.136	5.394	153.278	44.863	147.226	16.608	6.449
1958 M.M.	49	459.927	500.950	4.939	45.141	52.052	125.502	14.668	10.536
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.315
1954 M.M.	47	345.424	414.378	3.278	109.559		113.900	15.877	5.247
				(1)					
1948 M.M.	51	327.416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9.853
1938 M.M.	50	202.177	184.369	3.508	37.839		43.200	26.010	9.337
1913 M.M.	54	207.058	200.398	25.363	127.083		51.177	30.219	28.489

N. B. — (1) Fers finis - Afgewerkt ijzer. — (2) Tubes soudés - Gelaste pijpen. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE **IMPORTATIONS-EXPORTATIONS** NOVEMBRE 1964
BELGIE **IN- EN UITVOER** NOVEMBER 1964

Importations - Invoer (t)						Exportations - Uitvoer (t)			
Pays d'origine Land van herkomst Période Periode Répartition Verdeling	Charbons Steenkolen	Cokes Cokes	Agglomérés Agglomeraten	Lignites Bruinkolen	Schistes Schiefer	Destination Land van bestemming	Charbons Steenkolen	Cokes Cokes	Agglomérés Agglomeraten
Allem. Occ. - W. Duitsl. .	250.424	2.499	4.056	6.331	2.423	Allemagne Occ. - W. Duitsl. .	43.859	781	2.036
France - Frankrijk	13.432	—	12	—	—	France - Frankrijk	94.762	13.952	15.371
Pays-Bas - Nederland . . .	62.375	49.444	16.044	505	—	Italie - Italië	—	—	—
						Luxembourg - Luxemburg . . .	560	31.044	200
C.E.C.A. - E.G.K.S. . . .	326.231	51.943	20.112	6.836	2.423	Pays-Bas - Nederland	39.496	271	553
Roy.-Uni - Veren. Koninkrijk	79.255	6.831	18	—	—	C.E.C.A. - E.G.K.S	178.677	46.048	18.160
Allemagne Or. - Oost-Duitsl.	—	—	—	210	—				
E.U. d'Amérique - V.S.A .	112.397	—	—	—	—	Autriche - Oostenrijk	565	326	—
U.R.S.S. - U.S.S.R. . . .	15.717	—	—	—	—	Danemark - Denemarken . . .	—	6.135	—
Nd. Vietnam - Nd. Vietnam .	367	—	—	—	—	Irlande - Ierland	613	850	—
Pologne - Polen	12.385	—	—	—	—	Norvège - Noorwegen	550	—	—
						Roumanie - Roemenië	521	3.168	—
Pays tiers - Derde landen . .	220.121	6.831	18	210	—	Suède - Zweden	—	9.246	—
						Suisse - Zwitserland	19.836	—	120
Ens. nov. - 1964 - Sam. nov.	546.352	58.774	20.130	7.046	2.423	Divers - Diverse landen . . .	10	5.033	650
1964 Octobre - Oktober . .	523.478	65.256	24.549	5.812	—	Pays tiers - Derde landen . .	22.095	24.758	770
Septembre - September .	569.532	47.095	18.587	5.385	—	Ens. nov. - 1964- Sam. nov.	200.772	70.806	18.930
Août - Augustus . . .	535.609	35.389	14.932	5.092	—	1964 Octobre - Oktober . . .	183.162	80.117	13.686
1963 M.M.	612.301	37.610	16.305	8.659	9.816	Septembre - September . .	167.985	65.382	20.356
Novembre - Novembef .	697.880	46.212	16.689	8.163	9.018	Août - Augustus	157.126	67.436	16.976
						1963 M.M.	155.655	60.231	62.214
Répartition - Verdeling :						Novembre - November . .	164.213	56.692	91.481
1) Sect. dom. - Huisel. sektor	167.921	3.681	20.130	7.046	—				
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	363.896	55.098	—	—	2.423				
Réexportation - Wederuitvoer	13.462	—	—	—	—				
Mouv. stocks - Schomm. voorr.	+1.073	—5	—	—	—				

IJZER- EN STAALNIJVERHEID NOVEMBRE-NOVEMBER 1964

PRODUCTIE t

Produits finis - Afgewerkte produkten									Produits finaux Eindprodukten		Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeiders
Fil machine Machinedraad	Tôles fortes Dikke platen (> 4,76 mm)	Tôles moyennes 3 à 4,75 mm Middelmatige platen 3 tot 4,75 mm	Larges plats Breed bandstaal	Tôles fines noires Fijne zwarte platen	Feuillards bandes à tubes Bandstaal en Banden voor pijpen	Ronds et carrés pour tubes Rond en vierkant stafmat. voor buizen	Divers Allerlei	Total des produits finis Totaal der afgewerkte produkten	Tôles galv., plomb. et étamées Gegalvan., verlode en vertinde platen	Tubes d'acier Stalen buizen	
75.647	58.792	13.201	2.701	142.019	32.219	1.416	2.557	543.312	46.119	20.268	54.638
84.575	61.462	26.680	2.567	149.962	36.624	2.106	2.196	601.596	45.447	25.352	54.537
80.334	56.381	20.258	2.524	142.979	34.019	2.266	1.780	569.297	52.570	25.853	54.047
59.553	35.856	14.178	3.714	132.056	24.830	36	2.145	476.410	49.727	19.162	53.342
60.146	35.864	13.615	2.800	130.981	28.955	124	2.067	476.512	47.962	18.853	53.069
53.288	41.258	7.369	3.525	113.984	26.202	290	3.053	451.448	39.537	18.027	53.066
51.170	42.014	6.974	3.260	95.505	23.957	383	2.379	404.852	32.795	15.853	51.962
53.567	41.501	7.593	2.536	90.752	29.323	1.834	2.199	396.405	26.494	15.524	44.810
49.989	44.456	7.107	2.043	79.450	23.838	581	3.874	381.621	31.545	13.770	42.189
41.913	45.488	6.967	1.925	80.543	15.872	790	5.026	349.210	24.543	12.509	42.908
										(2)	
40.874	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
36.301	37.473	8.996	2.153	40.018	25.112	—	2.705	307.782	20.000	3.655	41.904
28.979	28.780	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	**38.431**
10.603	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	**33.024**
11.852	19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	**35.300**

Production Produktie	Unité - Eenheid	Nov. - Nov. 1964	Oct. - Okt. 1964	Novembre November 1963	M.M. 1963
Porphyre - Porfier :					
Moëllons - Breuksteen . .	t	)		19.707	19.123
Concassés - Puin . . .	t	)409.053	543.386	398.270	356.838
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek .	t	—	—	—	—
Petit granit - Hardsteen :					
Extrait - Ruw	m³	29.355	35.696	32.094	25.949
Scié - Gezaagd	m³	8.830	10.658	6.073	4.964
Façonné - Bewerkt . . .	m³	2.970	3.535	1.384	1.205
Sous-prod. - Bijprodukten	m³	28.651	35.847	29.527	24.147
Marbre - Marmer :					
Blocs équarris - Blokken .	m³	633	637	1.116	482
Tranches - Platen (20 mm)	m²	46.663	50.495	43.564	38.126
Moëllons et concassés - Breuksteen en puin . .	t	2.450	2.675	2.155	2.277
Bimbeloterie - Snuisterijen	kg	13.597	13.131	9.015	9.611
Grès - Zandsteen :					
Moëllons bruts - Breukst.	t	18.381	20.526	27.320	22.688
Concassés - Puin . . .	t	106.950	132.515	110.673	84.493
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek .	t	538	630	2.379	687
Divers taillés - Diverse .	t	6.755	8.928	7.333	6.677
Sable - Zand :					
pr. métall. - vr. metaaln.	t	121.857	122.232	112.131	98.171
pr. verrerie - vr. glasfabr.	t	103.921	117.038	124.031	121.442
pr. constr. - vr. bouwbedr.	t	358.849	448.181	362.231	303.636
Divers - Allerlei . . .	t	114.366	146.144	114.600	101.149
Ardoise - Leisteen :					
pr. toitures - vr. dakwerk	t	631	595	571	592
Schiste ard. - Dakleien .	t	332	380	326	318
Coticules - Slijpstenen . .	kg	3.862	3.061	4.716	5.037

Production Produktie	Unité - Eenheid	Nov. - Nov. 1964	Oct. - Okt. 1964	Novembre November 1963	M.M. 1963
Produits de dragage - Prod. v. baggermolens :					
Gravier - Grind . .	t	541.932	698.112	464.387	410.231
Sable - Zand . . .	t	85.276	126.717	87.903	70.619
Calcaires - Kalksteen . .	t	735.512	930.014	777.647	612.030
Chaux - Kalk	t	199.637	215.590	178.507	168.324
Phosphates - Fosfaat . .	t	(c)	(c)	(c)	1.136
Carbonates naturels - Natuurcarbonaat . . .	t	87.524	97.346	76.604	69.107
Chaux hydraul. artific. - Kunstm. hydraul. kalk .	t	(c)	(c)	(c)	(c)
Dolomie - Dolomiet :					
crue - ruwe	t	71.404	72.496	64.920	57.696
frittée - witgegloeide .	t	29.068	30.641	26.894	26.963
Plâtres - Pleisterkalk . .	t	8.781	7.489	9.101	6.803
Agglomérés de plâtre - Pleisterkalkagglomeraten	m²	495.575	528.353	412.796	378.284
Silex - Vuursteen :					
broyé - gestampt . .	t	)			
pavé - straatsteen . .	t	) 1.827	2.544	884	889
Feldspath et Galets - Veldspaat en Strandkeien	t	(c)	(c)	(c)	(c)
Quartz et Quartzites - Kwarts en Kwartsiet . .	t	19.988	32.502	35.241	25.589
Argiles - Klei	t	14.751	19.044	18.992	15.623
Personnel - Personeel :					
Ouvriers occupés - Tewerkgestelde arbeiders		11.198	11.800	10.821	10.521

N.B. — (c) Chiffres non disponibles. — Onbeschikbare cijfers.

COMBUSTIBLES SOLIDES — C.E.C.A. ET GRANDE-BRETAGNE
VASTE BRANDSTOFFEN — E.G.K.S. EN GROOT-BRITTANNIE — NOVEMBRE-NOVEMBER 1964

PAYS LAND	Houille produite Geproduc. steenkool (1.000 t)	Ouvr. inscrits Ingeschr. arb. (1.000)		Rendement (ouvr./poste) (arb./ploeg) (kg)		Jours ouvrés Gewerkte dagen	Absentéisme Afwezigheid %		Coke de four produit Geproduceerde ovencokes (1.000 t)	Agglomérés produits Geproduceerde agglomeraten (1.000 t)	Stocks Voorraden (1.000 t)	
		Fond Onderground	Fond et surface Onder- en bovengrond	Fond Onderground	Fond et surface Onder- en bovengrond		Fond Onderground	Fond et surface Onder- en bovengrond			Houille Kolen	Coke Cokes
Allemagne Occ. - West-Duitsl.												
1964 Nov. - Nov.	11.957	233	349	2.632	2.079	21,25	15,23	13,89	3.626	415	8.599	1.202
1963 M.M.	12.352	242	362	2.521	1.978	22,01	19,87	18,48	3.466	551	3.776	1.665
Nov. - Nov.	12.036	242	362	2.532	1.995	21,30	14,86	13,56	3.430	587	4.042	1.801
Belgique - België												
1964 Nov. - Nov.	1.810	66	85	1.537	1.146	21,36	15,02(1)	13,45(1)	634	110	1.381	179
1963 M.M.	1.785	64	85	1.629	1.166	21,60	16,86(1)	14,78(1)	600	192	454	148
Nov. - Nov.	1.855	64	84	1.618	1.176	21,59	15,68(1)	13,70(1)	593	215	481	165
France - Frankr.												
1964 Nov. - Nov.	4.719	110	155	2.075	1.446	23,29	9,46	6,29(2)	1.179	585	6.168	704
1963 M.M.	3.980	115	162	1.958	1.332	21,34	11,94	7,84(2)	1.119	667	6.213	430
Nov. - Nov.	4.566	114	160	2.031	1.406	23,08	10,60	6,35(2)	1.181	776	6.447	407
Italie - Italië												
1964 Nov. - Nov.	40	0,9	1,3	3.382	(3)	(3)	(3)	(3)	409	5	80	396
1963 M.M.	49	1,5	2,2	2.000	(3)	(3)	(3)	(3)	383	11	68	104
Nov. - Nov.	47	1,4	2,1	2.474	(3)	(3)	(3)	(3)	372	15	56	94
Pays-B. - Nederl.												
1964 Nov. - Nov.	1.034	25,2	39,6	2.201	(3)	(3)	(3)	(3)	389	100	900	294
1963 M.M.	982	25,8	40,1	2.137	(3)	(3)	(3)	(3)	355	130	378	117
Nov. - Nov.	946	25,2	40,1	2.095	(3)	(3)	(3)	(3)	352	131	478	119
Communauté - Gemeenschap												
1964 Nov. - Nov.	20.114	430,6	593,8	2.406	(3)	(3)	(3)	(3)	6.236	1.214	17.212	2.773
1963 M.M.	19.147	449,4	661,8	2.331	(3)	(3)	(3)	(3)	5.923	1.550	10.885	2.464
Nov. - Nov.	19.974	441,2	611,8	2.344	(3)	(3)	(3)	(3)	5.908	1.724	11.546	2.586
Grande-Bretagne - Groot-Brittannië	(4)			**à front in front**							**en 1.000 t in 1.000 t**	
1964 Semaine du 22 au 28-11	4.134	—	486	5.398	1.821	(3)	(3)	14,79	(3)	(3)	20.878	(3)
Week van 22 tot 28-11												
1963 Moy. hebd. Wekel. gem.	3.765,3	—	524	4.955	1.674	(3)	(3)	16,02	(3)	(3)	19.658	(3)
Semaine du 24 au 30-11												
Week van 24 tot 30-11	4.216	—	512	5.106	1.731	(3)	(3)	14,65	(3)	(3)	20.944	(3)

N. B. — (1) Absences individuelles seulement - Alléén individuële afwezigheid. — (2) Surface seulement - Bovengrond alléén. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers. (4) Houille marchande - Verkoopbare steenkool.

L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1964

par A. HOUBERECHTS,

Directeur de l'Institut d'Hygiène des Mines,

Professeur à la Faculté des Sciences Appliquées de l'Université de Louvain.

RESUME

Le présent article sur l'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines constitue la suite traditionnelle des rapports publiés dans les Annales des Mines depuis 1948.

En dehors des examens systématiques de houilleurs, la Section Médicale a poursuivi ses travaux de recherches.

La valeur de l'ergospirométrie pour la détermination de l'invalidité chez les houilleurs pneumoconiotiques a été discutée. Celle-ci n'a de valeur qu'associée à l'analyse du sang artériel.

L'étude des indices de Fowler et de Becklake a montré la fréquence des troubles de la mixique pulmonaire dès les stades Z et 1 de la pneumoconiose, chez des houilleurs volontaires. La fréquence des troubles de la mixique chez les ouvriers volontaires, n'ayant par ailleurs aucun trouble fonctionnel, enlève beaucoup de l'intérêt de cette recherche en vue de la détermination de l'invalidité chez les houilleurs.

La présence des différentes protéines plasmatiques a été recherchée dans les lésions silicotiques du rat, obtenues par instillation de silice cristalline dans la cavité péritonéale. Des méthodes immuno-histologiques ont démontré la présence de gamma-globulines, d'albumine et de fibrinogène dans les lésions du foie et de la rate. Un traitement à la chloroquine n'a pas influencé l'évolution scléro-hyaline dans ces lésions silicotiques.

Dans le domaine de la ventilation et du climat, la Section Technique de l'Institut d'Hygiène des Mines a résolu, par la méthode de l'analogie électrique, plusieurs problèmes dont celui de l'interconnexion des sièges de Helchteren-Zolder et Houthalen des Charbonnages de Zolder. Elle a amélioré

SAMENVATTING

Dit artikel over de activiteit van het Instituut voor Mijnhygiëne is het vervolg van een reeks jaarverslagen die sinds 1948 in de Annalen der Mijnen verschijnen.

De medische afdeling heeft haar systematische onderzoeken van mijnwerkers en haar opzoekingswerk voortgezet.

De waarde van de ergospirometrie voor de bepaling van de werkonbekwaamheid bij pneumoconiotieke mijnwerkers werd besproken. Deze heeft slechts waarde, voor zover dat zij gepaard gaat met de bepaling van de bloedgaswaarden.

De studie van de indices van Fowler en van Becklake heeft de frekwentie van distributie-stoornissen vanaf de stadia Z en 1 van pneumoconiose aangetoond bij mijnwerkers die vrijwillig op onderzoek kwamen. Deze frekwentie van distributie-stoornissen bij vrijwilligers, die anderzijds géén funktionele stoornissen vertoonden, neemt veel van het belang weg van dit onderzoek, voor wat aangaat de bepaling van de werkonbekwaamheid bij mijnwerkers.

De aanwezigheid van de verschillende plasmaproteïnen werd opgezocht in silicotische letsels bekomen bij de rat door injectie van cristalijn silicium in het peritoneum. Immuno-histologische methoden hebben de aanwezigheid aangetoond van gammaglobuline, albumine en fibrinogeen in de letsels van lever en milt. Een chloroquine behandeling heeft de sclero-hyaline evolutie van deze silicotische letsels niet beïnvloed.

Op het gebied van ventilatie en klimaat heeft de Technische Afdeling van het Instituut voor Mijnhygiëne tal van problemen opgelost met behulp van een electrisch model van het verluchtingsnet, zo werd onder meer het probleem van de ondergrondse verbinding tussen de zetels Helchteren-Zolder en Houthalen van de Maatschappij Zolder behandeld.

les possibilités du calculateur analogique par l'introduction d'un voltmètre numérique de haute précision et par l'addition d'un certain nombre d'éléments transistorisés permettant une représentation plus exacte des caractéristiques des ventilateurs et des circuits d'aérage à courant constant. De nouvelles études ont été effectuées afin d'encourager la réduction des pertes de charge dans les circuits d'aérage, surtout dans les puits. Enfin, pour les Charbonnages de Hensies-Pommerœul, on a effectué pour une taille à forte production, le bilan thermique qui a mis en évidence les éléments sur lesquels un effort était à porter dans le but d'améliorer le climat.

Dans le domaine de la lutte contre les poussières, l'Institut a poursuivi l'étude de comparaison des empoussiérages, avec l'évolution médicale des ouvriers qui les ont subis. Le Service Technique a mis au point le contrôle systématique de l'empoussiérage dans tous les bassins du pays par une méthode gravimétrique ; il participe activement à l'exécution régulière de ces mesures. Des recherches se poursuivent dans le domaine de l'injection d'eau en veine profonde et de la pré-télé-injection, de même que sur les moyens de réduire l'empoussiérage produit par le fonctionnement des haveuses intégrales.

Au laboratoire de chimie, on a continué les travaux relatifs aux produits retardateurs d'évaporation, utilisés en présence de différents types de charbon et de schiste.

Les premiers résultats de l'enquête concernant l'empoussiérage, terminent le présent article.

De mogelijkheden van de analoge rekenmachine werden vergroot door het toevoegen van een aantal getransistoriseerde elementen met een constante stroom, die de karakteristieken van de ventilatoren en van de ventilatienetten exacter reproduceren. Nieuwe studies werden ondernomen om de ladingsverliezen in het verluchtingsnet te verminderen, in het bijzonder in de schachten. Tenslotte werd voor een pijler, van de Maatschappij Hensies-Pommerœul, die een zeer grote productie leverde, de thermische balans opgemaakt waarin de factoren op de voorgrond treden waarmede men een verbetering van het klimaat kan bereiken.

Op het gebied van de stofbestrijding heeft het Instituut het onderzoek voortgezet, naar het verband tussen de stofverhoudingen waarin de arbeiders gewerkt hebben, en hun gezondheidstoestand. De Technische Afdeling heeft een systematische controle in werking gezet om de stofgrenzen van de verschillende bekkens van het land bij middel van een gravimetrische methode na te gaan, zij werkt eveneens actief mee aan het regelmatig uitvoeren van deze metingen. De onderzoekingen van de diepte-injectie en van pre-tele-injectie werden voortgezet, alsook de studie van middelen om het stof te verminderen dat ontstaat bij de werking van de trommel ondersnijmachine.

In het scheikundig laboratorium gaat men verder met het onderzoek van de producten die het verdampen vertragen. dit wordt toegepast op verschillende soorten van kolen en gesteenten.

Dit artikel wordt beëindigd met de voorlopige resultaten van het onderzoek betreffende de stoffigheid.

ZUSAMMENFASSUNG

Der vorliegende Abriss über die Tätigkeit des Institut d'Hygiène des Mines ist die übliche Folge der seit 1948 in den Annalen des Mines veröffentlichten Berichte.

Neben den planmässigen Untersuchungen von Arbeitern des Steinkohlenbergbaus hat die Medizinische Abteilung ihre Forschungsarbeiten weitergeführt.

Es wurden die Werte der Ergospirometrie zur Bestimmung des Grades der Invalidität bei der Pneumokoniose der Bergleute besprochen. Diese hat nur dann einen Wert, wenn sie mit der Untersuchung des Sauerstoffgehalts des Blutes verbunden ist.

Die Untersuchung der Fowler und Becklake-Indices hat die Häufigkeit der Mischstörungen von Beginn der Stadien Z und 1 bei der Pneumokoniose der Freiwilliger ohne jegliche Funktionsstörung, verringert die Bedeutung der Bestimmung des Grades der Invalidität.

SUMMARY

The present report on the activity on the Institut d'Hygiène des Mines continues the series of reports published in the Annales des Mines since 1948.

In addition to the systematic examination of miners, the medical department has continued its research work.

The value of spirometry for the determination of the degree of disability in pneumoconiotic coalminers is discussed. In order to have some value, it has to be combined with analysis of arterial blood gases.

The study of Fowler and Becklake indices has shown the frequency of abnormal mixing in categories Z and 1 of pneumoconiosis in volunteer coalminers. The frequency of air distribution abnormalities in asymptomatic volunteer coalminers — who incidentally, did not suffer from any functional

Immuno-histologische Methoden haben in den silikotische Schädigungen der Leber bzw. der Milz, gamma-Globulin, Albumin und Fibrinogen nachgewiesen. Eine Chlorokinbehandlung hat keine Wirkung auf die sklero-hyaline Entwicklung der silikotischen Schädigungen.

Auf dem Gebiet der Grubenbewetterung und des Grubenklimas hat die technische Abteilung des Institut d'Hygiène des Mines mehrere Probleme mit Hilfe des Wetternetzmodells gelöst, darunter das Problem des Durchschlags der Gruben Helchteren-Zolder und Houthalen der Charbonnages de Zolder. Sie hat die Möglichkeit des Wetternetzmodells vergrössert durch Einbeziehung eines direkt anzeigenden Voltmeters mit grosser Genauigkeit und durch Einbau einer Reihe von Transistoren, (mit konstantem Strom) die eine genauere Darstellung der Kennwerte der Lüfter und der Wetterkreislaüfe ermöglichen. Es werden neue Untersuchungen in dem Bestreben durchgeführt, in den Wetterkreislaüfen, vor allem in den Schächten, eine Verminderung der Druckverluste zu erreichen. Schliesslich wurden in der Gesellschaft Charbonnages Hensies-Pommerœul in einem Hochleistungsstreb eine Wärmebilanz aufgestellt, die die Faktoren offenbart, über die sich eine Verbesserung des Grubenklimas erreichen lässt.

Auf dem Gebiet der Staubbekämpfung hat das Institut die Untersuchung des Vergleiches der Staubbelastung mit der Entwicklung des Gesundheitszustands der dieser Staubbelastung ausgesetzten Arbeiter fortgeführt. Die technische Abteilung hat die systematische Ueberwachung der Staubbelastung in allen belgischen Revieren mit Hilfe eines gravimetrischen Verfahrens entwickelt. Sie beteiligt sich aktiv an der regelmässigen Durchführung dieser Messungen. Die Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Kohlenstosstieftränkung und der Vortränkung sowie über die Möglichkeiten der Verringerung der Staubbelastung infolge des Einsatzes der Walzenschrämmaschinen werden fortgesetzt.

Im chemischen Laboratorium wurden die Arbeiten über die verdunstungsverzögernden Mittel weitergeführt, die bei Vorhandensein von verschiedenen Kohlenarten und Bergen eingesetzt werden.

Die ersten Ergebnisse der Erhebung über die Staubbelastung schliessen dieses Kapitel ab.

disturbances — obviously greatly reduces the value of using such mixing tests for the determination of the degree of disability in coalminers' pneumoconiosis.

The presence of different plasma proteins has been assessed in silicotic lesions experimentally induced by instilling crystalline silica into the peritoneal cavity of rats. Immuno-histochemical methods demonstrated the presence of gamma-globulin, albumin and fibrinogen in the liver and spleen. Chloroquine did not affect the hyaline development of these silicotic lesions.

In the field of ventilation and pit climate, the Technical Section of the Institute of Mine Hygiene has solved several problems by means of electric analogue models ; among those was the linking of the Helchteren-Zolder and Houthalen collieries. The Section improved the potentialities of analogue computers by introducing a high-precision numerical voltmeter and by adding some transistorized units which allowed a more precise representation of the characteristics of fans and steady-flow ventilation circuits. New studies have been undertaken with a view to reducing pressure losses in ventilation circuits, particularly in shafts. Finally, a thermal balance was established for a high-production face at Hensies-Pommerœul, and this has indicated the points at wich efforts should be concentrated to improve the pit climate.

In the field of dust suppression, the Institute has pursued comparative studies of dust levels and the medical history of the miners exposed to these dusts. The Technical Service has perfected the systematic monitoring of dust in all the country's coalfields by a gravimetric method ; it takes an active part in the regular measurement of dust. Research continues in the field of deep-hole water infusion and remote pre-infusion, and also on methods to reduce dust produced by cutter-loading machines.

In the chemical laboratory, work has continued on evaporation-retarding products employed with various types of coal and shale.

The present paper ends with the first results of the survey of dust levels.

SOMMAIRE

I. *Travaux de la Section Médicale.*

1. Examens systématiques.
2. Exploration fonctionnelle pulmonaire chez les houilleurs.
3. Silicose expérimentale.

II. *Travaux de la Section Technique.*

1. Ventilation - Climat.
2. Lutte contre les poussières.
3. Etude et analyse de produits divers.
4. Enquête.

Bibliographie.

INTRODUCTION

Le présent article sur l'Activité de l'Institut d'Hygiène des Mines constitue la suite traditionnelle des rapports publiés dans les Annales des Mines de Belgique depuis 1948. Les résultats des études entreprises à l'Institut d'Hygiène des Mines sont régulièrement publiés dans la revue que nous éditons depuis 1960. Nous donnerons donc dans ce rapport un résumé des principaux travaux, ainsi que les résultats d'expériences qui n'ont pas encore été publiés.

I. — TRAVAUX DE LA SECTION MEDICALE

1. EXAMENS SYSTEMATIQUES

Pour l'année 1964, nous totalisons 750 examens médicaux effectués à l'Institut d'Hygiène des Mines. La très grande majorité des explorations furent pratiquées à la demande de médecins de charbonnages ou d'organismes charbonniers. Un certain nombre d'examens demandés par les charbonnages concernaient des problèmes difficiles d'embauchage de main-d'œuvre étrangère. Tous les ouvriers ont subi un examen radiologique et clinique complet. Presque tous (689) ont été soumis à un examen électrocardiographique et 688 ont subi des épreuves fonctionnelles pulmonaires. Des examens planigraphiques complémentaires ou des agrandissements ont été effectués chez 176 sujets.

Cinquante sauveteurs du « Coördinatiecentrum Reddingswezen » des charbonnages de Campine ont subi à l'Institut d'Hygiène des Mines une épreuve cardio-plumonaire spéciale en vue de déterminer leur capacité aérobique maximum. Ce travail a pour but d'améliorer les critères de sélection des sauveteurs. Les sujets ont été choisis en fonction de leur comportement lors des exercices d'entraînement qu'ils effectuent à la centrale de sauvetage. Ils ont été soumis à un effort progressif sur la bicyclette ergométrique, la progressivité étant de 15 W toutes les 3 minutes. L'épreuve a été poursuivie jusqu'à l'obtention d'une fréquence cardiaque de 190 pulsations par minute. Durant toute l'expérience, la fréquence cardiaque est suivie sur tracés électrocardiographiques, tandis que la fonction pulmonaire est mesurée en circuit fermé sur le métabographe de Fleisch.

2. EXPLORATION FONCTIONNELLE PULMONAIRE CHEZ LES HOUILLEURS

A. Epreuves d'effort en vue de la détermination de l'invalidité.

F. Lavenne et L. Brasseur [1] ont discuté la valeur des critères généralement retenus pour apprécier l'invalidité d'origine respiratoire des houilleurs, à partir des épreuves d'effort.

a) *Régime stable ventilatoire à l'effort.*

L'absence de régime stable ventilatoire, conventionnellement définie par une augmentation du débit ventilé supérieur à 5 % entre les 10e et 20e minutes d'un effort constant [2], a été proposée comme test d'intolérance à l'effort chez des pneumoconiotiques, par l'école de Sadoul [3] [4].

En faisant de l'hyperventilation progressive un critère d'invalidité d'origine respiratoire, on oublie la complexité de la régulation de la ventilation à l'effort, sur laquelle Dejours [5] a insisté.

Les paramètres respiratoires enregistrés au cours d'un effort de 20 minutes, chez 16 ouvriers de surface et 87 houilleurs encore actifs, pneumoconiotiques aux divers stades (tableau I), ne montrent pas d'hyperventilation progressive, même chez les pseudotumoraux B et C, chez qui le *VEMS* et la $S_{a,O2}$ à l'effort étaient significativement réduits.

TABLEAU I.

Paramètres respiratoires, enregistrés au métabographe de Fleisch, au cours d'un effort de 120 watts, durant 20 minutes, sur le tapis roulant (moyennes obtenues chez 16 ouvriers de surface et 87 pneumoconiotiques aux divers stades, âgés de 35 à 45 ans, encore au travail).

Image radiologique	Nombre de sujets	$\dot{V}$ l/min		$\dot{V}_{O_2}$ cm³/min		ER_{O_2}		$ER_{O_2} > 30$ Nombre de cas	
		11-15 min	16-20 min	11-15 min	16-20 min	11-15 min	16-20 min	11-15 min	16-20 min
O	16	35,4	35,5	1551	1544	22,8	23,1	—	—
Z	5	36,0	36,9	1513	1477	23,8	24,4	—	—
1m	9	38,1	38,7	1470	1477	26,0	26,2	—	—
2p	8	41,8	42,4	1563	1608	27,1	26,4	—	2
2m	17	39,5	40,3	1431	1464	27,5	27,5	2	4
3p	8	39,1	38,8	1359	1361	28,7	28,5	—	2
3m	12	39,2	39,9	1474	1473	26,5	27,0	3	2
3n	3	42,1	43,0	1417	1399	28,7	30,3	1	1
A	12	37,9	38,7	1421	1429	26,6	27,1	2	1
B + C	13	38,8	39,2	1377	1371	28,3	28,8	5	3

Note : Les valeurs de ER_{O_2} en italiques sont celles différant au palier de confiance de 95 % de celles trouvées chez les ouvriers de surface non pneumoconiotiques (groupe O).

La corrélation entre bronchite-emphysème et hyperventilation progressive n'est pas meilleure. L'augmentation du taux d'acide lactique paraît être une cause importante d'hyperventilation progressive à l'effort [6].

Une absence de régime stable ventilatoire à l'effort ne peut donc pas être considérée, chez les houilleurs pneumoconiotiques, comme un critère d'invalidité d'origine respiratoire.

b) *Equivalent respiratoire pour l'oxygène (ER_{O_2}).*

L'ER_{O_2}, ou rapport $\dot{V}/\dot{V}_{O_2}$ entre les volumes d'air ventilé et d'oxygène consommé, est fréquemment élevé dans la pneumoconiose des houilleurs [7] [8] [9] [10]. Même chez les pneumoconiotiques encore actifs, l'ER_{O_2}, statistiquement augmenté dès le stade micronodulaire 1, croît avec l'aggravation de la pneumoconiose (tableau II).

La différence entre pseudotumoraux et sujets normaux est toutefois peu importante. La pneumoconiose des houilleurs n'entraîne pas, comme l'asbestose, une hyperventilation importante à l'effort. Des pseudotumoraux entraînés travaillent en désaturation artérielle nette, mais avec un ER_{O_2} normal [11].

La corrélation entre ER_{O_2} et bronchite-emphysème n'est pas meilleure. Au contraire, les emphysémateux à *VEMS* réduit peuvent donner à l'effort leur ventilation maximum avec un ER_{O_2} bas, mais en état d'hypoventilation alvéolaire.

TABLEAU II.

Répartition par classe radiologique des sujets ayant une $p_{a,O_2} < 85$ mm Hg à l'effort, chez 16 ouvriers de surface et 101 pneumoconiotiques aux divers stades, âgés de 35 à 45 ans, encore au travail.

Image radiologique	Nombre total de sujets examinés	$p_{a,O_2} < 85$ mm Hg à l'effort	
		Nombre de cas	%
O	16	0	0
Z + 1	18	1	5,5
2 (p et m)	27	7	25,9
3 (p, m et n)	26	13	50,0
A + B + C	30	26	86,6

Bien plus que par les troubles fonctionnels respiratoires, la ventilation à l'effort est influencée par de multiples facteurs neurogènes et humoraux [5]. Des facteurs psychologiques entraîneront une alcalose respiratoire, mais le plus souvent l'hyperventilation est due à une acidose métabolique par hyperlacticémie. Celle-ci peut être d'origine soit circulatoire, soit purement musculaire : perte d'entraînement, parfois simple inadaptation au pédalage.

Bien que la pneumoconiose des houilleurs entraîne statistiquement une élévation de l'ER_{O_2} à

l'effort, Lavenne et Brasseur [1] ne croient plus que ce paramètre soit très important dans l'appréciation de l'invalidité. En effet, il peut être normal en cas de troubles fonctionnels respiratoires indiscutables (pseudotumoraux désaturant à l'effort) et même d'insuffisance pulmonaire marquée (bronchitiques-emphysémateux en hypoventilation alvéolaire) et, d'autre part, il est influencé par trop de facteurs nerveux et humoraux indépendants de la fonction respiratoire. Un ER_{O2} augmenté à l'effort doit être interprété en fonction de l'examen clinique, du degré d'entraînement, de l'image radiologique, de la spirométrie et de l'analyse du sang artériel.

c) *Sang artériel à l'effort.*

Le plus grand apport de la ponction artérielle est la découverte de désaturations sans hypercapnie, chez des houilleurs encore au travail et sans plaintes respiratoires. La figure 1 illustre les $p_{a,O2}$ trouvées à la 10e minute d'un effort de 120 watts, chez 16 ouvriers de surface et 101 pneumoconiotiques de 35 à 45 ans, encore actifs, aux divers stades de la pneumoconiose [11].

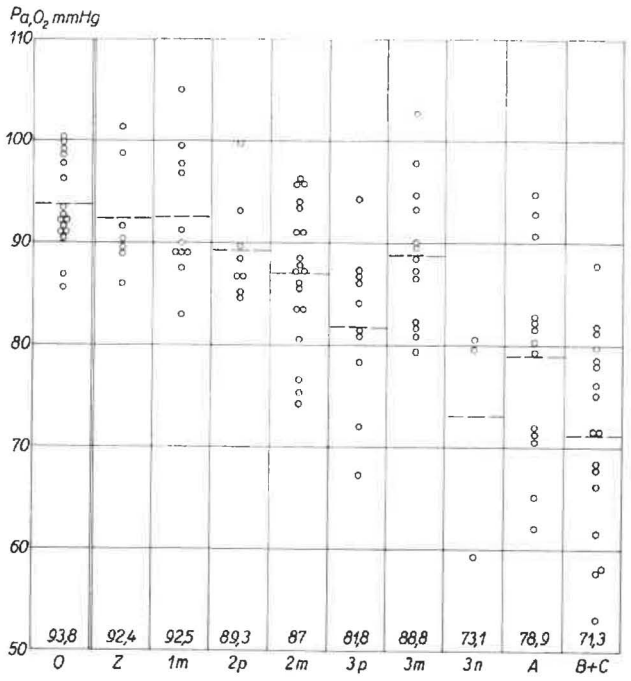


Fig. 1.
Pression partielle d'oxygène du sang artériel, à l'effort, chez 16 ouvriers de surface et chez 101 pneumoconiotiques (les chiffres au bas des colonnes représentent les valeurs moyennes aux divers stades radiologiques).

Les diminutions de la $pa,_{O2}$, significatives en moyenne dès le stade 2p, augmentent de fréquence avec l'aggravation de l'image radiologique. Le tableau II montre les pourcentages de $p_{a,O2} < 85$ mm Hg (limite inférieure de la normale à cet âge, avec la technique employée), aux divers stades de la pneumoconiose. Ces résultats justifient l'analyse des gaz du sang à l'effort, dans toute pneumoconiose atteignant le stade micronodulaire 3. Des $p_{a,O2} <$ 70 mm Hg (correspondant à des $Sa,_{O2} < 93$ %) ne sont toutefois fréquentes dans ce groupe d'ouvriers encore au travail que chez les pseudotumoraux.

Les désaturations sans hypercapnie, fréquemment rencontrées chez des pneumoconiotiques actifs et sans plaintes, ont un caractère invalidant discutable, qui dépend essentiellement de leur pathogénie.

Si, au stade micronodulaire, les légères désaturations ne traduisent que des troubles du rapport ventilation/perfusion ($\dot{V}_A/\dot{Q}_c$), elles ne doivent pas entraîner une augmentation importante du pourcentage d'invalidité résultant des autres données, notamment du *VEMS*. Nous faisons des réserves pour les $p_{a,O2} < 70$ mm Hg à l'effort. Ce sont sans doute les meilleures indications du cathétérisme cardiaque, afin d'exclure une hypertension artérielle pulmonaire.

Dans les pneumoconioses condensées, il est possible qu'à côté des troubles du rapport $\dot{V}_A/\dot{Q}_c$, la réduction du lit vasculaire pulmonaire joue un rôle, surtout pour les $p_{a,O2}$ inférieures à 70 mm Hg. Vu la gravité des altérations vasculaires pulmonaires pour le pronostic lointain [12], ces désaturations à l'effort doivent corriger largement l'estimation de l'invalidité faite à partir du *VEMS*. Pour les stades B et C, on peut considérer, avec Rossier [13], la désaturation artérielle à l'effort comme le principal critère d'invalidité.

d) *Conclusion.*

La place des épreuves d'effort dans l'évaluation de l'invalidité d'origine respiratoire chez les houilleurs augmente avec l'aggravation de l'image radiologique.

L'absence de régime stable ventilatoire ne peut être retenue comme critère d'incapacité d'origine pulmonaire.

Même l'élévation de l'ER_{O2}, trop peu spécifique, n'est que d'un faible secours. Elle doit en tout cas être interprétée en fonction d'autres données.

L'ergospirométrie n'a donc de valeur qu'associée à l'analyse du sang artériel, qui permet de découvrir des désaturations oxyhémoglobinées, spécifiques de troubles respiratoires. Ces désaturations à l'effort ne doivent pourtant être transposées sur le plan de l'invalidité qu'en fonction de la spirométrie et de l'image radiologique. On ne peut de l'avis des chercheurs de l'Institut adopter, pour la relation entre désaturation à l'effort et invalidité, les barèmes simples proposés par Rossier [13] et par Valentin [14].

B. Mixique pulmonaire chez les houilleurs.

Adoptant la méthode de Fowler, Cornish et Kety [15] reprise par Lundin [16], Oelbrandt et Lavenne [17] ont étudié la mixique de sujets normaux et de houilleurs aux divers stades radiologiques de la pneumoconiose. Leur appareillage et la justification des calculs conduisant à l'indice de Fowler ont fait l'objet d'une publication antérieure [18].

Ils ont parallèlement comparé l'indice de Fowler (exprimé en pourcentage par rapport à la valeur idéale) à celui de Becklake [19] modifié par Lundin [20] et Bouhuys [21] ainsi qu'à divers temps de rinçage de l'azote alvéolaire.

a) *Indice de Fowler et pneumoconioses.*

Les résultats obtenus chez des sujets normaux confirment ceux de Bouhuys [22]. Il doit être considéré comme normal en dessous de 70 % et comme pathologique au-dessus de 100 %, les valeurs comprises entre 70 % et 100 % étant considérées comme à la limite de la normale. L'indice de Fowler dépend du rapport *VR/CT* et de l'âge, mais cette influence n'explique pas le pourcentage important d'indices de Fowler pathologiques dès les stades micronodulaires débutants.

Alors qu'un indice de Fowler anormal n'a été trouvé que chez moins de 4 % des sujets normaux de 35 à 45 ans, le pourcentage d'indices anormaux s'élève considérablement (à 37,5 %) chez des pneumoconiotiques du même âge dès les stades Z et 1, pour atteindre 62,5 % aux stades de condensations (tableau III).

b) *Indice de Fowler et indice de Becklake.*

Les figures 2 et 3 montrent la relation entre les indices de Fowler et de Becklake pour les divers stades de pneumoconiose.

A un indice de Fowler de 100 %, correspondent en moyenne des indices de Becklake de 10 chez les non-pneumoconiotiques, de 11,5 aux stades Z, 1 et 2 et de 12,5 aux stades 3, A, B et C. L'indice de Becklake parait donc influencé par d'autres facteurs que ceux qui modifient l'indice de Fowler. Il n'est pas exclu que l'âge joue ici un certain rôle. L'indice de Becklake présente un certain intérêt, vu sa facilité de calcul. Il est apparu des résultats obtenus à l'Institut d'Hygiène des Mines que chez les pneumoconiotiques d'un âge voisin de 45 ans, il ne doit être considéré comme pathologique que pour des valeurs supérieures à 12.

Qu'on adopte pour limite supérieure de la normale une valeur de 10 ou une valeur de 12, on trouve une différence très significative ($P > 0{,}995$) entre les sujets normaux et les pneumoconiotiques dès les stades Z et 1. Une nouvelle augmentation

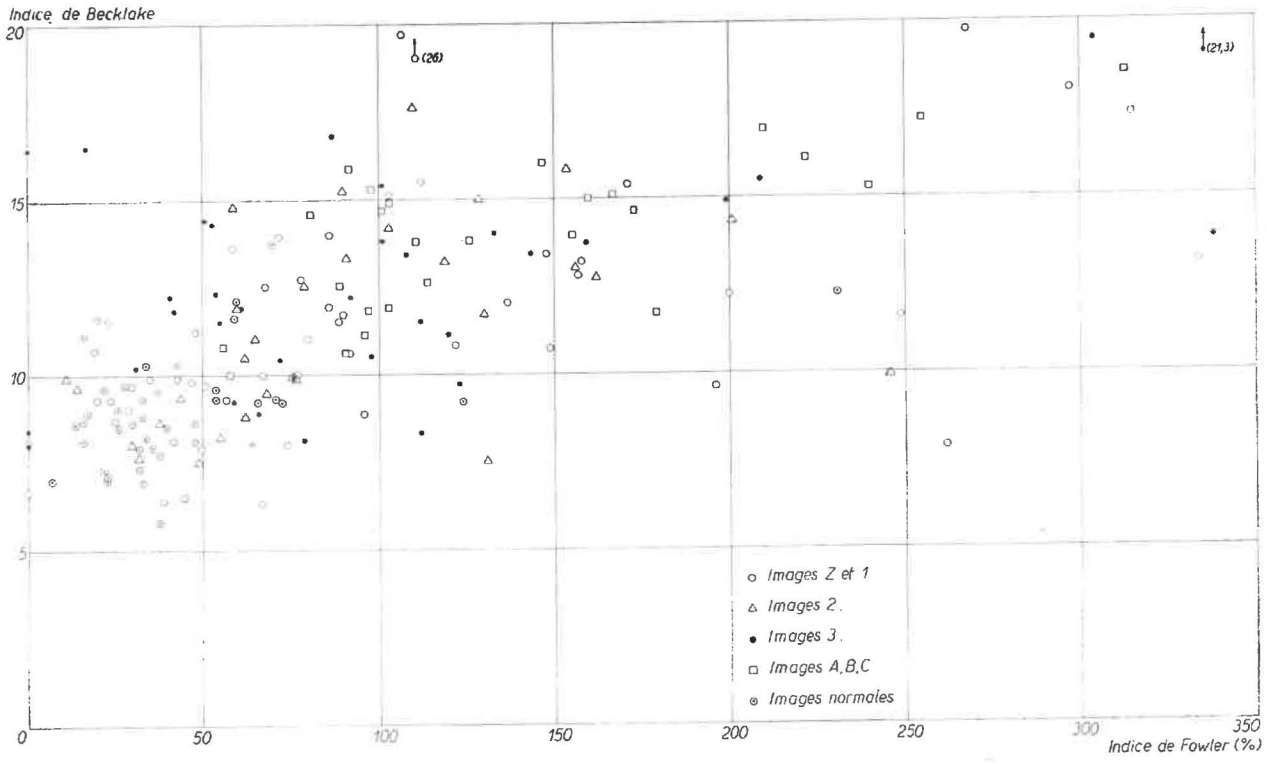


Fig. 2.
Recherche d'une corrélation entre l'indice de Becklake et l'indice de Fowler, pour les divers stades radiologiques de la pneumoconiose.

TABLEAU III.

Comparaison entre l'indice de Fowler et l'image radiologique chez des houilleurs pneumoconiotiques de 35 à 45 ans encore au travail.

Image radiologique	Nombre de cas	Indices de Fowler					
		normal		paranormal		anormal	
		Nombre de cas	%	Nombre de cas	%	Nombre de cas	%
Z et 1	16	2	(12,5)	8	(50,0)	6	(37,5)
2 (m, n)	10	3	(30,0)	2	(20,0)	5	(50,0)
3 (p, m, n)	22	6	(27,0)	5	(23,0)	11	(50,0)
A, B, C	40	4	(10,0)	11	(27,5)	25	(62,5)

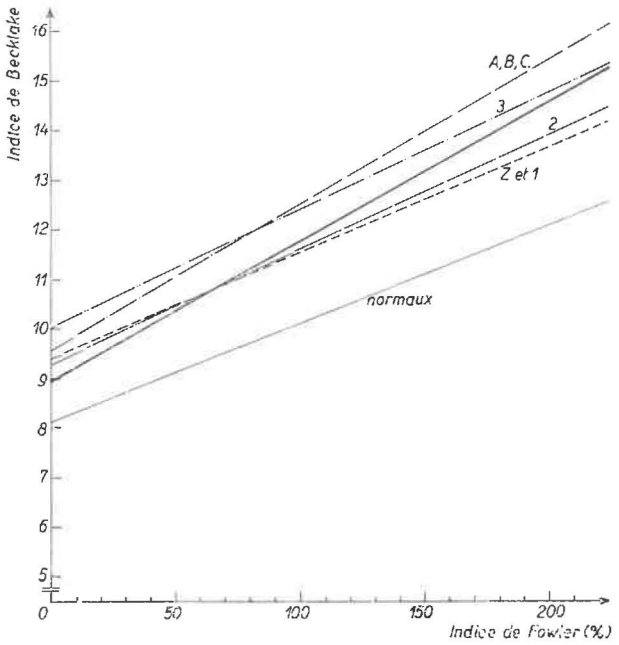


Fig. 3.

Droites de régression entre l'indice de Becklake et l'indice de Fowler pour les divers stades radiologiques de la pneumoconiose. Ces régressions sont calculées à partir des résultats de la figure 2. La droite en trait épais se rapporte à l'ensemble des sujets.

nette apparaît, comme pour l'indice de Fowler, au stade de condensation.

c) *Temps de mixique selon Cara.*

Cara a proposé à un groupe de travail de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier [23] d'exprimer la mixique en fonction des temps nécessaires pour rincer 50, 66,6 et 90 % de l'azote alvéolaire, ce qui correspond respectivement à un abaissement à 40, 26,6 et 7,2 % des taux d'azote alvéolaire. Ces temps ne montrent aucune corrélation ni avec les indices de Fowler et de Becklake, ni avec les stades radiologiques de la pneumoconiose. Ces mesures très simples paraissent donc malheureusement dépourvues d'intérêt.

d) *Conclusions.*

L'indice de Fowler est nettement influencé par l'âge et par l'augmentation du volume résiduel pulmonaire. Mais, même en tenant compte des facteurs âge et volume résiduel ainsi que des écarts importants trouvés parfois dans l'indice de Fowler chez le même sujet à des dates différentes, la comparaison de sujets normaux et de mineurs non-bronchitiques prouve toutefois l'existence de troubles nets de la mixique dès les premiers stades de la pneumoconiose des houilleurs.

L'indice de Becklake, modifié par Bouhuys, augmente également parallèlement à l'aggravation de l'image radiologique de la pneumoconiose. Tout au moins chez les pneumoconiotiques d'un âge voisin de 45 à 50 ans, il ne devrait être considéré comme anormal que lorsqu'il dépasse une valeur de 12.

Les résultats de Oelbrandt et Lavenne [17] ne confirment que partiellement ceux de Sartorelli et collaborateurs [24] qui ne trouvent des troubles de la mixique qu'à partir de stades plus avancés de la silicose. Ils sont par contre en parfait accord avec ceux de Gilson et Hugh-Jones [25] qui ont également mis en évidence des troubles de la mixique dès les stades débutants de la pneumoconiose des houilleurs. Ces inégalités de ventilation expliquent sans doute les augmentations statistiquement significatives du gradient alvéolaire-artériel pour l'oxygène trouvées par Brasseur [11] dès le stade micronodulaire 2p, chez des houilleurs volontaires encore au travail et âgés de 35 à 45 ans.

La fréquence de la mise en évidence de troubles de la mixique dès les stades Z et 1, chez des houilleurs encore au travail, n'ayant aucune autre anomalie fonctionnelle, enlève à cette méthode une grande partie de son intérêt en ce qui concerne l'ap-

préciation du taux d'invalidité dans la pneumoconiose des houilleurs.

3. SILICOSE EXPERIMENTALE

A. Influence de la chloroquine sur l'évolution de la silicose expérimentale chez le rat.

Beck et Schlipköter [26], étudiant l'effet du traitement à la chloroquine de la silicose pulmonaire expérimentale chez le rat, n'avaient observé aucun effet ni sur la distribution de la lésion pulmonaire, ni sur l'évolution scléro-fibreuse ultérieure. Malgré ces résultats négatifs, le succès thérapeutique des antimalariques de synthèse dans des processus inflammatoires à évolution chronique, tels que les collagénoses [27] [28], et l'absence quasi absolue de toxicité de la chloroquine [29] ont incité Carbonara et coll. [30] à essayer l'effet de ce composé sur l'évolution de la silicose péritonéale expérimentale.

D'autre part, ils ont envisagé une action préventive possible des antimalariques. En effet, ces médicaments ne présentent leur maximum d'efficacité qu'après une certaine période de latence, cette action étant attribuée à l'accumulation intratissulaire de l'antimalarique [31].

a) *Matériel et méthode.*

Trente rats femelles d'un poids moyen de 130 g ont reçu par voie intrapéritonéale une dose de 0,5 g (soit 4 g/kg de poids corporel) de silice cristalline (quartz) ayant une granulométrie inférieure à 20 μ.

Cette injection fut suivie de l'administration quotidienne parentérale de chloroquine à la dose de 5 mg/kg de poids corporel. Chez 30 autres rats ayant été traités de la même façon, on a procédé à l'injection préalable de la chloroquine pendant quinze jours.

Enfin, 30 rats ont reçu uniquement la même quantité de silice intrapéritonéale, à titre de contrôle. Deux animaux de chaque groupe ont été sacrifiés au 10^e, 20^e, 30^e, 42^e, 58^e et 114^e jour après l'injection de silice.

Après anesthésie à l'éther, les animaux furent saignés et autopsiés. On a étudié le degré et la distribution des lésions silicotiques dans la cavité péritonéale. Chaque organe a été pesé et fixé ensuite au Zenker-formol, pour l'étude histologique.

Les coupes histologiques ont été colorées à l'hématoxyline-éosine et suivant les méthodes de Mallory, Gomori et Unna-Pappenheim. Les sérums ont été soumis à l'électrophorèse sur papier et à l'immunoélectrophorèse sur agar contre un antisérum de lapin immunisé avec du sérum de rat.

b) *Résultats et conclusions.*

L'influence de la chloroquine sur la formation et sur l'évolution de la silicose expérimentale péritonéale chez le rat est apparue extrêmement réduite et limitée surtout à la première phase du processus. La réaction inflammatoire initiale après l'injection de quartz chez les animaux traités a été moins manifeste, se traduisant au point de vue macroscopique par une séreuse péritonéale moins hyperémiée et par des zones libres de tout processus inflammatoire.

L'évolution scléro-hyaline des lésions au niveau de la séreuse péritonéale et des organes abdominaux ne montre aucune différence dans les 3 séries de sujets. De même l'administration préventive de la chloroquine pendant les 15 jours précédant l'injection de silice est sans effet.

Les observations de Carbonara et coll. [30] concordent avec les travaux de Beck et Schlipköter [26] qui administrent des doses plus faibles de silice par voie trachéale et traitent les animaux par aérosols de chloroquine.

Cette absence d'effet de la chloroquine sur l'évolution scléro-fibreuse des lésions inflammatoires est confirmée par des observations au cours de la polyarthrite chronique évolutive. En effet, les meilleurs résultats sont enregistrés dans des cas débutants pour lesquels la composante inflammatoire est très franche, en opposition avec l'effet médiocre de la médication antimalarique lors des stades cliniques avancés [32].

Les modifications sériques au cours de la maladie silicotique concordent avec les résultats de Mosinger et collaborateurs [33], qui décrivent également une augmentation des α_2- et des γ-globulines, respectivement à la phase du début et au cours de la période terminale de la maladie silicotique.

Chez les animaux traités à la chloroquine dans les conditions expérimentales mentionnées ci-dessus, l'augmentation absolue et relative des γ-globulines est moindre par rapport aux groupes non traités.

Il est intéressant de rapprocher cette action de la chloroquine sur la production des γ-globulines, de l'effet bénéfique observé cliniquement dans les affections avec manifestations auto-immunitaires, telles que le lupus érythémateux disséminé, la polyarthrite chronique évolutive etc..

Il est d'autre part reconnu que la silicose clinique, comme la silicose expérimentale, s'accompagne d'une élévation du taux des globulines sériques et que le quartz agit sur les processus d'immunisation à la façon d'un adjuvant [34].

Ces faits incitent à croire qu'il y aurait lieu de reprendre l'étude des effets de la chloroquine, non en utilisant les doses massives de quartz employées jusqu'ici, mais en se plaçant dans des conditions plus proches de celles de la maladie clinique.

Dans ce but, des essais thérapeutiques à la chloroquine ont été entrepris sur des animaux recevant des instillations de silice par voie intra-trachéale.

B. Présence de différentes protéines plasmatiques dans le nodule silicotique expérimental du rat.

L'hypothèse de la pathogénie immunitaire de la silicose humaine repose en grande partie sur la démonstration de la présence sélective des γ-globulines dans les lésions de pneumoconiose [35] [36]. Quoiqu'on ne connaisse pas la composition exacte de la substance hyaline du nodule silicotique, il est indiscutable qu'un pourcentage important de la fraction protéique présente dans la lésion humaine est composée de γ-globulines.

La démonstration [37] de la fixation in vitro du complément de cobaye et du facteur rhumatoïde humain sur les lésions silicotiques humaines a renforcé l'hypothèse auto-immunitaire. Cependant, ces dernières données expérimentales permettraient tout aussi bien de croire que la substance hyaline du nodule contiendrait, non des complexes antigènes-anticorps, mais simplement des γ-globulines agrégées, lesquelles, on le sait, présentent également la propriété de fixer le complément et de réagir avec la macroglobuline du facteur rhumatoïde.

Chez le rat d'expérience, comme chez l'homme, bien que l'aspect anatomopathologique de la lésion silicotique expérimentale montre une réaction plasmocytaire incontestable, des études d'immunofluorescence [38] et des analyses microspectrophotométriques [39] entreprises par d'autres auteurs n'ont démontré la présence ni de γ-globulines, ni de protéines plasmatiques dans le nodule silicotique.

Ces données contradictoires ont amené de nombreux auteurs à penser que la pathogénie de l'affection silicotique dans le domaine humain pourrait être différente de celle observée dans la maladie expérimentale. Afin d'éclaircir quelque peu cette question, Carbonara, Rodhain et Heremans [40] ont voulu vérifier la présence ou l'absence de diverses protéines plasmatiques dans les lésions silicotiques obtenues chez le rat, par inoculation de silice cristalline par voie intrapéritonéale.

a) *Matériel et méthodes.*

Des rats de sexe femelle et d'un poids moyen de 120 g ont reçu par voie intrapéritonéale 300 mg de silice cristalline d'une granulométrie de 3 à 20 μ, en une injection. Chaque mois, deux animaux ont été sacrifiés et ce jusqu'au 4me mois.

Les organes et surtout le foie, la rate et les ganglions lombo-aortiques ont été immédiatement congelés et les coupes effectuées au cryostat. Les coupes, séchées rapidement sous courant d'air froid, ont été fixées au méthanol absolu pendant 3 minutes, à la température de la chambre, et soumises aux tests d'immunofluorescence. Les antisérums employés dans cette étude ont été obtenus en injectant tous les 10 jours, par voie intramusculaire, 10 mg d'antigène mélangé à de l'adjuvant complet de Freund.

— L'anti-γ-globuline de rat a été obtenue par injection de γ-globulines de rat immunologiquement pures, préparées sur colonne de DEAE-cellulose. A l'analyse immuno-électrophorétique, l'antisérum révèle une ligne de précipitation unique.

— L'anti-albumine a été obtenue par injection d'albumine de rat préparée par électrophorèse sur gel d'agar ; l'antisérum fut rendu spécifique par des absorptions succesives avec des fractions protéiques de sérum de rat à mobilité α_1 et α_2.

— L'anti-fibrinogène a été obtenu par injection de fibrine de rat et rendu spécifique par absorption avec du sérum de rat.

— L'antisérum anti-complément de cobaye a été obtenu par injection de différents complexes antigène-anticorps de lapin, préalablement incubés en présence de sérum frais de cobaye. L'antisérum testé en immunoélectrophorèse contre un sérum frais de cobaye a révélé la présence d'une ligne de précipitation à double courbure en position β et d'une faible ligne de précipitation en position γ, qui fut éliminée par absorption par des γ-globulines de cobaye immunologiquement pures.

— Le sérum anti-HeLa a été obtenu par injection répétée de cellules HeLa pendant plusieurs mois.

b) *Résultats et conclusions.*

Carbonara et collaborateurs [40] ont mis en évidence plusieurs espèces de protéines plasmatiques dans le nodule silicotique du rat.

Quoique la technique utilisée ne leur ait pas permis une évaluation quantitative des constituants protéiques, la présence de γ-globulines, de fibrinogène et d'albumine reste démontrée.

La positivité de la réaction d'Adams pour la recherche du tryptophane a toujours été positive dans les nodules silicotiques, ce qui confirme les résultats obtenus par la technique d'immunofluorescence.

La présence de protéines plasmatiques a surtout été démontrée dans les nodules silicotiques âgés de trois et quatre mois, époque pendant laquelle une substance amorphe éosinophile a progressivement remplacé la composante cellulaire.

Il paraît intéressant de comparer ces résultats à ceux obtenus en pathologie silicotique humaine, dans le but de trouver un point commun dans l'interprétation de la pathogénie de la silicose.

Dans le nodule silicotique humain, la composante protéique semble être constituée en majeure partie de γ-globulines ; le pourcentage des autres protéines plasmatiques, si elles sont présentes, doit être minime, étant donné que l'injection, chez le lapin, d'un extrait lavé de nodule silicotique humain, pro-

duit un antisérum anti-γ-humain spécifique [35] [36].

Ce résultat fondamental, à côté d'une série d'altérations sérologiques rencontrées chez des sujets silicotiques [39], a fourni la base de la récente théorie immunitaire de la silicose humaine.

Si, d'une part, la présence de γ-globulines dans le nodule silicotique expérimental chez le rat peut jouer en faveur d'une interprétation pathogénique identique, d'autre part la présence d'autres protéines, telles que l'albumine et le fibrinogène, limite une telle hypothèse. Les données exclusivement qualitatives fournies par la technique d'immunofluorescence ne fournissent que des indications sommaires quant au pourcentage des différents composants de la fraction protéique.

La présence de nombreux éléments de la série plasmocytaire en périphérie des lésions est en faveur d'une production locale de gamma-globulines, et dès lors d'une prévalence quantitative de cette fraction protéique dans le nodule silicotique.

L'albumine et le fibrinogène, présents en moindre quantité, pourraient refléter la présence dans la lésion, de liquide interstitiel, lequel, on le sait, contient en quantité variable toutes les protéines plasmatiques.

La présence de tryptophane dans les lésions confirme uniquement les résultats obtenus par la technique d'immunofluorescence et ne donne pas de renseignements supplémentaires sur la composante protéique de la lésion. En effet, le trytophane est présent en quantité variable dans toutes les protéines du sérum.

Carbonara et collaborateurs [40] n'ont pas retenu l'hypothèse selon laquelle la présence d'albumine et de fibrinogène dans le nodule silicotique hépatique serait due au fait que les lésions se forment dans un organe qui produit normalement ces protéines. La présence de fibrinogène et d'albumine dans les lésions silicotiques de la rate paraît suffisante pour rejeter cette hypothèse.

Une autre donnée qui ne concorde pas avec les faits observés en pathologie humaine est l'absence de fixation du complément de cobaye in vitro sur les lésions. Il est vraisemblable que les γ-globulines présentes n'avaient pas les caractéristiques physico-chimiques nécessaires pour une telle activité.

En définitive, il semble que ces résultats, bien qu'incomplets, réengagent la discussion au sujet d'une pathogénie commune probable entre la silicose humaine et la silicose expérimentale. Une analyse du nodule silicotique, effectuée avec des techniques de nature plus quantitative, pourra donner une signification exacte aux résultats de cette recherche.

II. — TRAVAUX DE LA SECTION TECHNIQUE

1. VENTILATION - CLIMAT

A. Etude de la ventilation par analogie électrique.

a) *Les Houillères d'Anderlues* nous ont soumis un problème relatif à l'exploitation d'un quartier éloigné des puits, devant assurer à bref délai une fraction importante de la production.

Comme le montre la figure 4, ce quartier (IV) appartient au plus bas des deux niveaux d'exploitation que comporte actuellement le charbonnage, il possède 3 retours d'air, dont 2 par un puits étroit et résistant d'un siège arrêté. Par ailleurs, on dispose de 4 ventilateurs auxiliaires, dont les débits nominaux varient de 15 à 30 m^3/s, et dont aucun ne couvre à lui seul les besoins en air du quartier IV.

Il s'agissait de disposer au mieux les ventilateurs auxiliaires, en vue de favoriser l'aérage du quartier le plus éloigné. On a également envisagé de supprimer le retour d'air par le siège arrêté et de remplacer les ventilateurs souterrains V_1 et V_2 par un seul plus puissant ; cette solution s'avérait la plus avantageuse au point de vue de la consommation d'énergie.

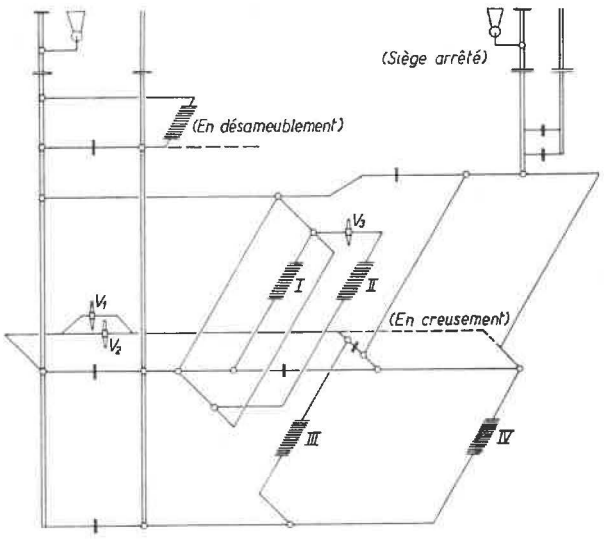


Fig. 4.
Schéma des exploitations souterraines des Houillères d'Anderlues.

Après la construction du modèle à partir des données fournies par le charbonnage, on a constaté une divergence notable dans la répartition des débits sur ce modèle, d'une part, dans la réalité, d'autre part.

Une des raisons de cette divergence résidait dans le fait que la résistance métrique des puits avait été déterminée d'après des mesures relevées dans la partie supérieure (0-600 m) et extrapolées à la partie inférieure. Cette extrapolation ne tenait pas compte de l'influence des envoyages successifs entre 600 et 1.000 m de profondeur, qui portait la résistance apparente des puits à $5{,}64.10^{-3}$ murgues/m, au lieu de $4{,}1.10^{-3}$ murgues/m au dessus de 600 m. Cette observation confirme une remarque déjà faite dans notre rapport précédent [41].

Par ailleurs, notre étude a bien mis en évidence la difficulté de maintenir tous les ventilateurs sur la partie utile de leur caractéristique, de façon qu'ils fonctionnent sans pompage et conservent un rendement raisonnable, au fur et à mesure de l'évolution des travaux souterrains.

b) *Les Charbonnages de Helchteren-Zolder et Houthalen* ont demandé à l'Institut une étude relative à l'interconnexion des deux sièges. Cette interconnexion constitue en réalité en une liaison diagonale entre retours d'air, devant permettre d'accroître le débit du siège de Zolder au détriment de celui de Houthalen, compte tenu de ce que le puits de retour d'air de Zolder est particulièrement résistant.

La figure 5 représente très sommairement l'ensemble des exploitations des deux sièges à interconnecter. On y constate que la liaison forme une maille nouvelle comprenant les deux puits de retour d'air et les deux ventilateurs principaux. Il est capital, en vue de la prévision du courant dans la liaison,

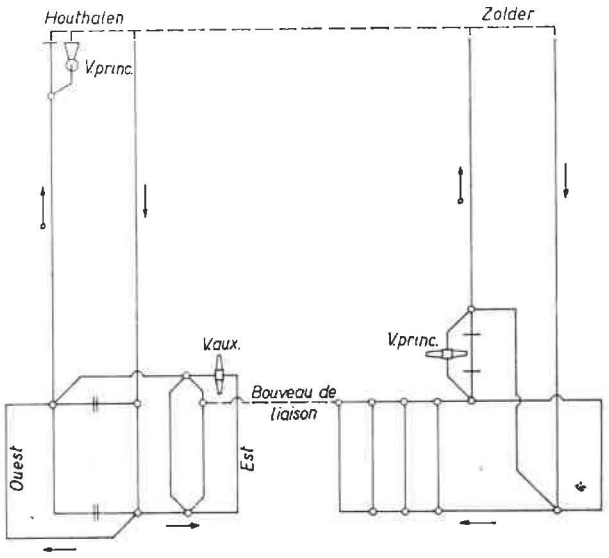


Fig. 5.
Schéma des exploitations souterraines des Charbonnages de Helchteren-Zolder et Houthalen.

que les pertes de charge et les résistances de toutes les branches de cette maille soient déterminées avec précision. En effet une erreur Δp, sur la dépression d'un ventilateur ou sur une perte de charge, erreur agissant dans le modèle comme un ventilateur fictif, y provoquerait la naissance d'un débit de circulation ΔQ valant, en première approximation :

$$\Delta Q = \frac{\Delta p}{2 \Sigma K_i \mid Q_i \mid}$$

Comme les résistances K_i des branches formant la maille nouvelle sont faibles, le débit dans la liaison pourrait ainsi être faussé de quelques m^3/s, ce qui représenterait une erreur inadmissible. C'est pourquoi on a procédé à la détermination aussi soignée que possible des pertes de charge dans la maille considérée, en appliquant en particulier la méthode du flexible dans le puits de retour d'air de Zolder et dans toute la partie des bouveaux de liaison où le débit d'air était suffisant. Une difficulté particulière est née du fait que les mesures avaient eu lieu à des jours différents dans les deux sièges et qu'il a fallu ramener les dépressions d'aérage naturel à un même jour.

Malgré toutes les précautions prises, la différence de pression existant de part et d'autre de la communication à créer n'a pu être estimée qu'à environ 10 mm H_2O près. C'est pourquoi cette différence a été contrôlée à travers un sondage entre les deux fronts, avant l'établissement de la liaison.

Quant aux autres parties des deux sièges, elles ont été fortement simplifiées sur le modèle : seuls les chantiers raccordés directement sur la maille nouvelle ont été représentés de façon détaillée.

Après construction du modèle, on a envisagé les problèmes suivants : qu'arrivera-t-il au moment de la jonction ? Un ventilateur est-il nécessaire dans la liaison ? Quelle doit en être la caractéristique manométrique en fonction du nombre de chantiers ventilés en diagonale entre Zolder et Houthalen ? Combien de tels chantiers pourraient-ils être ventilés en installant un ventilateur disponible au charbonnage ? Quelles sont les conséquences de l'arrêt d'un des ventilateurs principaux ?

Sans entrer dans les détails, on peut dire que cette étude a démontré une fois de plus la difficulté qu'il y a à éviter la formation de zones mortes d'aérage dans une longue diagonale comportant de nombreuses dérivations à faible débit.

B. Amélioration des moyens d'étude de la ventilation.

Un effort particulier a été consacré cette année à l'accroissement de nos possibilités d'étude. Notre simulateur d'aérage a été pourvu d'éléments nouveaux, transistorés, à travers lesquels le courant peut être maintenu indépendant de la tension aux bornes

dans les limites de 15 à 100 volts. Ils représentent des circuits où le débit d'air est maintenu constant, soit par des portes régulatrices, soit par des ventilateurs réglables.

Ils permettent en outre une représentation plus exacte de la caractéristique de pression des ventilateurs. En effet, on peut proposer pour celle-ci l'équation :

$$p_r = p_0 - K_v (Q - Q_0)^2.$$

Cette équation, contenant trois paramètres : p_0, K_v et Q_0, représente une parabole que l'on peut assujettir à passer par 3 points de la caractéristique expérimentale, ce qui entraîne une excellente approximation.

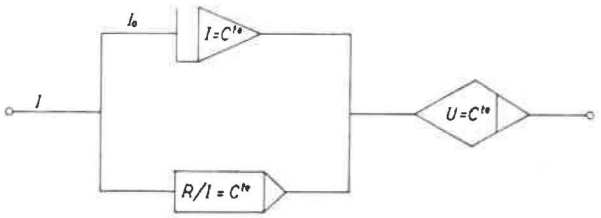


Fig. 6.
Représentation d'un ventilateur sur le simulateur d'aérage au moyen d'un élément à tension constante (U), d'un élément à courant constant (I) et d'un élément à caractéristique parabolique (R/I).

L'équation précédente est aussi celle du montage de la figure 6 ; celui-ci comporte en série avec la source U correspondant à la pression p_0, l'élément à courant continu, figurant le débit Q_0, et la branche à caractéristique parabolique parcourue par le courant $I - I_0$, qui provoque la chute de tension

$$R (I - I_0) = K (I - I_0)^2$$

équivalant de la chute de pression $K_v (Q - Q_0)^2$.

Au point de vue constructif, les éléments à courant constant sont réalisés sous forme d'un montage « emitter-follower », comportant 2 transistors en cascade (fig. 7). Le but de ce montage est de stabiliser la tension $V_2 = RI$ en l'asservissant à une tension de référence V_1, fournie par une batterie de piles sèches. La différence $\varepsilon = V_1 - V_2$ est la tension d'entrée d'un amplificateur comportant les 2 transistors Tr_1 et Tr_2. Toute modification du courant I provoquée par la variation de la tension aux bornes U provoque une variation de V_2 et par suite de ε :

$$\Delta \varepsilon = -R \Delta I.$$

La variation de $\Delta \varepsilon$, amplifiée par les transistors, provoque une variation du courant I en sens opposé, qui compense de façon presque complète l'influence de la tension aux bornes. En définitive, la tension d'entrée ε est peu variable et le courant est stabilisé

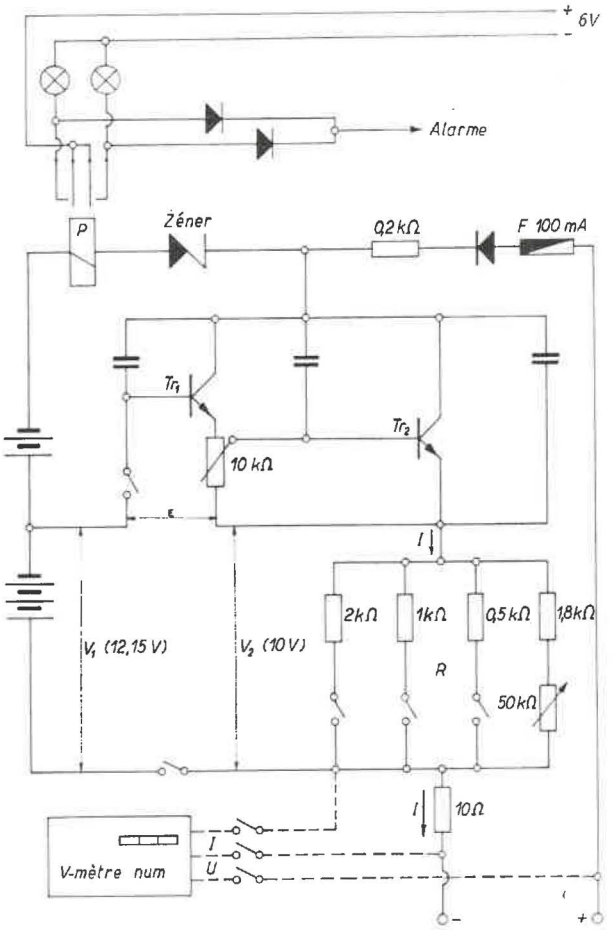


Fig. 7.
Schéma électrique simplifié des éléments dits « à courant constant » du simulateur d'aérage de l'Institut d'Hygiène des Mines. Le réglage grossier de R s'obtient en enclenchant si nécessaire l'une des résistances de 2, 1 ou 0,5 kΩ en parallèle avec le potentiomètre de 50 kΩ. Le potentiomètre de 10 kΩ sert à ajuster la tension V_2 à la valeur exacte de 10 V. La résistance de 0,2 kΩ sert à protéger la diode Zéner et le relais polarisé P contre les surintensités.

à la valeur $(V_1 - \varepsilon)/R$, modifiable par variation de R. En dehors d'un dispositif de réglage grossier et fin de cette résistance, le montage comporte encore un système d'alarme indiquant que la tension est supérieure à la limite admise par les transistors ou inférieure à la valeur permettant de maintenir le courant imposé ; cette alarme comporte essentiellement une diode Zener et un relais polarisé.

Une autre amélioration de notre tableau consiste dans la substitution aux appareils à aiguille mesurant les courants et potentiels, d'un millivoltmètre numérique ; cet appareil possède une résolution de 100 microvolts et accélérera considérablement les lectures.

En même temps que se poursuivaient ces améliorations du matériel d'étude, les méthodes faisaient l'objet de mises au point. On s'est en particulier demandé dans quelle mesure les conclusions de nos études étaient affectées par la simplification, parfois considérable, du réseau minier au moment de sa

représentation électrique. Cette question s'est posée en particulier à propos du problème d'aérage qui avait été résolu pour les charbonnages A. Dumont au cours de l'année précédente [41].

Comme nous l'avions annoncé, le même problème a été repris comme travail de fin d'études par deux étudiants-ingénieurs de la section Mines avec un réseau plus complet (80 branches environ), dont toutes les données ont été soigneusement vérifiées.

Par la même occasion, ils ont procédé à la comparaison des méthodes analogique et numérique, en les appliquant toutes deux pour résoudre le même problème. En ce qui concerne la méthode numérique, le programme appliqué a été fourni par IBM et les calculs effectués sur l'ordinateur IBM 1620 de l'Université de Louvain. Il a cependant fallu au préalable dépister diverses erreurs contenues dans ce programme.

En définitive, nos conclusions initiales sont maintenues dans les grandes lignes. Bien que les possibilités d'accroissement de débit à l'étage inférieur soient un peu plus grandes que nous ne le pensions, la réduction de la résistance des puits s'avère très souhaitable ; nous y reviendrons plus loin. Quant à la méthode numérique, les étudiants la trouvent supérieure à la méthode analogique, surtout en rapidité, mais ils n'ont pas eu à s'occuper de la mise au point du programme. De plus, au moment de leurs essais, notre tableau d'analogie ne comportait pas encore les éléments à courant constant, ni le millivoltmètre numérique.

C. Pertes de charge des circuits de ventilation.

a) Dans ce domaine, nos efforts ont été concentrés sur la réduction des *pertes de charge des puits aux Charbonnages André Dumont*, dont l'intérêt a été mis en évidence par l'étude rapportée ci-dessus.

Dans un premier stade, on s'est enquis des mesures prises à l'étranger. Une mission d'ingénieurs des Charbonnages André Dumont et de l'Institut a visité deux mines allemandes où l'on avait appliqué, d'une part, le profilage des traverses, disposées à intervalles importants, d'autre part, l'apposition d'un revêtement lisse en tissu plastifié le long du guidonnage. Cette dernière méthode s'avère la plus économique, mais d'une mise en œuvre assez difficile, à cause de la grande vitesse du courant d'air dans les puits. C'est pourquoi on s'est orienté plutôt vers l'emploi de treillis à mailles fines.

Avant de passer à l'exécution, on a estimé devoir fixer au préalable la diminution possible de résistance par l'application d'un tel revêtement le long du guidonnage. Dans ce but, on a déterminé avec le maximum de précision possible la perte de charge de deux longueurs-témoins de 100 m, situées, l'une dans la partie cuvelée et l'autre dans la partie maçonnée (fig. 8). Ces longueurs ont été délimitées

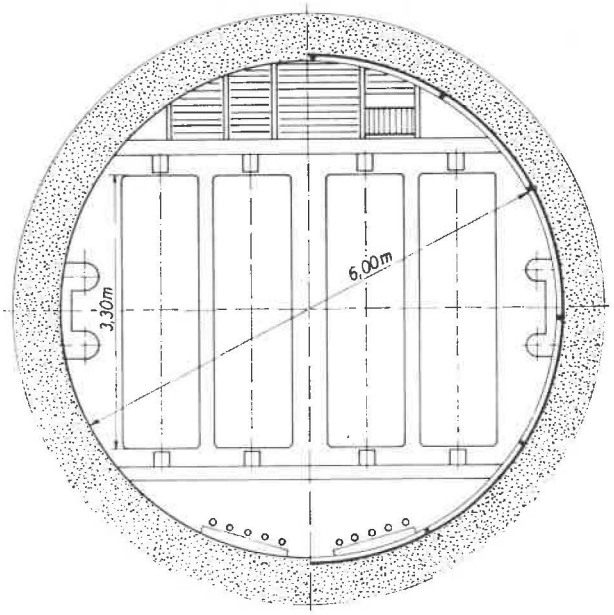


Fig. 8.
Schéma de l'équipement du puits de retour d'air des Charbonnages André Dumont.

par des prises de pression statique fixées à demeure sur le guidonnage et reliées à des micromanomètres par des flexibles. Les vitesses d'air aux niveaux considérés étant pratiquement identiques, les appareils donnent directement les pertes de charge.

Quant au débit, la cause habituelle d'erreur est l'imprécision sur la section de mesure. Pour la réduire, nous avons adopté une section quasi rectangulaire, délimitée par une tenue d'eau qui avait été aménagée spécialement pour permettre à deux opérateurs d'effectuer les mesures par points successifs (52 points en tout). Le débit a ensuite été déterminé par double intégration : 246,3 m^3/s.

Cette valeur a paru anormalement basse, les mesures routinières du charbonnage donnent l'ordre de grandeur de 290 m^3/s. Une des raisons de cette divergence réside dans le fait que le puits est très humide et que les gouttes de pluie entraînées par l'air ont perturbé sérieusement la mesure à l'anémomètre. Par divers recoupements, nous avons estimé cette erreur à 6 à 7 % par défaut et adopté dès lors pour le débit la valeur $Q = 263\ m^3/s$.

Quant aux pertes de charge, elles atteignent respectivement 18,3 mm H_2O pour 102,42 m de partie maçonnée et 31,2 mm H_2O pour 99,76 m de partie cuvelée. La grande différence entre ces 2 valeurs appelle quelques commentaires. Elle est imputable non seulement à la grande rugosité du cuvelage, mais aussi à une venue d'eau importante à la partie supérieure du puits. En estimant cette venue d'eau à 10 m^3/h et en calculant la perte de charge correspondante par la formule proposée par van der Lingen [42], on trouve la valeur 2,8 mm H_2O par 100 m de puits.

A partir des résultats précédents, on peut poursuivre l'analyse des pertes de charge suivant une méthode que nous avons maintes fois exposée. On trouve successivement :

— résistance $K = \Delta p/Q^2$:
partie cuvelée : 0,0003624 kmurgue pour $L = 99{,}76$ m,
partie maçonnée : 0,0002714 kmurgue pour $L = 102{,}42$ m,

— coefficient de pertes de charge $\lambda = 8\,gKS^3/L\delta\pi D$:
partie cuvelée : $\lambda = 0{,}2975$,
partie maçonnée : $\lambda = 0{,}1974$,

— coefficient λ' relatif à la section la plus encombrée du puits :
partie cuvelée : $\lambda' = 0{,}469\ \lambda = 0{,}1395$,
partie maçonnée : $\lambda' = 0{,}09258$.

En ce qui concerne la signification des coefficients λ et λ', on se référera utilement à nos publications antérieures [43] [44].

Pour le calcul de λ', on n'a tenu compte que des compartiments α et β (fig. 9) ; on admet que le débit d'air du compartiment des échelles est négligeable. Le coefficient λ' est la moyenne pondérée des coefficients λ'_i caractéristiques des divers types de parois entourant la veine d'air :

$$\lambda' = \Sigma \lambda'_i \frac{P'_i}{P_{tot}}.$$

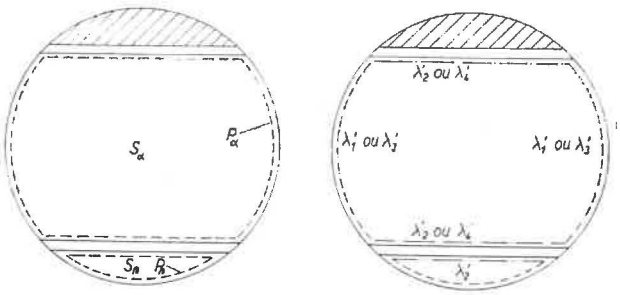


Fig. 9.
A gauche : délimitation des sections S_α, S_β et des périmètres P_α et P_β intervenant dans le calcul de λ'. A droite : délimitation des 3 types de parois dont la rugosité intervient dans la formule $\lambda' = \Sigma \lambda'_i P'_i/P_{tot}$. Le passage de λ'_2 à λ'_4 correspond à l'installation d'un treillis à mailles fines entre les traverses.

Dans le cas présent, nous avons 3 types de parois : maçonnerie (λ'_1), guidonnage (λ'_2), cuvelage (λ'_3). Ne disposant que de deux mesures, nous devons estimer un des coefficients λ'_i, nous avons en cette occurrence posé $\lambda'_1 = 0{,}02$. On en déduit ensuite aisément, compte tenu du développement des 3 types de parois :

$\lambda'_2 = 0{,}166$ (guidonnage),
$\lambda'_3 = 0{,}114$ (cuvelage).

C'est la première fois que nous aboutissons à chiffrer la résistance d'un cuvelage à nervures internes. Cette estimation est plus élevée que celle proposée par le National Coal Board [45], mais elle coïncide avec celle trouvée lors d'essais sud-africains [46] sur maquette avec des traverses en bois disposées *contre* une paroi lisse. Quant à la résistance des traverses, elle est également fort élevée, mais bien compatible avec d'autres déterminations expérimentales. Dans notre communication n° 146 [44], nous avions proposé la valeur $\lambda = 0{,}150$ pour des traverses carrées espacées de 10 fois leur largeur, arrondies sur leur face supérieure par l'érosion et les poussières et abordées par l'air du côté non arrondi. Dans le cas présent, l'espacement est de l'ordre de 7 fois la largeur et il est normal qu'on trouve une valeur encore plus élevée.

La conséquence pratique de ces calculs est qu'on a de très sérieux espoirs de réduire notablement la résistance du puits en réalisant le long des traverses un revêtement plus ou moins lisse. Admettons qu'on parvienne à une rugosité correspondant à $\lambda'_4 = 0{,}05$, c'est-à-dire encore 2,5 fois plus que pour une paroi vraiment lisse. Le coefficient λ' pour le puits dans sa partie maçonnée deviendrait (fig. 9) :

$$\lambda' = \lambda'_1 \frac{P'_1}{P'_{tot}} + \lambda'_2 \frac{P'_2}{P'_{tot}} + \lambda'_4 \frac{P'_4}{P'_{tot}}$$

$$= 0{,}02 \frac{13{,}14}{26{,}24} + 0{,}166 \frac{4{,}10}{26{,}24} + 0{,}05 \frac{9{,}00}{26{,}24}$$

$$= 0{,}05310 \text{ au lieu de } 0{,}09258,$$

ce qui correspond à une réduction de résistance de 43 %. Pour la partie cuvelée, on aurait semblablement :

$$\lambda' = \lambda'_3 \frac{P'_3}{P'_{tot}} + \lambda'_2 \frac{P'_2}{P'_{tot}} + \lambda'_4 \frac{P'_4}{P'_{tot}}$$

$$= 0{,}144 \frac{13{,}14}{26{,}24} + 0{,}166 \frac{4{,}10}{26{,}24} + 0{,}05 \frac{9{,}00}{26{,}24}$$

$$= 0{,}10020 \text{ au lieu de } 0{,}1395,$$

soit une réduction de 28 %. La diminution probable de résistance de l'ensemble des puits se situe donc au-delà de 30 %.

A la suite de cette étude, le charbonnage a décidé de placer entre les guides un treillis joignant les traverses et formant une paroi semi-transparente et semi-lisse. La vérification du gain qui en résulte dans les deux longueurs-témoins de 100 m aura lieu au cours de l'année 1965.

b. Lors d'une étude de ventilation effectuée par les *Charbonnages du Borinage* [41], des mesures

directes de *perte de charge des puits* ont été effectuées au siège de l'Espérance.

Les 2 puits de ce siège ont un équipement pratiquement identique (guidonnage Briart), schématisé à la figure 10. Sur les 874 m ayant fait l'objet des essais, 180 m sont pourvus d'un cuvelage ; le reste est en maçonnerie. Le débit d'air a été mesuré par points successifs dans un envoyage désaffecté du puits d'entrée. La perte de charge a été déterminée, d'une part, par la méthode des 2 puits, d'autre part, au moyen d'une colonne d'air comprimé désaffectée,

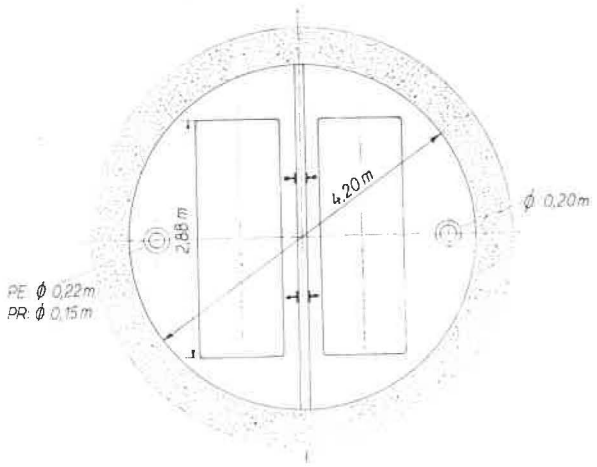


Fig. 10.
Schéma de l'équipement des puits du siège de l'Espérance des Charbonnages du Borinage.

dans le puits d'entrée. Bien que la précision ne soit pas très grande, par suite du débit relativement faible, nous avons effectué l'analyse complète de cet essai ; en voici les résultats :

— débit mesuré dans le puits d'entrée : 33,185 m^3/s (δ = 1,227 kg/m^3) ;
— débit moyen du puits d'entrée : 33,253 m^3/s (δ_m = 1,2245 kg/m^3) ;
— débit moyen du puits de retour : 34,017 m^3/s (δ_m = 1,197 kg/m^3) ;
— perte de charge du puits d'entrée : 6,147 mm H_2O ;
— perte de charge du puits de retour : 6,313 mm H_2O ;
— résistance des puits : K = 0,00555 kg s^2/m^8 pour le puits d'entrée et 0,00546 kg s^2/m^8 pour le puits de retour ;
— résistance hectométrique k_{100} = 0,00128 kg s^2/m^8 pour le puits d'entrée et 0,00124 kg s^2/m^8 pour le puits de retour ;
— coeffficient de perte de charge brut, calculé pour D = 4,20 m et S = 13,84 m^2 : λ = 0,164 pour les 2 puits ;
— coefficient λ' rapporté à la section la plus encombrée : λ' = 0,0543 λ = 0,0891.

Le coefficient λ' peut à nouveau être décomposé en 2 termes, corerspondant respectivement à la paroi et à la traverse médiane. Comme la paroi comprend 180 m de cuvelage (λ' = 0,11) et 694 m de maçonnerie (λ' = 0,022), nous admettons que l'on a :

$$\lambda'_{paroi} = \frac{694}{874} \cdot 0{,}022 + \frac{180}{874} \cdot 0{,}11 = 0{,}4012.$$

La relation

$$\lambda' = \frac{P_{paroi}}{P_{tot}} \lambda'_{paroi} + \frac{P_{trav}}{P_{tot}} \lambda'_{trav}$$

devient ainsi, avec P_{paroi} = 12,96 m et P_{trav} = 8,4 m :

$$0{,}0891 = 0{,}6068 \cdot 0{,}4012 + 0{,}3932\ \lambda'_{trav}.$$

On en déduit finalement λ'_{trav} = 0,165.

L'incertitude sur cette valeur est toutefois assez grande car nous avons dû estimer λ'_{paroi} de façon assez arbitraire.

c. A l'occasion du problème posé par les *Charbonnages de Helchteren-Zolder et Houthalen*, nous avons récolté quelques mesures relativement précises de *pertes de charge en galeries* revêtues de claveaux. Pour des bouveaux en parfait état, le coefficient de pertes de charge λ résultant de ces mesures est remarquablement constant et compris entre 0,050 et 0,055. Cette valeur, qui est supérieure au double de celle d'une paroi lisse, est explicable entre autres par l'influence défavorable des tuyauteries souvent disposés côte à côte horizontalement, dans une zone où la vitesse de l'air est élevée. En outre, là où les sections sont devenues irrégulières ou renforcées par des cadres ou par un boisage, le coefficient λ atteint parfois ... 0,09 ..., c'est-à-dire autant que pour les galeries à cadres en bon état.

D. Bilan thermique de tailles à forte production.

Nous avons signalé dans notre rapport précédent que des difficultés climatiques pourraient apparaître dans des chantiers à forte production, surtout s'ils sont mécanisés de façon intensive : tel a été le cas d'un chantier exploité à la profondeur de 700 m par les Charbonnages d'Hensies-Pommerœul. Nous avions également indiqué les moyens susceptibles en principe d'améliorer la situation : accroissement du débit d'air, emploi de moyens de lutte contre les poussières plus économes en eau (moins de pulvérisation, plus d'injection), emploi de retardateurs d'évaporation...

En vue de mettre au point ces procédés d'amélioration du climat et d'en vérifier l'efficacité, nous

avons effectué de façon répétée des mesures climatiques dans la taille considérée et établi un bilan thermique détaillé. Le tableau IV rassemble quelque-uns des résultats obtenus. L'interprétation de ceux-ci est assez difficile, car en dehors des facteurs contrôlables il existe entre ces essais de nombreuses différences qui exercent une influence de nature plus ou moins aléatoire. Cependant, si l'on s'en tient aux grandes lignes, quelques constatations intéressantes peuvent être faites.

a. Les essais permettent de vérifier l'influence du débit d'air sur le climat ; en effet, pour des raisons en partie fortuites, les mesures ont pu être relevées dans des conditions d'aérage extrêmes ; elles donnent 4 points sur un diagramme (Q, P_a) reliant le dégagement calorifique horaire global (Q) et le débit (P_a) (kg/seconde d'air sec). Un point supplémentaire est fourni par la considération de la fraction du dégagement calorifique qui est indépendante de l'aérage et qui se produirait même à débit nul ; cette fraction comporte au minimum l'équivalent calorifique de l'énergie électrique consommée. Sur la figure 11, nous avons indiqué l'allure de la courbe qui en résulte ; le tracé tient compte qualitativement du fait que le dégagement calorifique dépend aussi de la production et de la longueur totale du circuit, qui ont varié sensiblement d'un essai à l'autre. Comme on le voit, la loi représentant la relation entre Q et P_a est du type

$$Q = Q_0 + k P_a^{\alpha} ;$$

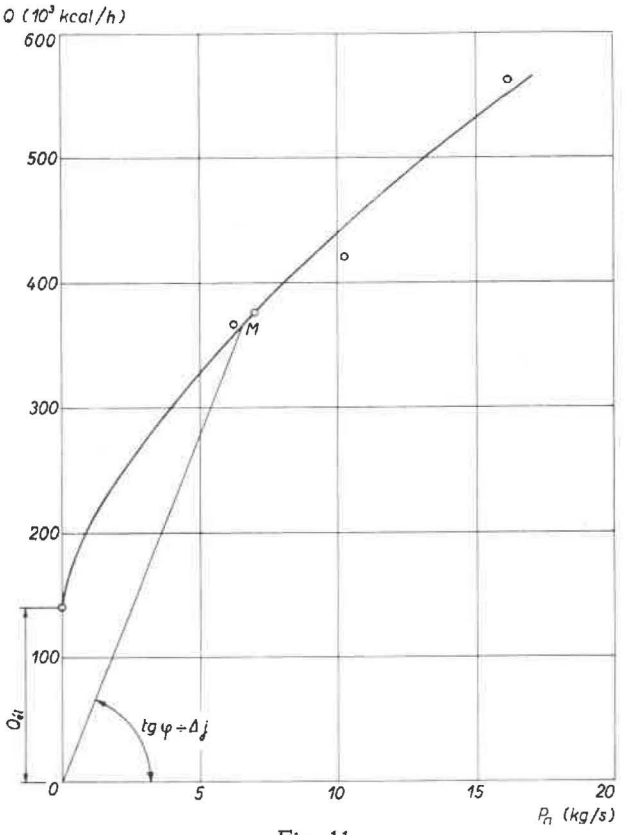


Fig. 11.
Relation entre le débit d'air P_a et le dégagement calorifique total Q. La partie de ce dégagement indépendante du débit est essentiellement constitué par Q_{ei}, équivalent calorifique de la puissance électrique consommée.

TABLEAU IV.

Bilan thermique d'une taille à forte production.

Essai n°	1	2	3	4
A. *Du point de chargement en bouveau à la tête de taille*				
Longueur totale (m)	568	935	737	1.095
Production (berlines/h)	—	45	34	65
Débit d'air (kg/s air sec)	10,22	6,23	6,96	16,13
Apport calorifique global (kcal/h)	420.000	366.000	375.000	562.000
Evaporation totale (kcal/h)	286.000 (68 %)	280.000 (76 %)	280.000 (75 %)	423.000 (75 %)
Equivalent de la puissance électrique (kcal/h)	132.000	146.000	146.000	146.000
B. *Taille seule (moteur pied de taille exclu)*				
Longueur (m)	140	200	200	200
Apport calorifique global (kcal/h)	193.500	109.000	146.000	238.300
Evaporation totale (kcal/h)	132.000 (68 %)	98.700 (91 %)	133.000 (91 %)	177.400 (71 %)
Equivalent de la puissance électrique (kcal/h)	43.000	43.000	43.000	43.000

l'exposant x, que nous avions pris égal à 0,5, dans nos calculs prévisionnels, semblerait plus proche de 0,7. Sur la même figure, la pente de la radiante OM représente la variation d'enthalpie de l'air $\Delta j = Q/P_a$ le long de son parcours souterrain ; on vérifie aisément que cette pente diminue à débit croissant, d'abord de façon rapide, ensuite de plus en plus lentement. L'accroissement du débit d'air au-delà d'une certaine limite ne permet plus d'exercer une influence notable sur le climat à la sortie de la taille.

b. Les chiffres du tableau IV mettent également en évidence le rôle considérable joué par l'humidité du charbon : en général, 75 % de la chaleur dégagée servent à vaporiser de l'eau. Comme les terrains encaissants ne révèlent aucune infiltration d'eau et paraissent secs, cette vapeur d'eau provient essentiellement du charbon abattu.

Une anomalie mérite cependant d'être signalée : bien que les essais n° 2 et 3 ne diffèrent que par la mise en ou hors service des pulvérisateurs, l'évaporation d'eau est pratiquement la même pour les deux essais.

En examinant dans le détail l'évolution de l'air (fig. 12), on s'aperçoit cependant que dans la voie d'entrée, l'évaporation est fortement réduite lorsqu'on arrête les pulvérisateurs (188 kg/h au lieu de 254 kg/h). Il en résulte que, pour l'essai n° 3, l'air est arrivé beaucoup plus sec au pied de taille que pour l'essai n° 2 (φ = 0,6 au lieu de 0,75). L'évaporation en taille a de ce fait été accrue (218 kg/h au lieu de 162), l'état final de l'air étant en définitive peu différent pour les 2 essais.

On vérifie ainsi un principe général qui gouverne le climat souterrain : toute action favorable locale,

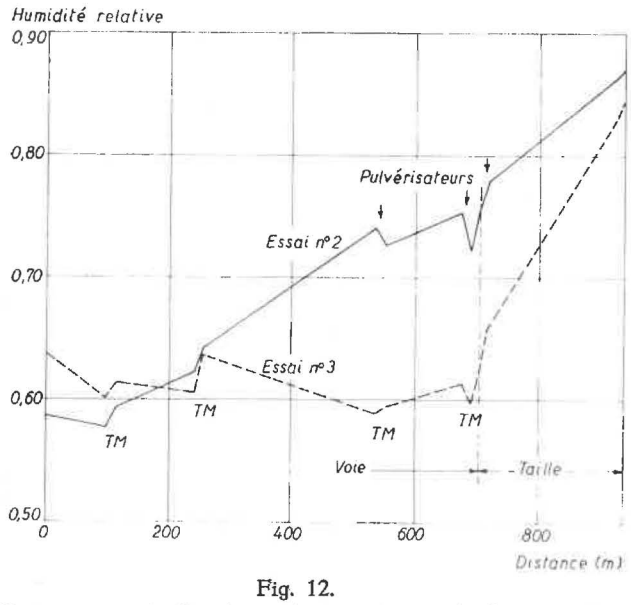


Fig. 12.
Comparaison de l'évolution hygrométrique de l'air depuis le point de chargement jusqu'en tête de taille, suivant que les pulvérisateurs sont en service (essai n° 2) ou hors service (essai n° 3). T.M. = tête motrice.

soit assèchement, soit refroidissement, est progressivement annihilée en aval par une exaspération de l'évaporation ou des échanges calorifiques. Par conséquent, les actions possibles doivent de préférence être entreprises assez près des points à assainir. Notons cependant que la valeur relativement faible du débit a favorisé le phénomène ici décrit ; avec un débit plus élevé, la suppression des pulvérisateurs aurait fait sentir son effet plus loin en aval.

Il faut d'ailleurs souligner que la longueur de front où les conditions climatiques sont sévères, était nettement moindre lors de l'essai n° 3 : le point où l'on atteint t_h = 28 °C est remonté de 75 m vers la tête de taille par rapport à l'essai n° 2.

Ces constatations justifient le fait que la suite de nos efforts s'est portée sur la mise au point de l'injection d'eau en veine, de façon à permettre la suppression des pulvérisateurs.

2. LUTTE CONTRE LES POUSSIERES

A. Analyse des poussières - Conimétrie.

a. *Etude des empoussiérages en relation avec l'activité professionnelle et l'anamnèse médicale d'un groupe d'ouvriers mineurs.*

L'enquête sur les conditions d'empoussiérage existant dans les travaux souterrains du siège de Houthalen des Charbonnages de Zolder s'est poursuivie systématiquement suivant les modalités rappelées maintes fois déjà dans ces colonnes. Les mesureurs de la mine ont effectué cette année 3.425 prélèvements de poussières au précipitateur thermique, ce qui porte à plus de 17.000 le nombre de prises d'échantillons faites depuis 5 ans.

Tous les résultats des examens, exprimés en nombre de particules par cm³ d'air (particules comprises entre 5 et 0,5 μ) avec mention du pourcentage en quartz, ont été reportés quinzaine par quinzaine, sur les cartes d'anamnèse de chaque ouvrier occupé dans les chantiers contrôlés. En ce qui concerne les travaux préparatoires, une moyenne pondérée est faite qui tient compte de l'importance de chacune des phases de travail dans le cycle complet du creusement.

Comme précédemment, nous avons procédé à la répartition des valeurs trouvées pour les différents postes de travail et calculé les indices de nocivité correspondant aux empoussiérages subis par tous les ouvriers.

Les moyennes arithmétiques pondérées des indices de nocivité de l'air mesurés dans les chantiers sont rassemblées au tableau V.

TABLEAU V.

Répartition par phase de travail des indices de nocivité moyens mesurés dans les travaux préparatoires et dans les voies de retour d'air des chantiers d'abattage, durant les cinq dernières années.

	1959	1960	1961	1962	1963
Forage des mines	5,5	5,4	4,8	4,2	3,8
Minage (mise à feu des explosifs)	7,3	8,3	7,4	7,0	6,5
Chargement des déblais	5,6	5,6	5,3	4,4	3,7
Boisage avant claveautage	5,3	5,4	4,6	3,7	3,1
Claveautage	4,8	4,6	4,0	3,5	—
Cadrage et rectification des parois	5,3	5,4	4,7	3,8	—
Abattage du charbon	4,5	4,5	4,3	3,9 (*)	3,2 (*)
Nettoyage des chantiers	4,9	4,6	3,9	3,4 (*)	3,1 (*)
Contrôle du toit (**)	5,0	5,1	4,5	3,3 (*)	2,4 (*)

(*) Pour autant que la distinction entre les trois phases soit encore possible.
(**) Les mesures effectuées pendant le remblayage pneumatique ne représentent pas 10 % du nombre de déterminations faites ; en 1962 : suppression progressive du remblayage pneumatique, en 1963 : aucune mesure faite pendant ce travail.

Ces valeurs montrent que, dans des formations houillères similaires, moyennant une politique de prévention rationnelle, les empoussiérages inéluctables peuvent être considérés comme acceptables en moyenne puisque les indices de nocivité sont inférieurs à la valeur admise comme seuil : $i = 5$ [47]. *Cette conclusion n'est toutefois valable* que si la mécanisation des chantiers reste limitée à l'utilisation du rabot, car il ressort de nos plus récentes mesures faites en 1964 que la prévention lors du havage intégral des couches n'est pas encore tout à fait au point.

Pour mieux apprécier l'efficacité des moyens de prévention et caractériser de façon plus correcte les empoussiérages subis par le personnel, nous avons repris toutes les valeurs des indices par catégorie de travailleurs — comme nous l'avons fait l'année dernière pour les abatteurs — et calculé les moyennes géométriques et la dispersion de ces déterminations, lesquelles suivent une loi de distribution pratiquement logarithmique normale. Ces moyennes géométriques M_g et les déviations standards correspondantes σ_g pour les années allant de 1958 à 1962, sont indiquées au tableau VI.

On constate que le pourcentage d'ouvriers ayant séjourné en moyenne dans des empoussièrages acceptables ($i < 5$), est passé de 65 % environ à 95 % de 1959 à 1962. Le dépouillement en cours des résultats des deux dernières années montre que la situation s'est encore améliorée en 1963, mais qu'un léger recul est à craindre pour 1964 par suite, notamment, de la mécanisation plus poussée des chantiers d'abattage (haveuses à tambour).

Du point de vue médical, une *étude complète de l'évolution* des pneumoconioses en relation avec les empoussiérages subis n'est pas encore possible parce que les mesures de poussières ne s'étendent pas sur un nombre d'années suffisamment élevé. Le temps écoulé est encore trop court également pour confirmer l'exactitude de l'empoussiérage limite proposé provisoirement en 1962 ($i = 5$). Néanmoins les ouvriers abatteurs présentant une image radiographique m_1 après 8 années de travail sont, en 1963, proportionnellement 5 fois moins nombreux que les ouvriers abatteurs présentant la même image radiographique en 1958 après 8 ans de travail également dans les mêmes formations houillères, exploitées alors avec une prévention de poussières déjà convenable mais moins efficace qu'actuellement.

b. *Contrôle systématique de l'empoussiérage de l'air. Mesures gravimétriques de routine.*

Nous avons précédemment montré [41] qu'il existait un parallélisme entre la classification des empoussiérages miniers proposée par le Stofinstituut des Pays-Bas [48] et celle présentée par l'Institut d'Hygiène des Mines.

Les concentrations limites hollandaises sont basées sur la détermination des teneurs gravimétriques en poussières de toutes catégories (mg/m^3) et de leur pourcentage en stériles (cendres), tandis que l'indice de nocivité défini par l'Institut d'Hygiène des Mines se calcule par application d'une formule dans laquelle interviennent la concentration en nombre de particules de 5 à 0,5 μm, la teneur en quartz et des constantes, fonction des modes de

TABLEAU VI.

Moyennes géométriques M_g et déviations standards σ_g des indices de nocivité de l'air inhalé par les plus importantes catégories d'ouvriers.

Catégories	1958		1959		1960		1961		1962	
	M_g	σ_g	M_g	σ_g	M_g	σ_g	M_g	σ_g	M_g	σ_g
Surveillants à l'abattage	4,82	1,136	4,74	1,184	4,40	1,106	4,04	1,093	3,56	1,154
Ouvriers moniteurs	4,38	1,104	4,50	1,135	4,32	1,104				
Abatteurs	4,35	1,174	4,65	1,162	4,30	1,075	4,05	1,090	3,65	1,129
Apprentis-abatteurs	4,10	1,216	4,55	1,151	4,22	1,116	4,18	1,103	3,85	1,143
Pelleteurs	4,74	1,220	4,52	1,159	4,36	1,102	4,00	1,106	3,82	1,176
Moniteurs + abatteurs + apprentis + pelleteurs	4,35	1,190	4,60	1,140	4,26	1,091	4,10	1,100	3,72	1,142
Remblayeurs foudroyeurs	5,48	1,121	4,90	1,209	4,37	1,123	4,15	1,116	3,61	1,187
Changeurs d'installation - nettoyeurs	4,06	1,149	4,72	1,179	4,90	1,118	4,36	1,162	3,98	1,131
Travaux divers en taille	4,28	1,198	4,71	1,183	4,40	1,107	4,10	1,120	3,54	1,155
Tous ouvriers en taille	4,60	1,194	4,65	1,162	4,35	1,104	4,13	1,106	3,63	1,147
Ouvriers des préparatoires										
— bouveaux à cadres	—	—	5,30	1,075	5,40	1,061	5,08	1,128	4,43	1,140
— bouveaux à claveaux	—	—	5,48	1,094	5,40	1,064	5,15	1,052	4,10	1,114
— puits intérieurs	—	—	5,40	1,162	5,30	1,071	5,00	1,122	5,21	1,082
Ensemble des ouvriers	—	—	4,68	1,159	4,54	1,118	4,21	1,145	3,75	1,194

prélèvement et d'examen des poussières. Cet indice de nocivité est cependant différent de l'indice koniotique français car, pour les faibles teneurs en quartz, il fixe une limite à la « masse » de poussières charbonneuses qu'il conviendrait de ne pas inhaler.

C'est pourquoi, *pour des mesures de routine*, nous avons préconisé le prélèvement gravimétrique des poussières, en effectuant la prise de l'échantillon dans un dé de Soxhlet, le porte-filtre étant muni d'ajutages de diamètres différents qui permettent de respecter un isocinétisme approché du courant d'air. Après avoir procédé à de nombreux étalonnages du prototype d'appareil proposé (appareil du Stofinstituut légèrement modifié), étudié la reproductibilité des mesures en examinant spécialement l'influence de la variation de résistance des filtres et mis au point une méthode de récupération des poussières captées sur filtres peu chargés, nous avons entamé une vaste campagne de prélèvements dans les différents bassins du pays. Au total, près de 600 postes de travail ont été contrôlés en 1964 (matin, midi, soir). Une première équipe spéciale de mesureurs (rattachée aux Centres Médicaux de Charleroi) a prospecté systématiquement les chantiers des Bassins de Charleroi, Basse-Sambre et du Centre. Une étude de la distribution et de la dispersion des résultats obtenus a été faite ; elle montre notamment que, durant l'abattage, la concentration moyenne est égale à 45 mg/m³ et que la teneur en cendres des poussières en suspension dans l'air est de 20 %. *Ces valeurs définissent un empoussiérage moyen de la classe II, c'est-à-dire très accep-*

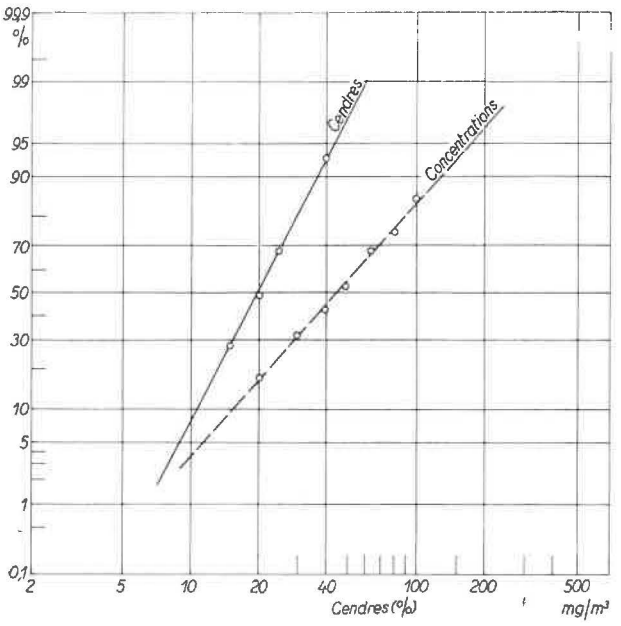


Fig. 13.
Répartition des concentrations gravimétriques et des teneurs en cendres (186 postes d'abattage).

TABLEAU VII.

Moyennes géométriques et déviations standards correspondantes des résultats des mesures gravimétriques de poussières.

		M_g	σ_g
Postes d'abattage	Concentration (mg/m³)	45	2,29
	Teneur en cendres (%)	20	1,62
Postes faisant suite à l'abattage	Concentration (mg/m³)	18,5	3,4 (!)
	Teneur en cendres (%)	26,5	1,35

table, et elles apportent la preuve qu'un réel effort a été réalisé dans le domaine de la prévention. La figure 13 représente, sous forme de courbes cumulatives, la répartition des concentrations gravimétriques et des teneurs en cendres pour 186 postes d'abattage. Nous donnons au tableau VII les moyennes géométriques trouvées et les déviations standards correspondantes.

c. *Mesures comparatives de l'empoussiérage de l'air.*

Dans le cadre d'une recherche communautaire de la C.E.C.A., différents essais ont eu lieu en vue de comparer les résultats des mesures de l'empoussiérage de l'air faites par les instituts de la Communauté et de Grande-Bretagne. A cette occasion, 32 prélèvements de poussières effectués au précipitateur thermique par les représentants de l'Institut d'Hygiène des Mines ont été comptés dans les laboratoires du N.C.B., puis à l'Institut d'Hygiène des Mines, chaque laboratoire utilisant son propre mode opératoire. Quelques-uns des échantillons ont été réexaminés une seconde fois en adoptant le principe de la non dissociation des agrégats au comptage. Les résultats trouvés ont confirmé nos constatations antérieures. Il subsiste un écart systématique lorsqu'on compare les méthodes propres à chaque organisme, le mode opératoire préconisé par l'Institut d'Hygiène des Mines pour le prélèvement et la numération des poussières donnant un nombre plus élevé de particules dans une tranche granulométrique donnée. Les 32 prélèvements qui définissaient en principe 8 atmosphères empoussiérées (4 × 8 prises d'échantillons) ont en effet donné les valeurs reprises au tableau VIII (valeurs moyennes et limites au palier de confiance de 95 %).

Par contre, lorsque les prélèvements au précipitateur thermique sont examinés sans dissociation des agrégats, dans la tranche granulométrique 5 - 1 μm, les écarts sont de l'ordre de grandeur des erreurs de mesure ; on a trouvé dans le cas présent, pour les plaques soumises à un second examen : 1.242 part/cm³ (s_M = 170) au N.C.B. et 1.342 part/cm³ (s_M = 203) à l'Institut d'Hygiène des Mines. Ceci démontre une fois de plus que, compte tenu de la dispersion normale des mesures et des fluctuations de l'empoussiérage, nous n'avons pas d'écart *en moyenne* si nous adoptons la même façon de compter les agrégats, pour autant cependant qu'on prélève suffisamment d'échantillons afin d'éviter un « overlapping » exagéré.

TABLEAU VIII.

Résultats des mesures comparatives.

Essais	Nombre de particules de 5 à 1 μm	
	Résultats I.H.M.	Résultats N.C.B.
I	986 ± 53	686 ± 142
II	702 ± 546	587 ± 250
III	1.909 ± 732	1.176 ± 426
IV	2.164 ± 805	1.454 ± 200
V	1.530 ± 242	1.032 ± 264
VI	1.314 ± 340	1.026 ± 267
VII	690 ± 321	498 ± 158
VIII	811 ± 88	672 ± 84

B. Procédés et matériel de lutte contre les poussières.

a. *Lutte contre les poussières dans les chantiers d'abattage par application du procédé d'injection d'eau en veine.*

α. Essais de pré-télé-injection au siège de Houthalen.

Nous avons signalé l'année dernière que, grâce à la pré-télé-injection, l'introduction de 0,3 à 0,4 % d'eau (par rapport au tonnage net) avait entraîné

dans la taille 81/31 Est une réduction de 55 à 60 % du poids des poussières et de 25 à 30 % du nombre de particules de 5 à 0,5 μm en suspension dans l'air, en tête de taille, provoquant *en fait une diminution de 65 % au moins du nombre de particules produites en taille.* Cette pré-télé-injection, avait été réalisée par un trou d'adduction visant le « centre » de gravité du panneau à exploiter.

Une pré-télé-injection du même genre, faite cette année dans la taille 81/31 Ouest, a procuré un « taux de réduction » de 50 % du nombre de particules de 5 à 0,5 μm *produites* en taille, grâce à l'apport d'une quantité d'eau représentant 0,3 à 0,5 % de la production nette. A cette occasion, nous avons constaté que la migration de l'eau — radiale en gros à partir du centre de gravité du panneau — semble néanmoins se faire préférentiellement vers les burquins qui recoupent la couche, près des bouveaux, et surtout vers le montage. Lorsque le front de la taille a atteint et dépassé le point d'impact du trou d'adduction, l'humidité du charbon est moins régulière même si on avait prévu un trou « exutoire » dans cette partie du panneau. Pour que le front reste humide, il paraît donc indiqué dans certains cas de fournir de l'eau d'appoint. S'il s'agit de chantiers mécanisés, à abattage par haveuse à tambour, nous croyons que c'est même une nécessité de le faire pour esayer d'obtenir une humidité supérieure à 3 % au « cœur du charbon ».

La réalisation de cet apport d'eau supplémentaire est possible en profitant des fissurations dues à l'exploitation d'une couche préalablement exploitée à l'aplomb qui ont provoqué une perméabilité activée. Il s'agit de la pré-télé-injection « accélérée », suivant la terminologie proposée par M. H. Lavallée [49]. On s'est servi de cette perméabilité activée en forant, à partir d'une ancienne voie demeurée accessible, un trou vertical, vers le bas, jusque et y compris la veine à traiter. La détente des terrains créée par cette ancienne voie autour d'elle-même, suivant un cylindre plus ou moins régulier, a affecté la couche sous-jacente en y découpant une sorte de chenal de plus grande perméabilité sur toute la longueur de la voie. L'eau chemine plus rapidement par ce canal qu'elle ne le ferait radialement autour d'un trou d'adduction aboutissant au centre de gravité du panneau. Cette eau progresse donc plus vite vers le front de taille ; elle y rencontre la (ou les) série(s) de bandes parallèles au front, plus fortement détendues, et s'y répand préférentiellement. Ces phénomènes ont été vérifiés, notamment dans la taille 912/10 exploitée au moyen d'une haveuse AB 16 produisant 400 t/jour. A partir d'un point d'une ancienne voie sus-jacente, située 35 m plus haut et à 160 m du montage, on a introduit 146 m^3 d'eau en 6 jours, à la pression de 65 à 80 kg/cm^2. Le charbon « in situ » ayant une humidité naturelle de 2,8 %, nous avons relevé, 22 jours par après, une humidité de 3,8 % dans la niche supérieure et de 3,8 à 3,4 % dans le tiers inférieur de la taille, dans la laie supérieure non entamée par le tambour de la haveuse. Onze jours ensuite, après avoir réinjecté de 4 à 5 m^3 d'eau par 24 h, depuis 5 jours, nous avons retrouvé des humidités du même ordre de grandeur. On est en droit d'admettre que l'eau a bien progressé comme indiqué plus haut, car la quantité injectée ne représentait pas même 0,1 % du tonnage à extraire en considérant un panneau de même surface que le champ d'exploitation de la taille sus-jacente.

Nos constatations relatives aux empoussiérages sont très difficiles à interpréter à cause de l'irrégularité de fonctionnement du Shearer. Nous sommes néanmoins convaincus que l'apport de 4 à 5 m^3 d'eau supplémentaire (réalisé en continu à partir d'un point extérieur au chantier) a provoqué un traux de réduction de l'ordre de 50 % du poids des poussières en suspension dans l'air en tête de taille.

Cette façon de procéder à l'injection n'est malheureusement pas applicable si on doit désameubler la galerie sus-jacente.

β. Influence de la profondeur d'injection sur le dégagement de poussières en taille.

Nous avons à maintes reprises recommandé des sondages plus profonds pour accroître le « rendement » de l'injection d'eau en veine. En effet, par suite de la présence de macrofissures, l'eau injectée à proximité immédiate du front est généralement utilisée en pure perte. A cet égard, nous avons suivi pendant plus de 6 mois, l'évolution des conditions d'empoussiérage dans un important chantier du Bassin du Borinage ayant progressé de près de 300 m (siège Sartis des Charbonnages d'Hensies-Pommerœul). Cette taille équipée d'un rabot-panzer, produisant 500 tonnes nettes en deux postes, était considérée comme étant encore trop poussiéreuse malgré l'injection de 7 m^3 d'eau chaque jour (1,35 %) et l'utilisation au pied de taille de 2,5 m^3 d'eau de pulvérisation par poste. Après avoir doublé la ventilation, le débit d'air étant finalement porté à 12 ... 13 m^3 par seconde, on a augmenté la production jusque 700 ... 750 tonnes nettes par jour. Cette production s'est d'ailleurs maintenue durant 4 mois avec des pointes de 800 ... 850 tonnes nettes. A ce moment, l'humidité naturelle du charbon était comprise entre 1,6 et 1,8 % ; l'injection de 1,0 à 1,1 % d'eau (par rapport au tonnage net) et la pulvérisation au pied de taille (au point de transbordement panzer taille, panzer de chargement) de 3 à 3,5 m^3 d'eau par poste n'ont pas sensiblement amélioré les conditions d'empoussiérage.

Après mises au point successives du matériel (cannes, raccords, pompes, ...) au lieu de forer à 2,50 - 2,70 m de profondeur et de placer la canne d'injection à 1,50 ... 1,60 m de l'orifice des trous,

on a exécuté les sondages à 4 m de profondeur en réservant une « chambre d'infusion » de 1 m à 1,20 m.

Dans ces conditions, l'injection de 1,4 % d'eau et la pulvérisation au pied de taille de 3 m^3 d'eau en moyenne par poste, ont procuré un taux de réduction, en poids, de 45 % des poussières en suspension dans l'air en tête de taille, par rapport à la situation existant lors des essais à plus faible profondeur.

Pour améliorer les conditions climatiques en tête de taille durant la période d'été, on a supprimé l'arrosage des produits dans la voie d'entrée d'air et injecté à 4 m de profondeur, une quantité d'eau représentant de 2,0 à 2,2 % du tonnage net. On a du coup supprimé 50 % du poids des poussières en suspension dans l'air, en tête de taille (par rapport à la même situation de référence) et obtenu ainsi des conditions de travail plus que satisfaisantes. On a gagné de plus, près d'un degré de température effective malgré un allongement de 280 m des voies de chassage. Cette amélioration du climat s'explique par le fait que la fraction 0/10 du charbon, au départ du pied de taille, n'avait plus qu'une humidité superficielle de ... 3,7 % ... au lieu de 4,2 à 4,4 %. Les résultats atteints démontrent la supériorité manifeste de l'injection réalisée à plus grande profondeur.

Des constatations analogues ont d'ailleurs été faites dans une autre taille, a priori plus difficile, exploitée au siège L. Lambert de la même société. D'une ouverture de 1,85 à 2,15 m et d'une puissance de 1,60 ... 1,70 m, la couche, inclinée à 38 ... 42°, est exploitée au marteau-piqueur. Initialement, l'injection se faisait au moyen de l'appareil Jerusel, placé à 1,40 m de profondeur dans des trous forés jusque 1,60 m, le volume d'eau « injectable » en toute sécurité ne représentant que 0,4 % du tonnage net. En doublant la quantité d'eau (ce qui n'est nullement exagéré et s'est avéré sans grand danger) et en plaçant la sonde d'injection à 2,50 m dans des trous profonds de 4 m, on a supprimé 65 % des poussières par rapport aux empoussiérages mesurés lors de l'application du procédé Jerusel.

b. *Considérations relatives à la mécanisation intégrale des chantiers d'abattage.*

Les résultats des mesures effectuées dans les chantiers équipés de haveuses à tambour du type Shearer ne sont pas encore suffisants pour qu'on puisse les considérer comme une étude systématique de ce procédé d'abattage. Trop de paramètres ont une influence sur le dégagement de poussières et devraient être examinés séparément : vitesse d'avancement, longueur du tambour, vitesse et sens de rotation, nombre et emplacement des pics, nature et état de fissuration du charbon, puissance de la couche, ... Nous croyons cependant, dans l'état actuel de la question, que pour obtenir des empoussiérages ne dépassant pas la cote d'alerte, l'humidité des produits 0/10 bruts abattus devait être de l'ordre de : 4,0 à 4,5 % si la teneur en eau du charbon « in situ » est de 3 à 3,5 % ; 4,5 à 5,5 % si la teneur en eau du charbon « in situ » est de 2,5 à 3 % et même supérieure à 6 % si la teneur en eau du charbon « in situ » est inférieure à 2,5 %.

Il est vraisemblable que, dans les cas extrêmes, on devra en arriver à faire modifier les machines pour qu'on y place des pulvérisateurs débitant jusque 60 à 80 litres/minute sur le tambour ou par le tambour.

c. *Etude de produits retardateurs d'évaporation.*

Dans le rapport précédent [41], nous avons eu l'occasion de résumer nos travaux [51] sur la possibilité de diminuer l'évaporation de l'eau exposée en nappes libres. On a ensuite recherché dans quelle mesure les propriétés établies se conservaient lorsque le liquide est en contact intime avec des produits houillers. Comme support, on a essayé un charbon maigre, un charbon gras et un schiste, chaque variété étant préparée sous trois formes granulométriques différentes. Le chlorure de sodium, le chlorure de calcium et l'huile de vidange ont été choisis comme inhibiteurs pour leurs propriétés intéressantes. On a tout d'abord utilisé la technique d'évaporation progressive par plusieurs séjours à l'étuve à partir d'un taux d'humidification élevé. Un ancien essai effectué en climat humide (φ = 0,85) sur du schiste granulé avait montré [50] que les solutions salines se comportent sensiblement comme des nappes libres avec toutefois tendance à fournir des résultats quelque peu meilleurs ; d'autre part, les émulsions d'huile montraient un effet moins spectaculaire quoiqu'encore notable. De nouvelles expériences sur supports granulés faites dans un climat plus sec (φ = 0,60) ont confirmé les résultats précédents. Les essais sur support fin ($< 74\ \mu m$) ont donné des résultats différents : d'une part, l'émulsion d'huile a eu un effet dérisoire, probablement à cause de l'importante augmentation de la surface granulaire ; avec les solutions salines, d'autre part, le coefficient d'évaporabilité commence par s'améliorer nettement par rapport aux nappes libres, puis réaugmente avec la prolongation de l'expérience jusqu'à dépasser la valeur de référence. Lorsqu'on enrichit les mélanges témoins au départ de telle façon que les taux d'humidification restent voisins en moyenne au cours d'un essai, l'anomalie ne se produit plus. Cette expérience permet d'expliquer l'aggravation constatée lors de l'évaporation progressive. En effet, la valeur absolue des débits d'évaporation diminue au fur et à mesure de l'assèchement des produits. Comme en vertu de l'action du sel, cette diminution est relativement plus marquée pour l'eau seule, il arrive un moment où la variation du rapport $e = q_i/q_w$ du débit d'évapo-

ration de la solution étudiée au débit d'évaporation de l'eau pure, augmente à nouveau par le simple effet d'une diminution plus importante de son dénominateur. Les mêmes taux d'humidification moyens permettent encore de mieux mettre en évidence le comportement propre au sel : dans la zone du mélange où se produit l'évaporation, la solution se concentre rapidement, d'où l'obtention de résultats meilleurs qu'avec les nappes libres.

On a ensuite étudié d'un point de vue plus pratique le comportement des inhibiteurs en vue de leur application dans la mine. Il s'agit en fait de comparer les quantités d'eau évaporée par les produits abattus au cours de leur cheminement lorsqu'ils ont reçu, lors de la prévention (injection, pulvérisation), une même quantité de liquide (eau seule ou traitée). Les expériences consistent à suivre au cours du temps l'évolution du coefficient réel d'évaporabilité et de le comparer à la valeur théorique qu'on devrait obtenir si les réactifs se comportaient comme des nappes libres. La figure 14 illustre le genre de résultats obtenus ; l'allure en U de la courbe réelle s'explique bien par le jeu des deux phénomènes antagonistes mis en évidence précédemment ; pour conférer un caractère plus général au graphique obtenu, on a exprimé en abscisse la quantité d'eau perdue par le support témoin, dont la surface projetée est de 1 dm^2.

Du point de vue de la lutte contre les poussières, il est intéressant de voir comment leur production serait modifiée si on remplace l'eau seule par une solution d'inhibiteur d'évaporation. A cette fin, nous avons construit un dispositif simple permettant la comparaison : il consiste en un cylindre vertical

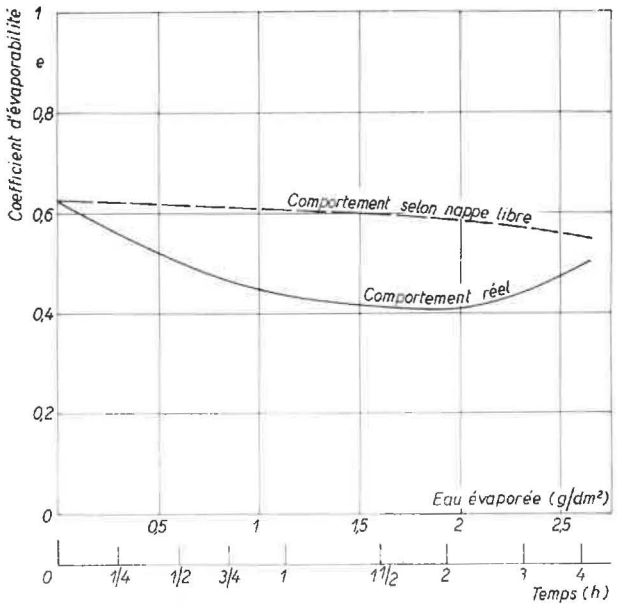


Fig. 14.

Activité d'une solution saline sur produits houillers.
— charbon maigre en granulométrie moyenne,
— solution de NaCl à 15 %,
— taux d'humidification : 2,5 % (volume),
— conditions climatiques : t_s = 32° C, γ = 0,71.

sur le fond duquel on laisse tomber en une fois un volume donné de support humide. Après le temps théoriquement nécessaire à la décantation des particules plus grosses que 10 μm en dessous d'un niveau donné, on introduit l'extrémité d'une hand-pump par une ouverture latérale pratiquée dans le cylindre et on fait un prélèvement. La standardisation des conditions opératoires permet de comparer les quantités de fines poussières soulevées, grâce à la mesure du noircissement des papiers-filtres. Dans le cas de l'expérience présentée ci-dessus, on a trouvé que l'empoussiérage dû à l'eau seule augmente en fonction de l'assèchement progressif, tandis que la poussière soulevée en présence de solutions à 15 % en NaCl ou $CaCl_2$ augmente à peine.

3. ETUDE ET ANALYSE DE PRODUITS DIVERS

L'analyse routinière (humidité, cendres, silice libre, etc.) d'échantillons de poussières aériennes ou de roches en place a été plus importante en raison du développement des nouvelles méthodes de contrôle des empoussiérages. On a également mesuré la concentration et la teneur en silice libre des poussières aériennes soulevées dans un atelier de broyage de produits siliceux. Le laboratoire a également préparé 40 g de poussières de silice inférieures à 5 microns destinées à des recherches médicales.

Enfin, on s'est intéressé aux gaz dégagés par la combustion d'un câble électrique à base de chlorure de polyvinyle (PVC). Etant bien entendu qu'il peut se former de l'oxyde de carbone et de l'anhydride carbonique en quantité variable avec les conditions de combustion, ce travail a porté essentiellement sur les composés agressifs chlorés susceptibles de se dégager. Le câble étudié, du type 500 V, est constitué par une enveloppe, quatre conducteurs gainés, une masse de remplissage de consistance molle à base de néoprène et un lacet souple axial de nature caoutchouteuse.

L'appareillage utilisé, représenté à la figure 15, comprend un tube de combustion en verre dur, un train de cinq barboteurs à plaque frittée, un débitmètre et une pompe. Les absorbeurs contiennent une quantité connue de soude caustique et de l'eau ; l'expérience a montré que l'absorption de l'acide chlorhydrique dégagé est complète pour un débit

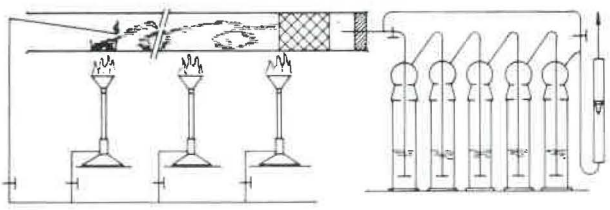


Fig. 15.

Appareillage employé pour étudier les gaz de combustion d'un câble en PVC.

d'air de l'ordre de 2 litres/min. L'inflammation du plastique étant difficile par chauffage extérieur, on s'est aidé d'une petite flamme de gaz entretenue à l'intérieur du tube ; un système by-pass permet de maintenir la ventilation nécessaire en dehors de l'expérience proprement dite.

De fines lanières sont découpées dans les différentes parties du câble ; des longueurs pesant environ un gramme sont morcelées et disposées dans des nacelles allongées en porcelaine. Celles-ci sont introduites successivement dans le tube chauffé par becs papillons ; l'inflammation de chaque éprouvette est provoquée et entretenue par la veilleuse. Les produits brûlent en émettant d'abondants fumerons qui se déposent en partie le long du tube ou sont arrêtés par un bouchon de laine de verre placé à son extrémité. A la fin de l'expérience, les produits charbonneux sont entièrement consumés en promenant une flamme de gaz le long du tube. Les liqueurs de barbotage sont alors réunies et amenées à volume connu. Par titrimétrie, on dose la soude consommée (titrage en retour), les ions chlorures (méthode de Mohr) ainsi que le chlore éventuellement retenu sous forme oxydante (iodométrie). Un essai à blanc a été prévu. Les mesures n'ont pas décélé de chlore ; si on suppose qu'il ne se forme pas de phosgène, on peut attribuer les chlorures à de l'acide chlorhydrique dégagé comme tel. Cette façon de voir est appuyée sur le fait qu'on n'a pas décelé de phosgène lors de la combustion en galeries de plaques de PVC à l'Institut National des Mines à Pâturages [52]. Les moyennes des résultats très concordants obtenus sont groupées au tableau IX. Au total, on obtient un dégagement de 3,3 g HCl, soit sensiblement 2 litres normaux HCl par centimètre de câble. En cas d'incendie dans une galerie équipée d'un tel câble, on peut prévoir la concentration maximale atteinte au moyen de la relation

$$C_{HCl} = \frac{2 \cdot 10^3 \cdot L}{Q_a \cdot t}$$

où C_{HCl} est la concentration volumique en gaz chlorhydrique (parties par million), L la longueur de câble brûlé (cm), Q_a le débit d'air (m^3/min) et t la durée (min) de la combustion. Remarquons que le seuil de toxicité pour HCl est de 5 parties par million pour 8 heures de travail et que des concentrations de 50 à 100 parties par million sont réputées tolérables pendant une heure. La vitesse de combustion du câble en PVC dépend évidemment des conditions locales mais elle est faible en raison même de sa composition ; dans le cas d'un incendie limité provoqué par un arc électrique par exemple, il paraît difficile de dépasser des concentrations de 5 à 10 parties par million (HCl) dans l'air pour des conditions de ventilation habituelles. Pour atteindre des concentrations dangereuses, il faudrait que le feu intéresse d'emblée et non progressivement une longueur de câble de l'ordre du mètre ou que la dilution des gaz soit mal réalisée.

TABLEAU IX.

Acide chlorhydrique dégagé par la combustion des divers éléments d'un câble en PVC.

Matière	Masse par unité de longueur g/cm	Acide chlorhydrique dégagé	
		g par g de matière	g par cm de matière
Enveloppe grise	5,15	0,334	1,720
Gaine rouge	1,40	0,334	0,468
jaune	1,35	0,334	0,451
bleue	1,42	0,334	0,474
noire	0,36	0,336	0,121
Lacet noir	0,17	0,013	0,002
Masse molle	8,14	0,004	0,032

4. ENQUETE

Nous donnons à titre provisoire les résultats de l'enquête que l'Institut effectue chaque année sur l'étendue des moyens de prévention mis en œuvre dans les charbonnages belges pour lutter contre les poussières.

Nous trouvons au tableau X le développement des tailles auxquelles sont appliqués régulièrement des traitements humides : arrosage des fronts, injection d'eau en veine, havage humide et emploi de marteaux-piqueurs à pulvérisation d'eau. Nous avons fait la distinction en indiquant la longueur des fronts traités par une seule de ces méthodes combinée ou non à la pulvérisation d'eau en taille.

Au tableau XI, nous avons fait figurer le nombre de travaux préparatoires en creusement en donnant la répartition des moyens de prévention normalement mis à la disposition du personnel au cours des opérations de foration.

TABLEAU X.

Développement des tailles (m) auxquelles sont

Situation au début des années 1964

Bassins administratifs	Campine		Liège	
Années de référence	1964	1965	1964	1965
Nombre de tailles actives	94	97	163	135
Longueur des fronts déhouillés (m)	17.129	18.028	14.535	13.684
I. *Traitements appliqués au point de formation des poussières*				
1. Développement total des tailles traitées (m) :				
— arrosage des fronts	1.217	1.332	400	80
— injection d'eau en veine	7.002	7.720	3.084	2.860
— havage humide	3.772	3.431	—	510
— piqueurs à pulvérisation d'eau	2.679	3.123	2.045	2.129
Longueur totale traitée	14.670	15.606	5.529	5.579
2. Longueur des fronts traités simultanément par plusieurs de ces procédés (m)	3.145	3.785	—	510
3. Longueur réelle traitée (m)	11.525	11.821	5.529	5.069
II. *Traitement par pulvérisation d'eau en tailles.*				
1. Développement total des fronts traités par pulvérisation d'eau (m)	9.337	8.629	5.962	6.426
2. Longueur des fronts traités par un des quatre procédés indiqués ci-avant, combiné à la pulvérisation en taille (m)	6.073	4.561	2.494	2.941
3. Longueur traitée uniquement par pulvérisation d'eau (m)	3.264	4.068	3.468	3.485
III. *Longueur des fronts naturellement humides considérés comme peu poussiéreux* (m)	1.521	1.321	2.462	2.560

TABLEAU XI.

Moyens de prévention normalement mis à la disposition du personnel dans les

Situation au début des années 1964 et 1965 (bouveaux,

Bassins administratifs	Campine		Liège	
Années de référence	1964	1965	1964	1965
Nombre de fronts en creusement	73	73	58	47
Fronts équipés de :				
1. Capteurs pour forage à sec	7 *	5 *	—	—
2. Perforateurs à adduction latérale d'eau	—	—	1	—
3. Perforateurs à injection centrale d'eau	64	63	56	46
Fronts avec prévention	71	68	57	46

* Dans les puits intérieurs principalement.

TABLEAU X.

ppliqués régulièrement des traitements humides.
et 1965 (résultats provisoires).

Charleroi		Centre		Mons		Ensemble	
1964	1965	1964	1965	1964	1965	1964	1965
148	163	21	20	21	19	447	434
17.314	17.382	2.985	3.040	3.835	3.459	55.798	55.593
750	1.044	—	—	—	260	2.367	2.716
8.932	8.323	1.769	2.255	3.630	2.924	24.417	24.082
—	—	—	—	—	—	3.772	3.941
1.761	1.881	—	—	—	—	6.485	7.133
11.443	11.248	1.769	2.255	3.630	3.184	37.041	37.872
1.031	261	—	—	—	260	4.176	4.816
10.412	10.987	1.769	2.255	3.630	2.924	32.865	33.056
8.460	7.867	1.540	465	2.385	2.316	27.684	25.703
3.879	3.189	840	290	2.385	1.781	15.671	12.762
4.581	4.678	700	175	—	535	12.013	12.941
2.056	583	516	610	565	—	7.120	5.074

TABLEAU XI.

travaux préparatoires au cours des opérations de foration (Résultats provisoires).
bacnures, burquins, approfondissements de puits,...).

Charleroi		Centre		Mons		Ensemble	
1964	1965	1964	1965	1964	1965	1964	1965
85	62	8	11	8	7	232	200
2	2	—	1	—	—	9	8
—	—	—	—	—	—	1	—
78	60	8	10	8	7	214	186
80	62	8	11	8	7	224	194

BIBLIOGRAPHIE

[1] LAVENNE F. et BRASSEUR L. : Exploration fonctionnelle à l'effort en vue de l'évaluation de l'invalidité d'origine respiratoire chez les houilleurs. — *Rev. Inst. Hyg. Mines,* 1964, **19**, 21/26.

[2] FLEISCH A. : Les épreuves d'effort de durée moyenne chez l'homme sain. — *Poumon,* 1959, **15**, 883/889.

[3] GUILLERM J., COQUERON M. et VANROUX R. : L'exercice musculaire de 20 minutes. Résultats observés chez les pneumoconiotiques. — *Poumon,* 1959, **15**, 979/988.

[4] GUILLERM J., SCHRIJEN F., DURAND D. et SADOUL P. : Techniques et critères de validité de l'épreuve d'exercice musculaire chez le malade. — *Poumon,* 1959, **15**, 949/955.

[5] DEJOURS P. : La régulation de la ventilation au cours de l'exercice musculaire chez l'homme. — *J. Physiol. (Paris)*, 1959, **51**, 163/261.

[6] DE COSTER A., MESSIN R. et DENOLIN H. : Répercussions métaboliques et cardiaques de l'effort chez les anthraco-silicotiques. — *Rev. Inst. Hyg. Mines,* 1964, **18**, 5/20.

[7] AUBERTIN N., GUILLERM J. et SADOUL P. : Résultats d'épreuves ergométriques effectuées chez des silicotiques. — *Rev. méd. Nancy,* 1957, **82**, 853/864.

[8] LAVENNE F. et THERASSE F. : Epreuves fonctionnelles pulmonaires à l'effort dans la pneumoconiose des houilleurs. — *Rev. méd. Nancy,* 1957, **82**, 885/891.

[9] SADOUL P., AUBERTIN N., DURAND D., GUILLERM J. et METZ J. : Etude des anomalies observées à l'effort au cours des pneumoconioses. — *Presse méd.,* 1958, **66**, 1018/1021.

[10] SARTORELLI E. et PASARGIKLIAN M. : Sulla valutazione del danno funzionale respiratorio causato della silcosi. Risultani ottenuti in 100 casi mediante lo studio del rendimento respiratorio secondo Herbst e Margaria e del deficit di O_2 secondo Knipping. — *Med. d. Lavoro,* 1953, **44**, 303/312.

[11] BRASSEUR L. : L'exploration fonctionnelle pulmonaire dans la pneumoconiose des houilleurs. — Bruxelles, Arscia et Paris, Maloine, 1963, 343 p.

[12] LAVENNE F. : Le retentissement cardio-vasculaire de la silicose et de l'anthraco-silicose. Contribution à l'étude du « cor pulmonale ». — *Rev. belge Path.,* 1951, **21**, suppl. VI, 264 p.

[13] ROSSIER P.H. : Assessment of pulmonary disability. — *Proceedings of the Pneumoconiosis Conference, Johannesburg, 1959.* London, Churchill, 1960, 511/515.

[14] VALENTIN H., KANN J. et VENRATH H. : Ein Vergleich von Röntgenbild und Lungenfunktionsanalyse bei 1000 Westdeutschen Bergarbeitern mit Silikose. — *Med. Kain.,* 1960, **55**, 2362/2367.

[15] FOWLER W.S., CORNISH E.R. et KETY S.S. : Lung function studies. VIII. Analysis of alveolar ventilation and pulmonary N_2 clearance curves. — *J. clin. Invest.,* 1952, **31**, 40/50.

[16] LUNDIN G. : Nitrogen elimination during oxygen breathing. — *Acta physiol. scand.,* 1953, **30**, (suppl. 3), 130/143.

[17] OELBRANDT L. et LAVENNE F. : Etude au moyen du nitrogenmeter de la mixique pulmonaire chez des sujets normaux et des houilleurs pneumoconiotiques. — *Rev. Inst. Hyg. Mines,* 1964, **19**, 230/244.

[18] OELBRANDT L., PATIGNY J. et LAVENNE F. : Etude de la mixique pulmonaire au moyen du nitrogenmeter. Analyse des méthodes utilisées. — *Rev. Inst. Hyg. Mines,* 1960, **15**, 59/78.

[19] BECLAKE M.R. : A new index of the intrapulmonary mixture of inspired air. — *Thorax,* 1952, **7**, 111/116.

[20] BOUHUYS A. : Influence of tissue nitrogen elimination on analysis of pulmonary nitrogen clearance curves. — *Acta physiol. pharmacol. néerl.,* 1959, **8**, 431/436.

[21] LUNDIN G. et BOUHUYS A. : Continue gasanalyse met de stikstofmeter en de toepassingen hiervan bij het longfunctieonderzoek. — *Ned. T. Geneesk.* 1956, **100**, 75/85.

[22] BOUHUYS A., JÖNSSON R. et LUNDIN G. : Non-uniformity of pulmonary ventilation in chronic diffuse obstructive emphysema. — *Acta med. scand.,* 1958, **162**, 29/46.

[23] C.E.C.A. : Groupe de travail ad-hoc « Normalisation des épreuves respiratoires » — Rapport de la réunion tenue le 6-2-1962 à Luxembourg.

[24] SARTORELLI E., GRIECO A. et ZEDDA S. : Studio sulla mescolanza intrapolmonare dei gaz nei silicotici e negli enfisematosi. — *Med. d. Lavoro,* 1959, **50**, 766/780.

[25] GILSON J.C. et HUGH-JONES P. : Lung function in coalworkers' pneumoconiosis. — *Spec. Rep. Ser. med. Res. Coun. (Lond.)*, 1955, n° 290, 266 p.

[26] BECK E.G. et SCHLIPKÖTER H.W. : Die Wirkung von Prethcamid, Chloroquin und Dinitrophenol auf die Experimentelle silicose bei weissen Ratten. — *Med. Welt. (Stuttg.)*, 1960, **49**, 2596/2599.

[27] KERSLEY G.D. et PALIN A.G. : Amodiaquine and hydroxychloroquine in rheumatoid arthritis. — *Lancet,* 1959, **2**, 886/888.

[28] PELZIG A., WITTEN V.H. et SULTZBERGER M.B. : Chloroquine for chronic discoid lupus erythematosus infralesional injection. — *Arch. Derm.,* 1961, **83**, 146/148.

[29] MERWIN C.F. et WINKELMANN R.K. : Dermatologic clinics. 2. Antimalarial drugs in the therapy of lupus erythematosus. — *Proc. Mayo Clin.,* 1962, **37**, 253/268.

[30] CARBONARA A.O., RODHAIN J.A. et RENOIRTE R. : L'influence de la chloroquine sur l'évolution de la silicose expérimentale chez le rat. — *Rev. Inst. Hyg. Mines,* 1964, **19**, 118/131.

[31] MC CHESNEY E.W., NACHOD S.C. et TAINTER M.L. : Rationale for the treatment of lupus erythematosus with antimalarials. — *J. invest. Derm.,* 1957, **29**, 97/104.

[32] CALKINS E., COHEN A.S. et SHORT C.L. : Long term chloroquine therapy in rheumatoid arthritis. — *Med. Clin. N. Amer.,* 1961, **45**, 1219/1228.

[33] MOSINGER M., FIORENTINO H., EL VETTI M. et CARTOUZOU G. : Sur le protéinogramme électrophorétique chez le cobaye et le rat traités par des injections intrapéritonéales de doses élevées de quartz. — *Arch. Mal. prof.*, 1957, **18**, 788/796.

[34] PERNIS B. et PARONETTO F. : Adjuvant effect of silica (tridymite) on antibody production. — *Proc. Soc. exp. Biol.*, 1962, **110**, 390/392.

[35] CEPPELLINI R. et PERNIS B. : Presence of plasma globulins in the hyaline tissue in cases of silicosis. — *Nature (Lond.)*, 1958, **181**, 55/56.

[36] LICHT W. : Immunelektrophoretische Untersuchungen über das Vorliegen von Serumgammaglobulin im menschlichen Silikosehyalin. — *Med. exp. (Basel)*, 1960, **3**, 237/240.

[37] VIGLIANI E.C., BOSELLI A. et PECCHIAI L. : Studi sulla componente emoplasmopatica della silicosi. — *Med. d. Lavoro*, 1950, **41**, 33/48.

[38] JONES J.H. et HEPPLESTON A.G. : Immunological observations in experimental silicosis. — *Nature (Lond.)*, 1961, **191**, 1212/1213.

[39] STRAMIGNONI A., BUSSOLATI G. et RUA S. : Caratteri della componente intercellulare del nodulo silicotico umano e sperimentale. — *Med. d. Lavoro*, 1962, **53**, 753/772.

[40] CARBONARA A.O., RODHAIN J.A. et HEREMANS J.F. : Présence de différentes protéines plasmatiques dans le nodule silicotique expérimental du rat. — *Rev. Inst. Hyg. Mines*, 1964, **19**, 132/143.

[41] HOUBERECHTS A. : L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1963. — *Ann. Mines Belgique*, 1964, **5**, 533/559.

[42] van der LINGEN T.W. : The value of water drainage in upcast mine shafts and fan drifts (by J. de V. Lambrecht). Contribution to discussion. — *J. S. Afr. Inst. Min. Metall.*, 1956, **57**, 60/63.

[43] HOUBERECHTS A. — L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1957. — *Ann. Mines Belgique*, 1958, **5**, 387/420.

[44] HOUBERECHTS A. et PATIGNY J. : Etude théorique et expérimentale des pertes de charge dans les puits. — *Communication Inst. Hyg. Mines*, 1957, **12**, 146, 47 p.

[45] X. : Planning the ventilation of new or reorganised collieries. — *Information Bulletin* n° 55/153. National Coal Board, Production Department.

[46] BARCZA M., MARTINSON M.T. et PYNE MERCIER G.S. : An investigation into the resistance to airflow of n° 5 Shaft City Deep Ltd. — Report to the Consulting Engineers, 1955, July. *J. chem. metall. Mining Soc. South Africa*, 1955, **56**, 49/81.

[47] HOUBERECHTS A. et DEGUELDRE G. : Evaluation de la nocivité et classement des empoussiérages miniers. — *Rev. Inst. Hyg. Mines*, 1962, **17**, 251/258.

[48] MATLA W.P.M. : Concentrations-limites et seuils d'empoussiérage. — *Rev. Inst. Hyg. Mines*, 1962, **17**, 259/301.

[49] LAVALLEE H. : Assainissement de l'atmosphère en taille par application de la méthode inédite de prétéléinfusion d'eau, à partir d'une station prise extérieurement à l'exploitation intéressée. — *Ann. Mines Belgique*, 1964, **11**, 1323/1403.

[50] HOUBERECHTS A. : L'activité de l'Institut d'Hygiène des Mines au cours de l'année 1962. — *Ann. Mines Belgique*, 1963, **5**, 545/570.

[51] CARTIGNY S. : Les inhibiteurs d'évaporation de nappes d'eau, moyen d'améliorer le climat des mines. — *Rev. Inst. Hyg. Mines*, 1963, **18**, 203/226.

[52] DEMELENNE E. : Procès-verbal des essais qui ont été faits sur les plaques rigides Peveclair Cristal n° 1 de la S.A. Sonobat. — *Inst. Nat. Mines. Pâturages*, 1964, 30 avril, 17 p.

Les pressions de terrains dans les mines de houille
Les mouvements de terrains

(Suite)

H. LABASSE

Professeur à l'Université de Liège.

V. L'INFLUENCE DES EXPLOITATIONS A LA SURFACE DU SOL

28. L'ONDE D'AFFAISSEMENT

Tous les nivellements que nous avons effectués et ceux que nous avons examinés montrent qu'une taille *en activité* est accompagnée à la surface du sol d'une onde d'affaissement. Celle-ci comporte trois phases : d'abord à partir d'un point L, une descente lente des terrains (courbe *a b* fig. 42) puis

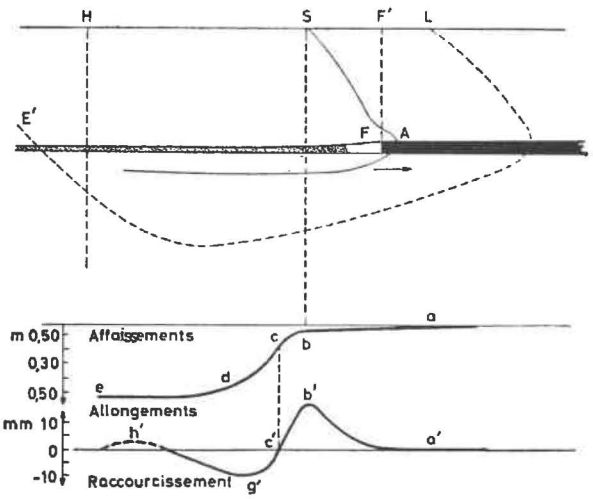


Fig. 42.

En ordonnée, en face du mot « affaissement », lire « m 0,10 » au lieu de « m 0,50 ».

un affaissement brusque (courbe *b c*) qui provoque un *seuil de dénivellation* au-delà duquel le mouvement s'amortit de plus en plus (courbe *c d e*) pour ne s'arrêter que très longtemps, des mois voire même des années, après le passage de la taille sous le point considéré.

29. LES MOUVEMENTS HORIZONTAUX

Les mouvements verticaux sont accompagnés de déplacements horizontaux dont les variations provoquent des déformations dans les terrains, des extensions et des contractions.

Lorsqu'on mesure avec précision la distance entre des repères scellés à la surface du sol suivant une ligne perpendiculaire au front, on constate que cette distance augmente progressivement à partir du point L (courbe *a' b'*), qu'elle passe par un maximum qui correspond au début du seuil d'affaissement, revient ensuite à sa valeur initiale au droit du point d'inflexion *c* de la courbe d'affaissement, se contracte alors de plus en plus jusqu'à un minimum *g'*, pour revenir de nouveau finalement à sa valeur initiale. Il semble qu'il y ait équilibre entre les extensions et les contractions, cependant il se produit parfois un nouvel allongement *h'* après la fin du rétrécissement. Les pentes des courbes d'affaissement et de déplacements horizontaux indiquent que les vitesses maximums de ces deux mouvements coïncident avec les deux points d'inflexion *c c'*.

Les diagrammes (fig. 43 et 44) qui résultent de mesures effectuées en Angleterre entre des repères distants de 20 yards, montrent qu'une station a commencé à être influencée 30 à 60 jours avant le passage de la taille, que l'extension maximum (à droite de la ligne de repère) a précédé le front et que les raccourcissements ont eu des maximums plus faibles que les extensions les plus grandes, mais qu'elles se sont amorties plus lentement. A la surface du sol (fig. 44), on retrouve l'onde d'affaissement et le seuil de dénivellation.

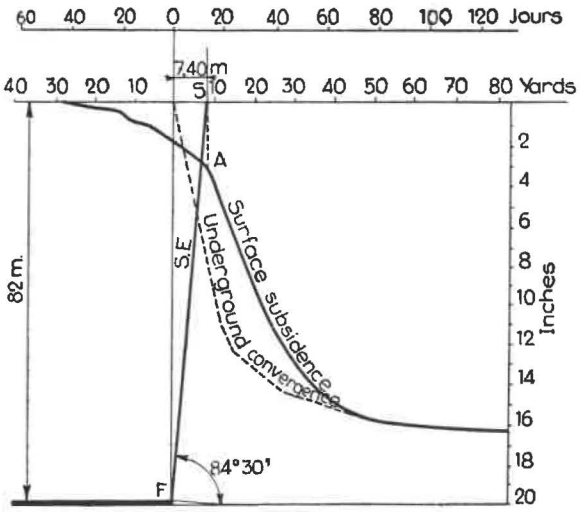


Fig. 43.

30. EXPLICATION DES FAITS

Les phénomènes observés à la surface du sol sont l'aboutissement au jour de la fissuration préalable et des mouvements de terrains qui ont pris naissance autour de la taille. Il suffit pour s'en convaincre de comparer les courbes d'affaissement d'un travers-bancs sous lequel passe une taille (fig. 7) et les nivellements au jour (fig. 42). Les mouvements commencent à la surface du sol au point L où émerge la Surface Limite d'Influence et restent de faible amplitude dans la zone LS où les terrains sont simplement influencés comme ils le sont en avant de la zone à forte pression qui précède la taille. La pseudo-plasticité y est réduite aux discontinuités naturelles, aux joints de stratification et aux diaclases. A partir du point S où aboutit la Surface Enveloppe, les terrains sont détendus et ont acquis une grande plasticité, les déformations sont rapides et importantes, d'où le seuil de dénivellation. Par la suite, les mouvements s'amortissent lentement comme ils le font derrière la taille sous l'effet du tassement des remblais et des terrains. Ils ne s'arrêtent qu'après un temps très long, lorsque la Surface d'équilibre E E' atteint la surface du sol. Les flèches de la figure 1, qui indiquent la direction et le sens des mouvements et dont la grandeur est proportionnelle à l'ampleur des déplacements, schématisent clairement les variations qui se produisent dans les composantes verticales et horizontales des mouvements et notamment les allongements en avant du seuil de dénivellation et les raccourcissements en arrière.

31. LE RETARD D'INFLUENCE

Lorsqu'une taille progresse dans un gisement vierge de toute exploitation et non recouvert de morts-terrains, le seuil de dénivellation en un point se produit longtemps après le passage du front sous

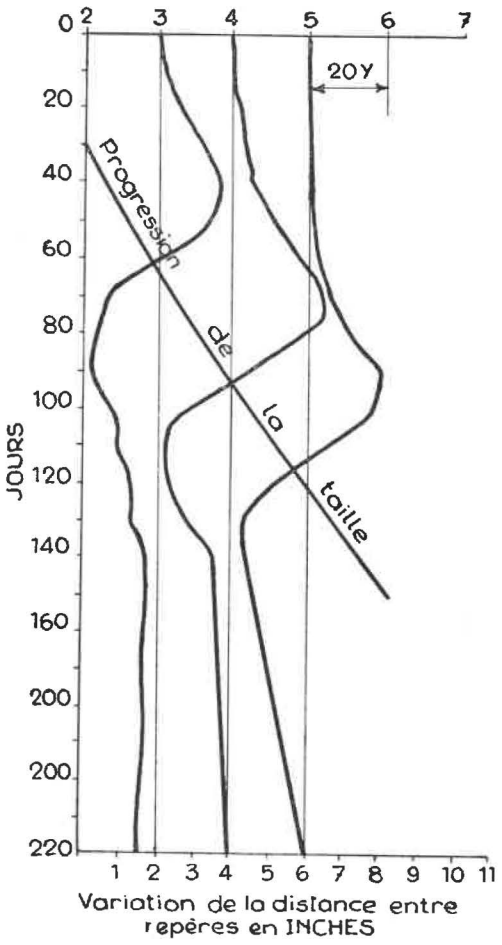


Fig. 44.

ce point. Ce retard résulte de l'évolution de la Surface Enveloppe qui touche la surface du sol (position 16 fig. 28), alors que le front a déjà progressé jusqu'en F^{16}. Il s'exprime par la distance F' S (fig. 42) qui dépend de la forme de la Surface Enveloppe.

Dans d'autres conditions de gisement, par exemple lorsque le Houiller est recouvert de morts-terrains (n° 32) ou que d'autres couches ont déjà été exploitées (n° 34), le retard F' S peut devenir très faible et on peut même voir le seuil précéder le front.

Nous avons eu l'occasion de dépouiller de nombreux nivellements exécutés d'une façon très précise dans le cas d'une couche de 0,70 m d'ouverture, située à 400 m de profondeur dans un gisement où le Houiller affleure et dans une région où n'avaient jamais eu lieu d'autres exploitations. Le contrôle du toit se faisait par remblayage. Lorsque la taille progressait à la moyenne de 0,90 m par jour, le seuil de dénivellation est apparu environ un an après le passage du front. Les mouvements de terrains s'étaient donc propagés verticalement à la vitesse moyenne de 33 m par mois (fig. 45). Pendant ce temps, la taille avait progressé de 272 m. La droite F S faisait un angle de 56° avec l'horizontale. Cette même taille ayant du être ralentie à l'allure de

0,56 m par jour parce qu'elle traversait une importante zone de dérangements, la vitesse moyenne de montée des fissures diminua légèrement jusqu'à environ 30 m par mois et la distance F' S fut trouvée égale à 186 m (angle de 66°). Une seule mesure malheureusement se rapportait à une taille progressant 1,8 m par jour, la distance F' S était de 471 m correspondant à une progression verticale de 38 m par mois et un angle de 40°. D'autre part pour

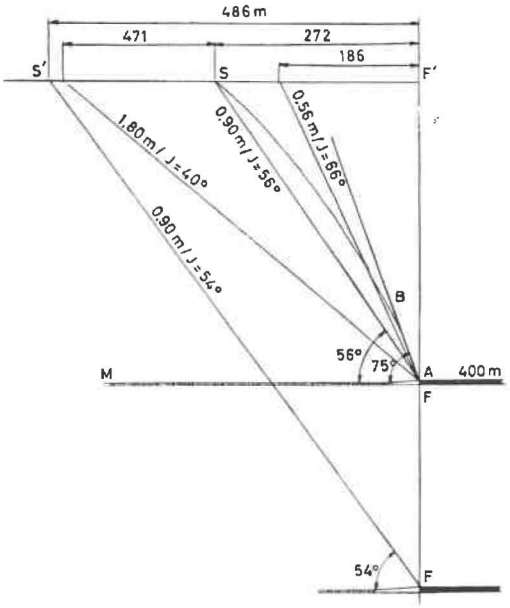


Fig. 45.

un chantier situé à 670 m de profondeur, dans une couche de 1,10 m à 1,30 m d'ouverture et progressant à l'allure de 0,90 m par jour, la vitesse de propagation moyenne des fissures fut trouvée égale à 31 m par mois, soit un angle de 54°, et le retard était de 486 m.

Dans le cas des mesures faites en Angleterre et rappelées plus haut (fig. 44), le retard n'est que de 7,40 m et la pente de la droite F S est de 84° 30'. Il s'agit d'une couche d'un mètre d'ouverture mais qui n'est située qu'à 82 m de profondeur, surmontée de schistes tendres recouverts de 0,60 m d'argile et de 1,80 m d'alluvions. La taille est remblayée par épis et progresse à la faible vitesse de 0,60 m par jour.

On a reporté sur la figure 45 le point B de passage du seuil de dénivellation dans une galerie située à une centaine de mètres au-dessus d'une taille. L'angle de pente varie de 64° à 72° pour des progressions allant de 0,60 à 2 m par jour (n° 8). Rappelons que Seldenrath (n° 12) avait mesuré des angles compris entre 67° 30' et 72° pour un front avançant de 1 m par jour.

32. GISEMENT RECOUVERT DE MORTS-TERRAINS

Les morts-terrains qui recouvrent certains gisements houillers sont en général constitués de bancs tendres, voire même pulvérulents, où la fissuration préalable progresse très rapidement. A vrai dire, on ne peut plus parler de fissuration dans les bancs pulvérulents et dans les terrains naturellement très fissurés, la Surface Enveloppe n'y est plus que le lieu où commencent les grandes déformations. Même les bancs résistants qui s'y trouvent enclavés se fissurent très fortement et très rapidement parce qu'ils ne sont soumis qu'à une étreinte très faible de la part des bancs meubles. Grâce à leur grande discontinuité, les morts-terrains, surtout s'ils sont aquifères, peuvent facilement s'écouler vers le vide de la taille, leur déformation n'est plus freinée que par des frottements proportionnels aux pressions de contact, et la Surface Enveloppe tend à prendre la forme du talus naturel des terres. Elle y est fortement redressée et même prend souvent une pente inverse, c'est-à-dire tête tournée dans le sens de progression de la taille et d'autant plus que les roches sont meubles.

Pour nous rendre compte de l'allure de la Surface Enveloppe des mouvements dans les terrains meubles, nous avons procédé à une série d'essais dans un appareil identique à celui qu'avait utilisé Fayol (16) et que nous avions employé pour reproduire les célèbres expériences (fig. 46). Il s'agit d'une

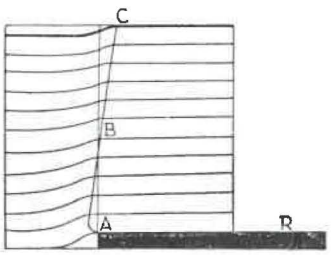


Fig. 46.

caisse parallélépipédique dont les deux plus grandes faces sont constituées de glaces polies. Entre ces glaces sont empilés des grains de schistes, ou du sable, reposant sur une réglette R qu'on retire pour figurer le front progressant de gauche vers la droite. Les nombreux essais ont donné la courbe A B C pour trace de la Surface Limite des mouvements pendant le déplacement de la réglette. Le glissement des grains s'amorce lentement à cause du grand coefficient de frottement au repos, puis augmente rapidement ; la surface dirigée vers l'arrière de la taille, s'infléchit vers l'avant et devient sensiblement rectiligne, avec une pente variant suivant la nature des roches, 100° à 106° avec des grains de schiste de 1 à 5 mm et 110° à 115° avec le sable.

Etant donné les conditions des essais et notamment les frottements sur les glaces, ces expériences n'ont qu'une valeur indicative.

Suivant la hauteur des morts-terrains, la nature et l'épaisseur des bancs qui les composent et la distance de l'exploitation à la surface de contact du Houiller, l'onde d'affaissement apparaît à la surface l'angle de 70° déterminé précédemment (n° 31), on trouve que le tracé de cette Surface dans les morts-terrains a une pente moyenne de 125°.

Dans un second exemple cité par le même auteur (fig. 48), les courbes d'affaissement bi-journalier montrent nettement le passage de la surface enveloppe au repère 39 le 27 décembre 1947, alors que

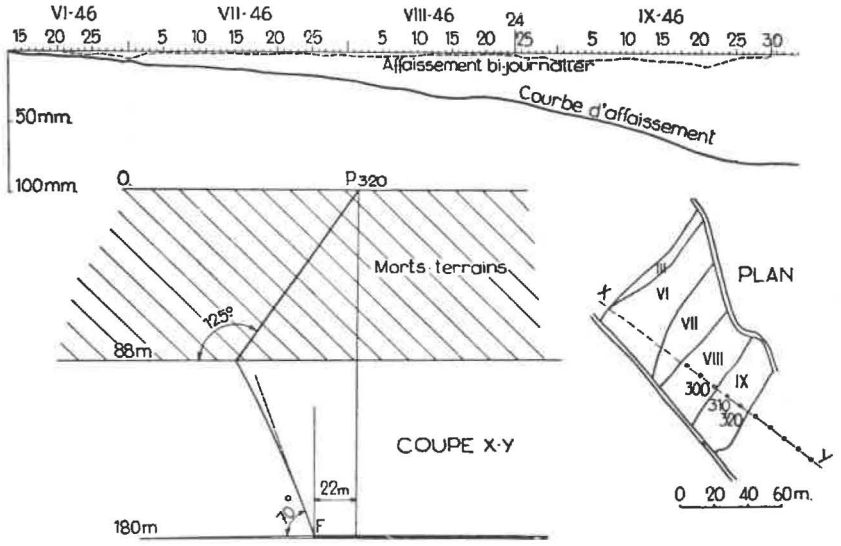


Fig. 47.

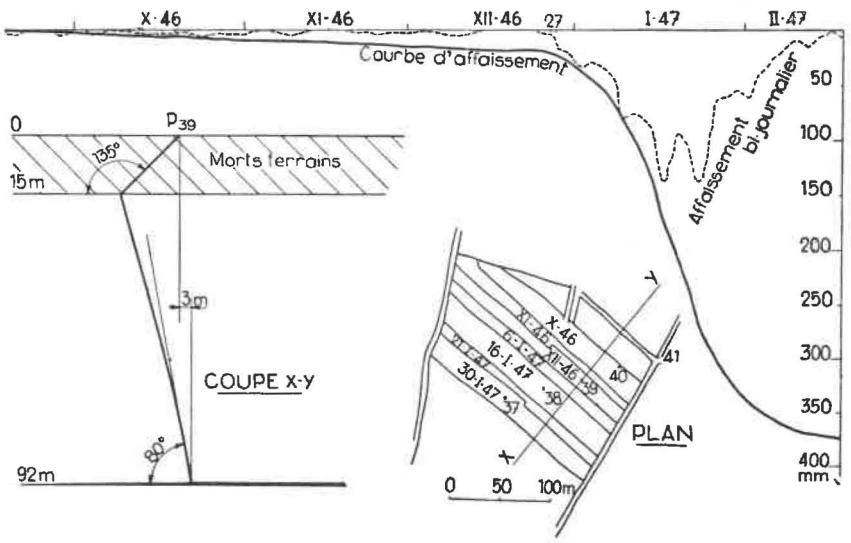


Fig. 48.

du sol plus ou moins rapidement après le passage du chantier.

Ainsi, dans l'exemple cité par le professeur Grond au Symposium de Heerlen (17) (fig. 47), la surface enveloppe semble toucher la surface du sol au point 320 le 24 août 1946, le jour où l'affaissement bi-journalier augmenta brusquement. A cette date, la taille qui avançait de 1 m par jour avait encore 22 m à progresser pour passer sous le repère 320. En traçant la Surface Enveloppe dans le Houiller avec le front de taille est 3 m en avant de ce point. La taille progressant à raison de 0,40 m par jour, la Surface Enveloppe dans le Houiller a 80° de pente au départ, ce qui implique une pente moyenne dans le mort-terrain de 135°. Cet angle n'a rien d'exagéré si on considère la très faible vitesse de progression de la taille.

Ces deux exemples montrent bien le rôle que joue le rapport entre l'épaisseur des morts-terrains et celle du terrain houiller qui recouvre la couche exploitée

et l'influence de la vitesse de progression de la taille. Dans le premier cas, 88 m de morts-terrains contre 92 m de Houiller et 1 m de progression par jour, font que la Surface Enveloppe émerge à la surface du sol 22 m en avant du front de taille. Dans le second exemple, malgré un fort relèvement de la Surface Enveloppe dans le Houiller dû à l'avancement très lent de la taille, la faible épaisseur des morts-terrains fait que le point d'émergence est 3 m en retard sur la verticale du front.

33.

Les exemples suivants sont tirés de nivellements exécutés sur le bord nord du bassin de Liège où le Houiller est recouvert en discordance par des morts-terrains peu résistants dont l'épaisseur augmente lentement du sud au nord.

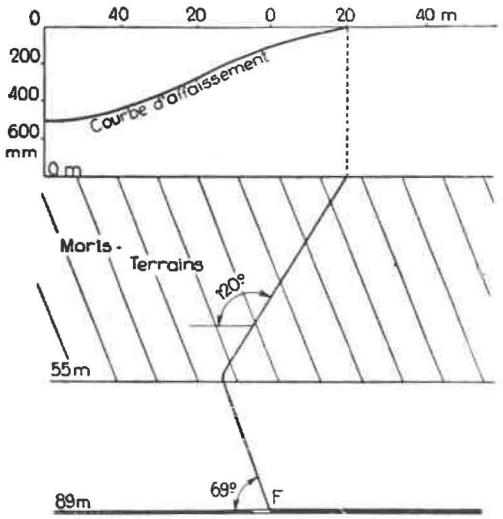


Fig. 49.

La figure 49 représente le cas d'une taille progressant 1 m par jour vers l'est et située à 89 m de profondeur sous 55 m de morts-terrains. Les affaissements commencent brusquement 20 m en avant du front, ce qui donne une pente moyenne de 120° à la Surface Enveloppe dans les morts-terrains.

Dans la même région, trois repères A B et C (fig. 50) ont été placés sur des immeubles construits dans une rue parallèle à la direction du front de taille A' B' C' progressant à l'allure moyenne d'un mètre par jour. Les courbes de nivellement montrent que le seuil de dénivellation en A, où la couche est à 82 m de profondeur avec 27 m d'épaisseur de Houiller, se trouve 16 m en avant du front. En B où la profondeur est 93 m et le Houiller épais de 37 m, il est 8 m en avant, tandis qu'il est exactement au-dessus du front en C où le Houiller a sa plus grande épaisseur (47 m). Si on trace la Surface Enveloppe avec un angle égal à 70° dans le Houiller, on arrive à ce qu'elle a une pente variant de 115° à 117° dans les morts-terrains.

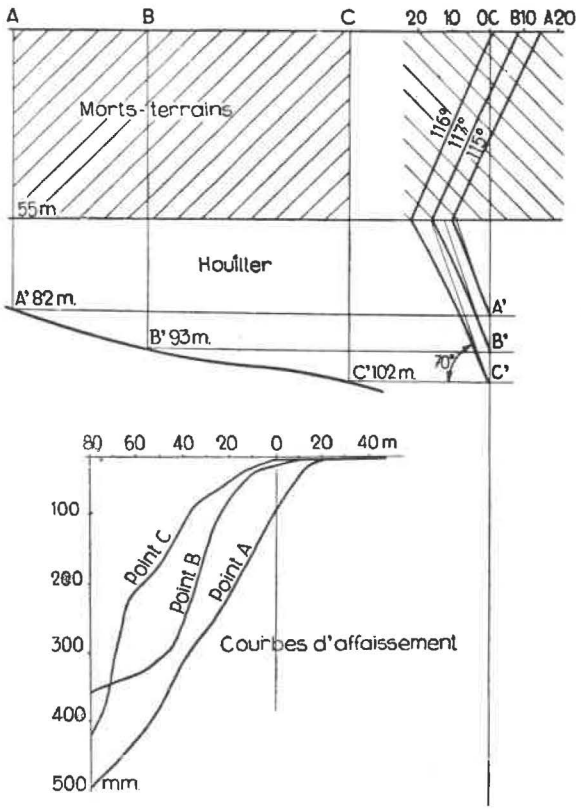


Fig. 50

Les Surfaces Enveloppes dans les figures précédentes sont représentées comme si elles faisaient entre elles un angle vif. En réalité, le raccord est une courbe identique à celle que nous avons trouvée lorsque nous avons reproduit les expériences de Fayol (fig. 46). La Surface Enveloppe commence à se redresser en dessous de la limite qui sépare le Carbonifère des morts-terrains parce que ceux-ci étant meubles, desserrent l'étreinte à laquelle sont soumis les bancs du Houiller.

34. GISEMENT DEJA INFLUENCE PAR DES EXPLOITATIONS ANTERIEURES

Il est rare dans nos vieux bassins de pouvoir faire des nivellements en surface dans une région vierge de toute exploitation, sauf si on reprend un stot de protection, ou lorsqu'on déhouille les dernières couches du Houiller près des affleurements. On se trouve presque toujours sous des exploitations anciennes qui ont préalablement fissuré les bancs et les ont rendus aussi déformables que si on était en présence de morts-terrains.

Nous avons suivi pendant des mois la progression d'une taille avançant de 1,30 m par jour, à 320 m de profondeur sous une rue très bâtie. On voyait la zone de compression se marquer très nettement dans

les trottoirs à peu près à l'aplomb du front. Si on tient compte que cette zone est en retard sur le début du seuil de dénivellation, on peut dire que la Surface Enveloppe du chantier avait une pente inverse. On était cependant à un endroit où le Houiller affleure sous une couverture d'argile et de gravier de 9 m seulement d'épaisseur, mais soixante ans plus tôt on y avait exploité 3 couches.

Lors des Journées Internationales sur les pressions de terrains tenues à Liège en 1951, on signala le cas d'une galerie A (fig. 51) qui fut influencée

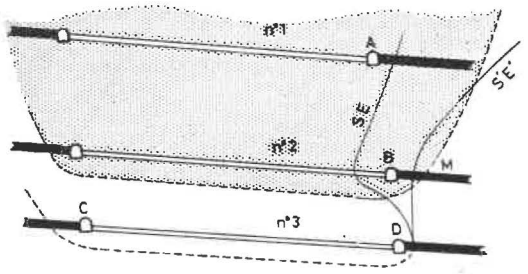


Fig. 51.

par une taille C D avant que ne le soit la galerie B située cependant plus près du chantier. Ceci paraissait en contradiction avec la forme concave vers l'arrière de la Surface Enveloppe. Les galeries A et B étaient les voies de base des anciens chantiers établis dans les couches 1 et 2. La voie A était ainsi dans les terrains détendus par le chantier n° 2 (zone hachurée limitée par la Surface Enveloppe latérale M N). Le tracé de la Surface Enveloppe S E de la taille n° 3, inclinée d'abord vers l'arrière puis vers l'avant dans les terrains déjà fissurés, explique clairement le phénomène. Ce n'est qu'avec le temps, lorsque la Surface Enveloppe atteignit la position S' E', que la galerie B fut influencée.

35. RAIDEUR DU SEUIL DE DENIVELLATION

Une autre conclusion que l'on peut tirer de l'étude des diagrammes d'affaissement relevés au fond dans les galeries en dessous desquelles passe une taille et à la surface du sol, est que la vitesse de descente des terrains, c'est-à-dire la pente au point d'inflexion c de la courbe d'affaissement (fig. 42), est d'autant plus grande que l'on se trouve plus près de la taille. Le seuil s'étale alors sur une distance *b d* plus faible, on dit qu'il est *raide*. A 40 m au-dessus d'un chantier (n° 8 fig. 7), le seuil apparaît brusquement et se fait en quelques mètres ; par contre à la surface du sol, il s'étend sur une plus grande longueur comme le montrent les figures 42, 47, 48 et 49. Ceci résulte, tout comme la diminution de l'ouverture des décollements que l'on constate au fur et à mesure qu'on s'élève au-dessus de la taille, de ce que la flexibilité des bancs diminue lorsqu'on s'approche du jour ; la distance entre les fissures préalables croît du fait de la réduction de la tension σ_z, et de ce que le volume des bancs sous-jacents qui se détendent augmente en provoquant une poussée de dilatation qui empêche les desserrages et la flexion. Moins flexibles, les bancs se déforment plus lentement et donnent au seuil une courbure de beaucoup plus grand rayon.

On constate aussi que le seuil de dénivellation est beaucoup moins raide lorsque le Houiller est recouvert de morts-terrains et d'autant moins que ceux-ci ont une grande épaisseur. C'est le cas de l'exemple (fig. 47) où les morts-terrains ont 88 m d'épaisseur, la courbe d'affaissement a une pente très régulière, alors que (fig. 48) si l'épaisseur n'est que de 15 m, ou (fig. 42) si le Houiller affleure, les mêmes courbes accusent un fort seuil de dénivellation. Les terrains meubles étalent le seuil. Une seconde conclusion qui apparaît dans les diagrammes d'affaissement est qu'en l'absence de morts-terrains, *le seuil de dénivellation est d'autant plus raide que le retard F' S est moins important.* Ceci découle du fait que la flexibilité des bancs et la pente de la Surface Enveloppe, donc le retard, sont fonction du même facteur, la distance entre les fissures préalables. Enfin de la comparaison des courbes d'affaissement et des diagrammes de déplacements horizontaux, il ressort nettement que les *extensions et les contractions sont d'autant plus grandes que le seuil de dénivellation est plus raide.*

Ce qui précède revêt une très grande importance en ce qui concerne les dégâts aux constructions qui, comme on le verra plus loin, sont d'autant plus grands que le seuil de dénivellation est plus raide.

Il ne faut pas confondre retard d'apparition du seuil de dénivellation en un point de la surface du sol et vitesse d'affaissement ou raideur du seuil en ce point. Plus une taille progresse rapidement, plus grand est le retard d'apparition de son influence, mais plus l'affaissement est rapide. En effet (fig. 52), le seuil de dénivellation se trouve en S alors

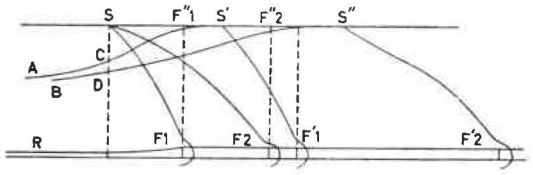


Fig. 52.

que le front est en F_1, lorsque la taille progresse d'un mètre par jour et en F_2 si l'avancement est de 2 m. Après un certain temps, le front F_1 sera en F'_1 alors que dans la deuxième hypothèse, F_2 aura progressé d'une longueur $F_2 F'_2$ double de $F_1 F'_1$ et les seuils se seront déplacés en S' et S" (S S" = 2 S S'). Malgré une courbe d'affaissement S' A plus

raide que celle S'' B, le point S sera descendu d'une hauteur S C plus petite que S D obtenue avec un avancement double, à cause des différences dans les chemins parcourus. Par ailleurs, le retard F''$_2$ S n'est pas double du retard F''$_1$ S. Par conséquent en partant d'un même point R, le front F_2 n'a pas dû parcourir une distance R F_2 double du chemin R F_1 qu'à dû faire le front F_1 pour que leurs seuils de dénivellation atteignent le point S. L'influence de F_2 apparaît donc avant celle de F_1.

Ainsi plus un front avance vite, plus son influence apparaît rapidement en un point de la surface du sol, plus la vitesse d'affaissement est grande, mais moins raide est le seuil de dénivellation.

36. LOI GENERALE DES PRESSIONS DE TERRAINS

Les observations et les mesures déjà nombreuses ne sont cependant pas encore suffisantes pour pouvoir établir statistiquement une loi précise qui définit la grandeur et le sens du retard d'apparition du seuil de dénivellation. Il est même probable qu'on n'arrivera jamais qu'à formuler une loi qualitative étant donné le nombre de facteurs qui entrent en jeu et les différences nombreuses et importantes qui existent d'un gisement à l'autre. Au point de vue dégâts miniers, plus de précision n'est d'ailleurs pas indispensable sauf lorsqu'il s'agit de prévoir dans le temps les variations des mouvements en un point donné de la surface du sol. Ce problème se pose d'ailleurs rarement, à l'encontre de celui de la détermination de l'altitude probable qui sera obtenue à la fin de la période d'influence.

Une chose est certaine, c'est que le retard dans l'apparition du seuil de dénivellation est fonction de la forme de la Surface Enveloppe et que celle-ci dépend de la distance entre les fissures préalables. Dans ces conditions, la loi qui régit cette distance (n° 14 C) s'applique à la forme de la Surface Enveloppe (18) et au retard d'apparition du seuil de dénivellation et, par conséquent, à la raideur de ce seuil et à l'importance des déplacements horizontaux. En conséquence, on peut formuler comme suit la *loi générale des pressions de terrains.*

La distance entre les fissures préalables est d'autant plus faible, la Surface Enveloppe est d'autant plus redressée (éventuellement prend une pente inverse), le seuil est d'autant moins en retard (éventuellement est en avance sur le front), ce seuil est d'autant plus raide et les déplacements horizontaux d'autant plus importants, que le chantier est situé à plus faible profondeur, que la couche a plus d'ouverture, que les bancs sont moins résistants ou plus fissurés naturellement ou par des exploitations antérieures, que la pente est plus faible, que le remblai est moins compact et que le front progresse plus lentement.

Cette loi qui résulte non d'hypothèses mais de faits contrôlés tant au fond qu'au jour, précise l'identité des phénomènes qui prennent naissance à la taille, se transmettent dans les terrains environnants et atteignent finalement la surface du sol. Elle régit tous les problèmes qui se rapportent aux pressions de terrains.

37. LA CUVETTE D'AFFAISSEMENT

Dès que la Surface Limite d'Influence atteint le jour et surtout dès que la Surface Enveloppe y arrive (position 16 fig. 28 a), la surface du sol s'affaisse. Il se forme une cuvette limitée par l'onde d'affaissement qui l'entoure. D'abord de très petite surface, cette cuvette se développe aussi bien dans le sens de la progression de la taille que vers l'arrière (fig. 28 b) et latéralement (fig. 29 b) comme le font la Surface Limite d'Influence et la Surface Enveloppe. Finalement, elle s'étend jusqu'aux limites L' L'' L''' L^{IV} où émerge la Surface d'Influence Limite, tandis que le seuil de dénivellation s'arrête en S' S'' S''' S^{IV} où aboutit la Surface Enveloppe Limite.

Si le chantier a des dimensions suffisantes, la cuvette présente un « fond plat » qui s'étend progressivement et où seuls subsistent les déplacements verticaux car les extensions et les contractions se sont compensées (n° 29). Par contre sur les bords, entre la Surface Enveloppe et la Surace Limite d'Influence, où les affaissements sont de plus en plus faibles et même négligeables, les déformations ne s'équilibrent plus et les déplacements horizontaux subsistent.

VI. LE NOUVEL ETAT D'EQUILIBRE

38. LA CUVETTE DEFINITIVE

Après un temps plus ou moins long, les mouvements de terrains cessent et la cuvette d'affaissement prend sa forme définitive à l'intérieur de la Surface d'Influence Limite. Elle couvre une aire de forme homothétique au champ exploité. Dans le fond plat MRNT (fig. 53), tous les points situés sur des lignes parallèles à la direction de la couche sont descendus plus ou moins d'une même quantité (courbe 1), tandis que suivant la pente (courbe 2), l'affaissement est plus faible à l'aval qu'à l'amont, la différence étant d'autant plus importante que la couche est inclinée et qu'elle se trouve à plus faible profondeur. Le fond n'est que théoriquement plat, il y a des inégalités dans les affaissements de

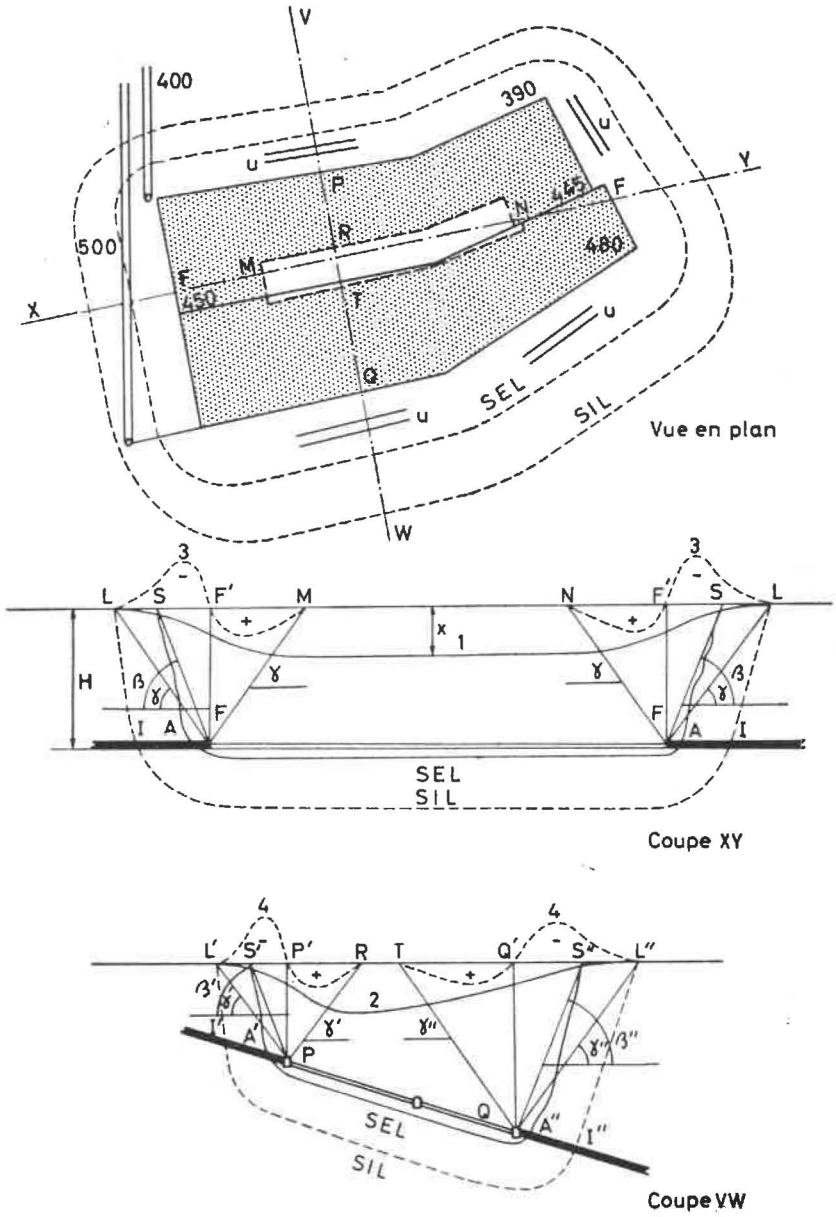


Fig. 53.

points voisins qui résultent des variations dans l'ouverture de la veine et dans le tassement des remblais, dans la présence de dérangements et de stots non déhouillés, dans l'arcboutement à certains endroits des bancs raides surincombants, dans le foisonnement résiduel variable des terrains et surtout à cause des glissements qui se produisent dans les couches meubles superficielles.

Sur les bords de la cuvette entre ce « fond plat » et la Surface d'Influence Limite, la courbure du sol subsiste ainsi que les déformations horizontales (courbes 3 et 4). On y rencontre souvent des cassures ouvertes avec des dénivellations dues à la descente de la lèvre intérieure. Ces cassures sont orientées comme les fissures préalables sur les bords de la taille, elles sont parallèles aux limites du chantier (cassures U). Ceci provient de ce que, si au centre de la cuvette, l'onde d'affaissement a progressé à la vitesse d'avancement de la taille, sur les bords, la Surface Enveloppe ne s'est redressée que beaucoup plus lentement. Par conséquent si la descente du sol y est de plus en plus faible, le seuil d'affaissement y est plus raide et donc avec des courbures à faible rayon et des différences entre les déplacements horizontaux de points voisins plus importants. Les maximums des courbes d'extension (—) et de contraction (+) (courbes 3 et 4) ont des valeurs plus grandes sur les bords de la cuvette finale qu'au droit de l'onde d'affaissement lorsque la taille était active.

Comme on le verra plus loin (n° 41), le schéma de la figure 53 n'est valable que si le chantier a des dimensions suffisantes pour avoir une action complète.

39. LA DETERMINATION DES LIMITES DE LA CUVETTE D'AFFAISSEMENT

La connaissance des limites de la cuvette d'affaissement revêt une importance primordiale en ce qui concerne les dégâts miniers et la prévision des affaissements. Le problème revient à rechercher la position précise des points où émergent les Surfaces Limites. Pour ce faire, on utilise les relations :

$$F'L = H\,\mathrm{ctg}\,\gamma \qquad F'S = H\,\mathrm{ctg}\,\beta$$
$$P'L' = H\,\mathrm{ctg}\,\gamma' \qquad P'S' = H\,\mathrm{ctg}\,\beta'$$
$$Q'L'' = H\,\mathrm{ctg}\,\gamma'' \qquad Q'S'' = H\,\mathrm{ctg}\,\beta''$$

Les angles γ, γ' et γ'' sont appelés *angles limites* et les plans F L, P L' et Q L'' *plans limites*, tandis que les angles β, β', β'' sont dit *angles de cassure* et les plans F S, P S' et Q S'' *plans de cassure*. Cette dernière expression vient de ce que, entre la Surface Enveloppe Limite S S' S'' et la Surface d'Influence Limite L L' L'', les déformations sont tellement faibles que les dégâts miniers y sont presque toujours inexistants.

Ces appellations de plan limite et plan de cassure ne sont pas heureuses, elles ont souvent fait prendre ces plans pour les limites des déformations et d'influence dans le massif alors qu'ils n'ont aucune signification physique, mais représentent simplement des entités mathématiques commodes pour le calcul. La Surface Enveloppe Limite, à quelque bord que ce soit d'un chantier, ne part pas du front F (fig. 54) mais du point A jusqu'où s'est propagée la fissuration préalable, soit quelques mètres en avant ; de plus, sa forme n'est pas plane mais varie avec la nature des terrains traversés, elle est plus redressée dans les roches dures que dans les roches tendres. Sa pente est beaucoup moins forte au départ de la couche que plus haut, c'est-à-dire qu'elle affecte une forme plus ou moins convexe dont la convexité est tournée vers l'extérieur du champ exploité. Ceci provient de ce que, aux abords de la cavité qu'est la taille, les bancs se déforment plus facilement et permettent ainsi à la fissuration de progresser plus en avant et plus rapidement, alors que plus haut, le desserrage des étreintes est moins aisé. Il suffit pour s'en convaincre d'observer l'extension des grandes déformations provoquées par le passage d'une taille sous un travers-bancs (fig. 7 et 8) où l'angle du plan, dit de cassure, atteint 40°, 19° et 45°. Dans le cas décrit au n° 22 (fig. 35), le même angle atteint 40°.

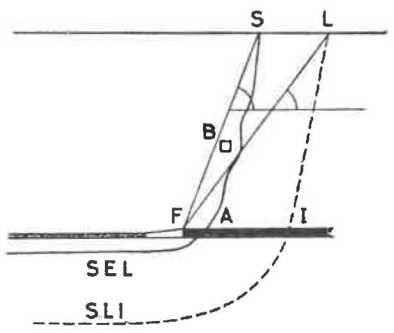


Fig. 54.

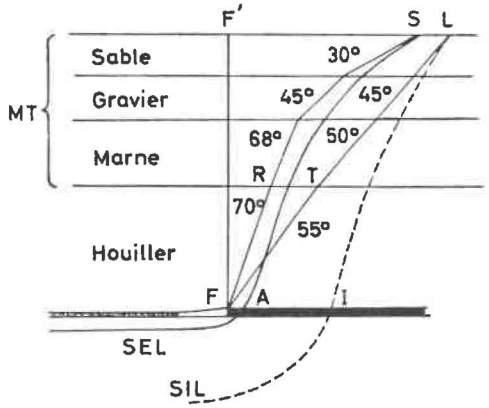


Fig. 55.

Il résulte que, si les angles β, β' et β'' peuvent servir à délimiter les zones de dégradation au jour, ils ne peuvent être utilisés au fond comme on le fait erronément à cause de cette regrettable confusion de termes. C'est ainsi que, si pour préserver un travers-bancs B on arrête la taille en F de façon que le plan de cassure F S reste en deçà de la galerie, l'ouvrage est affecté, car il se trouve à gauche de la Surface Enveloppe Limite A S et par conséquent en plein dans les terrains détendus et sujets à grandes déformations.

40. LA VALEUR DES ANGLES γ et β

Beaucoup de théories ont été émises pour déterminer les limites d'influence et de cassure dues aux exploitations. Elles reposent pour la plupart sur des hypothèses nées de l'étude de la poussée des terres, mais aucune ne tient assez compte de la nature et de la structure des roches qui varient d'un banc à l'autre. Seules des observations nombreuses et très précises peuvent fournir des valeurs des angles β et γ valables pour une région où les conditions de gisement sont peu différentes. Ces angles sont d'autant plus grands que les bancs sont plus résistants. Ils varient aussi avec la pente des terrains et suivant qu'il s'agit de l'angle d'amont ou de l'angle d'aval pendage, du moins dès que la pente dépasse une dizaine de degrés. De plus, certains disent qu'ils dépendent de la compacité du remblai et de la vitesse d'avancement, mais nous n'avons jamais pu vérifier ces assertions.

Malgré les nombreuses observations faites pour établir les responsabilités en matière de dégâts miniers, la valeur de ces angles est encore mal connue dans beaucoup de bassins. D'une part, le dépouillement systématique des rapports n'a jamais été fait parce que les intérêts en jeu sont trop importants, d'autre part, on a rarement entrepris des mesures précises. Or la seule façon d'avoir des données certaines consiste à faire, à intervalles réguliers, des nivellements répétés de repères placés sur des axes si possible perpendiculaires ou parallèles au front et par conséquent aux limites du champ d'exploitation. La difficulté est de trouver une base de départ dont l'altitude est invariable. Il faut tenir compte des mouvements de la surface du sol dus aux variations saisonnières de température qui peuvent atteindre plusieurs centimètres après une longue période de gel. De plus, nous avons l'impression que, dans son ensemble, le sol dans les régions minières descend d'une façon systématique comme si les cuvettes d'affaissement propres à chaque exploitation s'étalaient peu à peu et que les terrains situés même à grande distance, glissaient lentement vers les zones affaissées.

Une autre difficulté est de trouver une région où il n'y a pas eu d'exploitations antérieures qui perturbent l'influence du chantier à observer. C'est parce que certains géomètres n'ont pas tenu compte de la présence d'anciennes exploitations qu'ils ont pu formuler des lois qui sont loin d'être contrôlées ailleurs, où les conditions ne sont plus identiques.

Faute de détermination précise, trop d'experts, très compétents pour établir le préjudice causé par des dégâts miniers et distinguer ce qui est pseudo-minier de ce qui est réellement provoqué par les exploitations, admettent souvent des limites de cassure et d'influence qui ne résultent pas d'observations sûres, mais sont le fruit de spéculations théoriques. Ce qui est plus grave encore, c'est que ces experts attachent à ces limites une précision qu'elles n'ont pas.

Dans la Ruhr, où les observations ont été faites d'une façon systématique, ces angles, là où le Houiller affleure et pour un gisement en plateure de moins de 15° de pente, valent d'après Niemczyk (19) :

$$\gamma = 55^\circ$$

et

$$\beta = \beta' = \beta'' = 70^\circ \text{ à } 72^\circ$$

suivant l'importance des bancs de grès dans le gisement.

Le tableau I donne les valeurs des angles amonts β' et aval β'' d'après Thiriard (20) et des angles limites γ' γ'' d'après Proust (21).

TABLEAU I.

Pendage de la couche	Angles de cassure		Angles limite	
	amont β'	aval β''	amont γ'	aval γ''
0°	70°	70°	55°	55°
10°	72°	68°	57°	53°
20°	74°	65°	60°	51°
30°	77°	63°	60°	47°
40°	78°	61°	60°	45°
50°	79°	60°	62°	43°
60°	79°	60°	63°	42°

On admet généralement que les angles de cassures et les angles limites latéraux sont respectivement de 70° et 55° quel que soit le pendage de la couche.

Ces valeurs semblent assez bien se vérifier pour les plateures du bassin de Liège, 72° au nord où l'on a affaire à la partie inférieure du Houiller productif comprenant de nombreux bancs durs, et 70° au sud pour des pentes de moins de 15°. Répétons qu'il ne faut pas attacher à ces valeurs une précision qu'elles n'ont pas.

Dans les morts-terrains, la Surface Enveloppe Limite et la Surface d'Influence Limite ont une pente beaucoup plus faible (fig. 55) et touchant la surface du sol à des distances F' S et F' L beaucoup plus importantes que si le Houiller affleure. On admet généralement que, pour déterminer la distance F' S, on trace une première droite F R avec l'angle β admis pour le Houiller, puis une ligne brisée R S en prenant des angles de 68° dans les marnes, 45° dans les graviers et 30° dans les sables. Quant à la distance F' L, on admet qu'elle est obtenue au moyen de la droite F T tracée dans le Houiller avec un angle de 55° et de la droite T L dont l'angle dans les morts-terrains a pour valeur 50° dans les marnes et 45° dans les sables et les graviers.

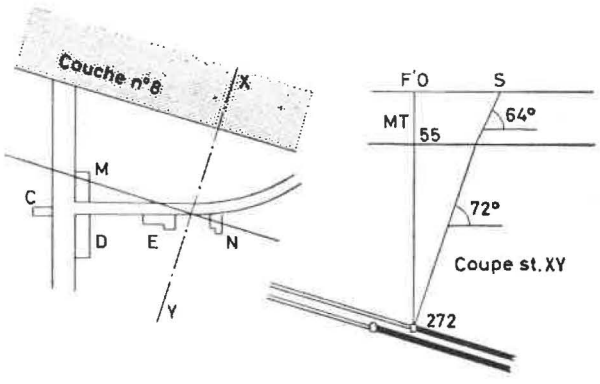


Fig. 56.

Nous avons eu l'occasion de vérifier ces valeurs à Liège et en Campine. A Liège, nous avons notam-

ment observé un cas précis de limite de cassures sur le bord nord du bassin où le Houiller est recouvert en discordance de 50 m de morts-terrains constitués d'une couche d'argile à sa base, puis des marnes, des craies et du sable sur une faible épaisseur. La cassure aval (fig. 56) était visible sur plus de 300 m de longueur grâce à la dénivellation de 0,30 à 0,40 m qu'elle provoquait. Elle traversait deux immeubles M et N qui, coupés en deux, durent être démolis. Par contre, tout ce qui était situé au sud de cette cassure, notamment les immeubles C, D, E ne fut pas affecté. En prenant $\beta = 72°$ dans le Houiller, la pente de la couche étant de 17°, on trouve un angle de 64° dans les morts-terrains.

En ce qui concerne la Campine, l'étude de nombreux cas nous a conduit au schéma suivant (fig. 57). Un chantier situé à 1.000 m de profondeur, là

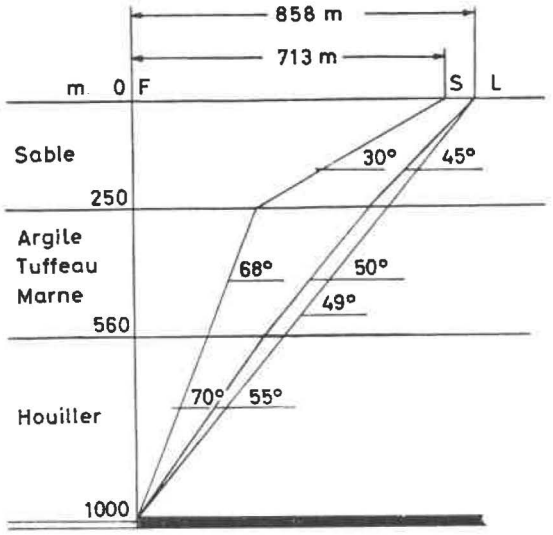


Fig. 57.

où les morts-terrains atteignent 560 m d'épaisseur, influence jusqu'à 858 m de sa limite d'exploitation et la zone de cassure s'étend à 713 m. Les morts-terrains contiennent 40 à 45 % de sable dont l'épaisseur cumulée des bancs situés à différentes profondeurs est égale à 250 m. Le reste est constitué des tuffeaux, de marnes et d'argiles.

Remarquons que l'angle limite moyen est égal à 49°, c'est-à-dire une valeur peu différente de celle trouvée dans le Houiller 55°. Dans les morts-terrains, la Surface d'Influence Limite est moins inclinée que la Surface Enveloppe Limite, elle se rapproche donc de cette dernière. Cela provient de ce que la différenciation des tensions principales extrêmes, nécessaires pour obtenir la fissuration ou la déformation, est d'autant plus faible que les bancs sont moins résistants. Par conséquent, la distance qui sépare le point où l'influence est perceptible à nos instruments (définition de la Surface d'Influence Limite) et celui où elle est suffisante pour produire la fissuration ou une déformation (définition de la Surface Enveloppe) est moins importante.

Les angles β et γ ont également des valeurs toutes différentes de celles obtenues en terrain houiller vierge lorsque les bancs surincombants ont été détendus par une exploitation antérieure. On se trouve, comme dans les morts-terrains, devant un milieu meuble où la Surface Enveloppe Limite et la Surface d'Influence Limite sont beaucoup moins redressées. Les angles β et γ sont plus petits, mais il nous est impossible de fixer des valeurs précises parce que nos observations sont trop peu nombreuses et surtout à cause de la difficulté de tracer la nouvelle cuvette en raison des différences importantes que l'on rencontre dans les affaissements de points voisins, même dans les fonds plats (n° 49).

Parmi les relevés que nous avons étudiés, citons celui (fig. 58) d'un chantier n° 2 ouvert en 1956

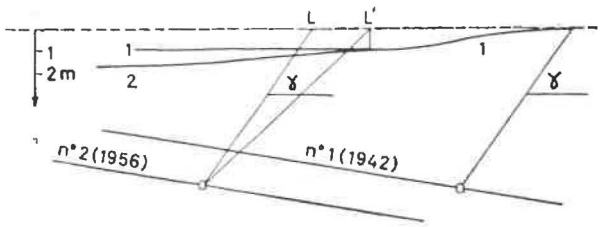


Fig. 58.

sous une couche n° 1 exploitée en 1943. Les courbes de nivellement annuelles montrent nettement, malgré les inégalités d'affaissement, que la cuvette ancienne 1 a été modifiée en 2 à partir d'un point L' situé plus à droite que le point L où aurait dû émerger la Surface d'Influence Limite déterminée avec l'angle γ habituel.

Une autre observation est celle d'une taille A, B (fig. 59) déhouillée au-dessus de plusieurs exploita-

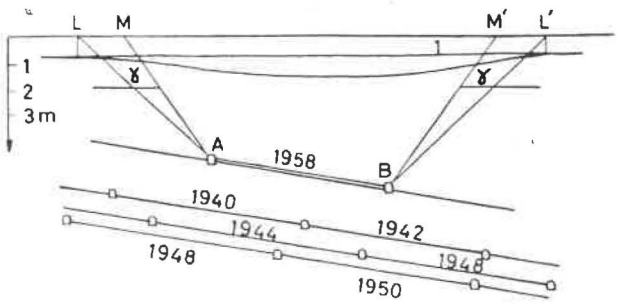


Fig. 59.

tions anciennes. Le fond plat I qu'avaient provoqué ces dernières s'est affaissé sur une distance L, L' beaucoup plus grande que la distance M, M' calculée avec les angles γ habituels.

Répétons qu'à cause des anomalies rencontrées dans les nivellements, il est impossible d'assigner à

β et surtout à γ des valeurs précises, mais qu'il est certain que celles-ci sont, comme dans le cas des morts-terrains, plus faibles que celles qu'on rencontre dans le Houiller vierge.

41. L'IMPORTANCE DE L'AFFAISSEMENT EN UN POINT DE LA CUVETTE

L'importance de l'affaissement total lorsque l'équilibre est rétabli, d'un point situé à l'intérieur de la cuvette, dépend d'abord de la position de ce point par rapport au chantier. Un point M (fig. 60), situé au milieu d'un panneau exploité A B C D

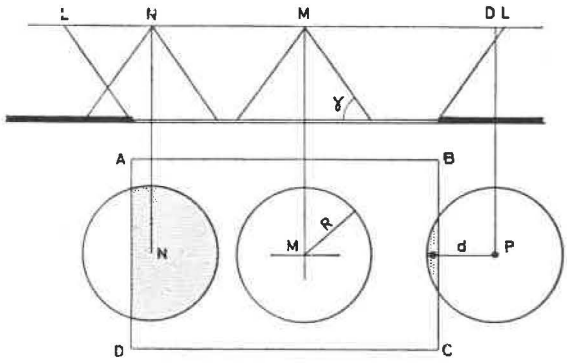


Fig. 60.

de grandes dimensions, se trouve à l'intérieur du fond plat de la cuvette et s'affaisse au maximum, alors qu'un point N, se trouvant près du bord, et plus encore un point P, placé en dehors du champ d'exploitation, ne subissent que des descentes plus faibles. En effet, l'affaissement total d'un point de la surface du sol est la somme des affaissements élémentaires que provoquent tous les points du champ exploité qui ont une influence sur lui. Or puisque les points les plus rapprochés B et C (fig. 61) de deux chantiers A B et C D qui influencent un point P sont ceux obtenus en traçant les deux droites P B et P C faisant l'angle limite γ avec l'horizontale, on peut admettre que réciproquement les points d'un chantier les plus éloignés, qui influencent encore un point M (fig. 62) de la surface, sont les points G et H obtenus en traçant les droites M G et M H avec le même angle γ. C'est dire que l'aire de la couche exploitée qui agit sur un point M (fig. 60) est délimitée par un cercle de rayon R = H ctg γ dont le centre se trouve sur la verticale de ce point. On dit qu'un tel point est soumis à une *aire d'action complète* parce que le cercle défini ci-dessus est compris en entier à l'intérieur du chantier, elle est *incomplète* et réduite aux parties hachurées pour les points N et P. Notons que l'aire d'action n'est circulaire que si la couche est horizontale, elle a une forme elliptique dans les gisements inclinés.

Seuls les points soumis à une aire d'action complète subissent l'affaissement maximum, les autres descendent d'une hauteur moindre, fonction de l'aire d'action et de la position du point par rapport à cette aire. On peut écrire :

$$x = X \frac{s}{S} f\,(d) \qquad (1)$$

x étant l'affaissement au point considéré, X l'affaissement qu'on aurait si l'aire d'action S était complète, s l'aire d'action réelle et d la distance de ce dernier au centre de gravité de cette aire.

La fonction $f\,(d)$ peut se déterminer par calcul, en partant de l'équation des mouvements, ou empiriquement en se basant sur de nombreuses mesures. Le plus souvent la solution est donnée sous forme de grilles d'affaissement établies en divisant l'aire d'influence en surfaces élémentaires dans lesquelles sont inscrits des nombres proportionnels à l'action de ces surfaces. On peut ainsi, lorsque plusieurs chantiers agissent sur un point, déterminer l'action propre à chacun d'eux, ou prédéterminer l'affaissement qui résultera d'une exploitation (*).

Il résulte de ce qui précède que l'affaissement maximum X n'est atteint que dans la partie plate M N R T (fig. 53) de la cuvette tracée à l'aide des droites d'angle $\gamma\,\gamma'\,\gamma''$. En outre, en vertu de la règle de proportionnalité, l'affaissement que subissent des points situés sur la verticale des limites du panneau exploité est en théorie égal à la moitié de celui qui se produit dans le fond plat.

(*) Le problème de la prédétermination de l'affaissement ou des déformations horizontales en un point ne trouve pas place dans cette étude. Nous renvoyons le lecteur aux ouvrages spécialisés notamment de NIEMCZYK (19), de la collection des géomètres allemands (22) de DAUNESSE et RAMBAUD (23), de PROUST (21).

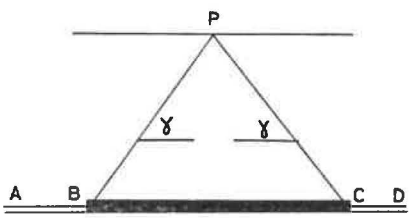


Fig. 61.

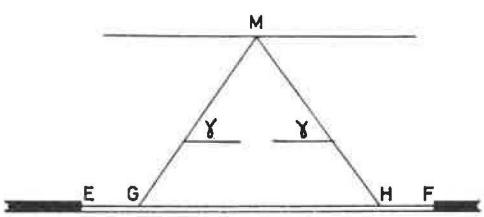


Fig. 62.

Tenant compte que, sur le bord de la cuvette compris entre la Surface d'Influence Limite et la Surface Enveloppe Limite, les dégâts aux constructions sont pratiquement nuls, de nombreux experts prennent pour rayon de l'aire d'action R' = Hctg β au lieu de R = Hctg γ, notamment dans le cas d'exploitation aux limites de concession, lorsqu'il s'agit de rechercher la part d'influence qui revient à chacun des chantiers en cause, ou lorsqu'ils veulent prédéterminer l'affaissement probable d'un point.

A grande profondeur, il est rare qu'une seule taille ait une largeur suffisante pour provoquer l'affaissement maximum X, le développement l suivant la pente est généralement inférieur à 2 Hctg γ et il n'y a plus de fond plat. Les affaissements sont plus petits, les extensions sur les bords plus faibles, mais les compressions le long de l'axe longitudinal sont beaucoup plus intenses que lorsque l'aire est complète (fig. 63). D'après Proust (21), la plus

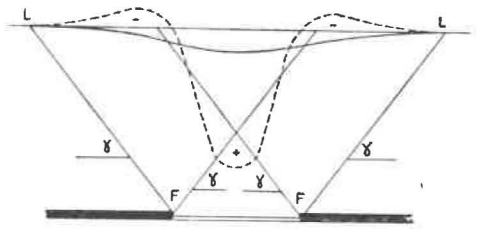


Fig. 63.

grande valeur de la contraction est atteinte pour l/H = 0,4, au-delà elle diminue pour s'annuler lorsque l/H = 2 Hctg γ et qu'il se forme un fond plat, tandis que le maximum des extensions va constamment en croissant pour devenir constant à partir de l/H = 1,2.

Pour des valeurs très faibles de l/H, l'influence est négligeable, la Surface Enveloppe n'arrive pas à toucher la surface du sol.

42. L'AFFAISSEMENT MAXIMUM

L'affaissement maximum en un point pour une aire complète peut s'exprimer par la relation :

$$X = K K' e \qquad (2)$$

où e est l'ouverture de la couche et K le rapprochement des épontes en fonction de l'ouverture que laisse se produire le mode de contrôle du toit (n° 24 C).

K = 0,5 à 0,7 si la taille est remblayée à la main suivant le soin apporté à la mise en place du remblai

K = 0,3 à 0,5 avec du remblai pneumatique suivant la manière dont les vides au toit sont comblés

K = 0,2 à 0,3 avec du remblai hydraulique.

Le coefficient K' tient compte de ce que la cuvette s'étale d'autant plus que le chantier est profond ainsi que du foisonnement résiduel, car la dilatation des roches qui se produit lors de la détente (11) n'est pas complètement résorbée par le poids des bancs surincombants. Elle l'est d'autant moins que la masse de terrains est importante, donc que l'exploitation est profonde et que les bancs sont plus résistants et s'arcboutent plus facilement. Nous avons trouvé, lorsque le Houiller affleure ou que les morts-terrains sont de faible épaisseur, K = 0,8 pour des chantiers situés entre 200 et 250 m de profondeur et K = 0,5 à 800 m. En Campine grâce à la grande épaisseur des sables compris dans les morts-terrains, ce coefficient peut atteindre 0,8 et même 0,9 pour une profondeur de 700 à 800 m. Ce coefficient peut même être plus grand que l'unité et devenir 1,1 à 1,2, lorsque l'exploitation a lieu dans ou sous des terrains déjà détendus par d'anciennes exploitations. Nous avons constaté des affaissements de l'ordre de 0,80 à 1,00 m en exploitant une couche de 0,85 m à 400 m de profondeur en dessous de deux anciens chantiers, alors que l'affaissement n'était que de 0,45 à 0,50 m dans la région où la couche était seule exploitée. La nouvelle exploitation remanie et tasse les terrains déjà détendus, remet les grains en place, d'où le niveau du sol descend d'une hauteur parfois supérieure à l'ouverture de la couche.

Comme on l'a vu plus haut, il faut tenir compte également de la pente de la couche, on constate un affaissement plus faible à l'aval qu'à l'amont (fig. 53). Cette différence a la même cause que celle qu'on a trouvée dans un travers-bancs sous lequel passe une taille (n° 8 fig. 7 et n° 9 fig. 8), mais est moins importante car la masse des terrains détendus surincombants est plus grande.

43. LES BORDS DE LA CUVETTE

On a vu plus haut l'état de la surface du sol sur les bords de la cuvette lorsque ce bord correspond à une limite en ferme.

Si, ce qui est souvent le cas, un des côtés du panneau longe de vieux travaux, les influences sur le bord de la cuvette qui correspond à ce côté s'ajoutent à celles de bord de l'ancienne exploitation pour provoquer une situation qui, à l'équilibre, sera identique à celle qui règne dans le fond plat. Toutefois, s'il y a un décalage de temps important entre les deux exploitations, les mouvements de terrains tant verticaux qu'horizontaux du nouveau chantier apportent dans le bord ancien des perturbations profondes, capables de provoquer des dégâts importants dans les constructions.

Il en est de même si le bord d'un chantier coïncide avec celui ouvert dans une autre couche. Les influences s'ajoutent pour donner une zone inter-

médiaire A B (fig. 64) où l'on passe de l'affaissement que donne un chantier à celui que provoque l'autre. Le sol y garde par conséquent une légère courbure et les déplacements horizontaux n'y se-

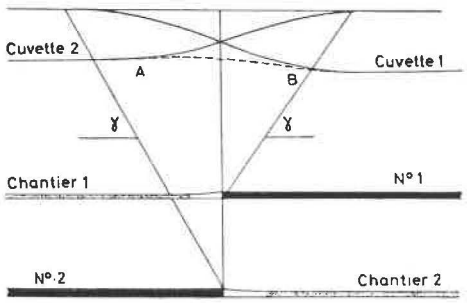


Fig. 64.

ront pas nuls mais faibles, du moins si un temps trop long ne s'écoule pas entre les deux exploitations.

Ce cas simple montre les difficultés que l'on rencontre lorsqu'on veut prédéterminer l'affaissement et surtout les déplacements horizontaux en un point, alors que ce point se trouve au-dessus de plusieurs chantiers à contours variés. Le problème est plus compliqué encore lorsqu'on veut prévoir dans le temps l'évolution des phénomènes. Il s'agit de problèmes qui, nous l'avons dit, dépassent le cadre de cette étude et dont les solutions théoriques s'éloignent parfois très fort de la réalité qu'on découvre par après, parce qu'il est difficile de tenir compte des nombreux facteurs qui interviennent et notamment des conditions de gisement.

44. LA DUREE DES AFFAISSEMENTS

Toutes les courbes d'affaissement d'un point situé au fond (courbe *a b c* fig. 7a) ou à la surface du sol (courbe *a b c d e* fig. 42) en fonction de la distance de ce point au front de taille qui l'influence sont semblables. Il en est donc de même des courbes d'affaissement en fonction du temps puisque les abscisses qui représentent les distances de ce point au front d'une taille en activité sont elles-mêmes fonction du temps. La figure 8 d représente une telle courbe dans le cas d'une galerie, tandis que les figures 65 se rapportent à un point se trouvant à la surface du sol. On y retrouve, au début, la période *t* correspondant à la partie *a b* des courbes (fig. 7a et fig 42) pendant laquelle les affaissements se font à vitesse lente, alors que le point se trouve dans la zone des terrains simplement influencés. La vitesse augmente brusquement au passage du seuil de dénivellation, passe par un maximum correspondant au point d'inflexion *c*, puis diminue lentement. La courbe s'infléchit ensuite de plus en plus pour se rapprocher d'une asymptote qui indique l'affaissement total (100 %). La figure 65a se rapporte à un point de la surface du sol situé au-dessus d'un gisement où il n'y a ni morts-terrains ni exploitations antérieures à celle qui provoque l'influence. Le temps *t* marque le retard d'apparition du seuil de dénivellation (n° 31) et l'origine des temps coïncide avec le passage du front sous le point considéré. La figure 65b représente le cas d'un gisement recouvert de morts-terrains (n° 32) ou déjà influencé par des exploitations anciennes (n° 34). Il se produit alors un « retard » négatif, le seuil de dénivellation précède souvent le front d'abatage, la courbe commence en A à gauche du point d'origine des abscisses, celui-ci étant encore le moment où le front passe sous le point considéré. Le temps *t'* est plus petit (n° 40), le seuil moins raide, d'où un rayon plus grand à la courbe lorsqu'elle passe de la période *t* à la période *t'*.

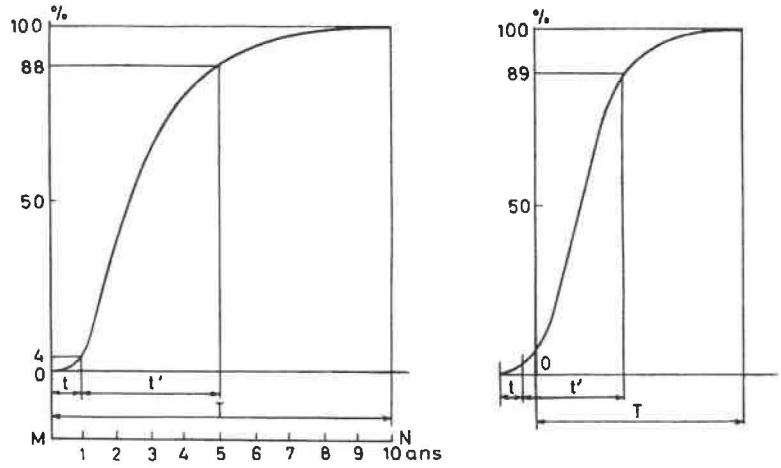


Fig. 65.

Théoriquement la durée d'influence est infinie puisqu'il s'agit d'une asymptote, cependant après un certain temps T, la courbe se confond avec cette

dernière car les déplacements sont devenus tellement faibles qu'ils ne sont plus perceptibles à nos instruments ou que les mesures sont perturbées par les mouvements dus à d'autres causes. On constate parfois des soulèvements, au point qu'il devient malaisé de dire ce qui est d'influence minière ou non. Les dégâts aux constructions cessent de s'aggraver. On peut donc admettre qu'après ce temps T, l'influence de l'exploitation est terminée et qu'il s'est établi un équilibre de fait.

La durée des influences après le passage du front sous un point considéré est d'autant plus importante que le chantier est situé à plus grande profondeur, qu'il est surmonté de bancs plus résistants, que

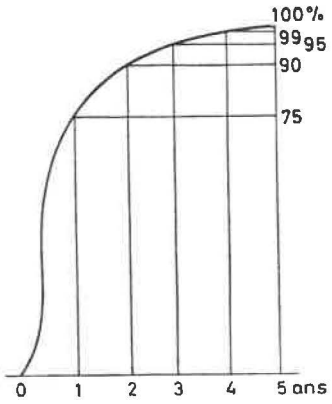


Fig. 66.

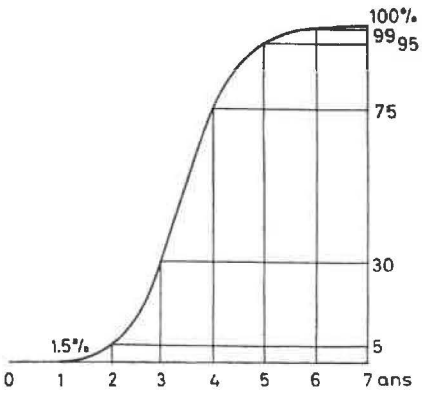


Fig. 67.

l'épaisseur des morts-terrains ou des bancs déjà détendus par des exploitations anciennes est plus faible et aussi que la progression de la taille est plus rapide. L'influence de la profondeur s'explique par le fait que, plus la masse des terrains surincombants est grande, plus il faut du temps pour que la fissuration préalable progresse jusqu'au jour, plus le retard d'influence est élevé, les décollements restent plus longtemps ouverts et surtout la dilatation de détente des roches se résorbe beaucoup plus lentement. D'autre part, plus les bancs sont épais et résistants, plus ils sont raides et se déforment lentement, tandis que les mouvements dans les roches fortement divisées sont très rapides. A ce sujet Niemczyk cite deux cas extrêmes, celui d'une mesure faite dans la Ruhr (fig. 66) où, après deux ans, la descente des terrains fut de 90 % de l'affaissement total, et celui relevé dans le district de Waldenburg en Basse-Silésie où le Houiller comprend plus de 300 m de grès et où, après la même période de 2 ans, l'affaissement n'était que de 5 % (fig. 67). En Campine où l'épaisseur des morts-terrains est très importante, la durée d'influence ne paraît pas dépasser 5 à 6 ans pour des chantiers situés à 700 m de profondeur.

Plus la progression est rapide, plus le retard t est important, mais plus la courbe est redressée pendant la période dynamique t', car la vitesse d'affaissement est plus grande (n° 35 fig. 52) et le point plus vite soumis à l'aire d'action maximum qui peut l'influencer (n° 41). Pour Wardell (24), la durée de l'affaissement dépend du rapport de l'avancement annuel au rayon du cercle d'influence $R = H \operatorname{cotg} \gamma$. Ainsi pour un avancement annuel de 400 yards ou 360 m, la durée serait de 5 ans à 1.000 yards de profondeur et de moins d'un an à 200 yards. En outre, plus un point est éloigné (vers l'intérieur) du bord du chantier, moindre est la durée du tassement complet.

La connaissance de la durée d'influence, est comme celle de la valeur des angles limites et de cassure, d'une très grande importance en ce qui concerne la recherche des responsabilités dans les litiges se rapportant aux dégâts miniers. L'une comme l'autre ne peuvent s'obtenir que par des mesures précises et en tenant compte de tous les facteurs (nature des roches, morts-terrains, profondeur). Il faut exécuter de nombreux nivellements qui doivent être répétés périodiquement en partant d'une même base. La difficulté, on l'a vu (n° 40), est de trouver un point dont l'altitude ne change pas. D'autre part, ce point peut subir des effets de tassement ou même de surélèvements dus à des causes comme l'influence de constructions qu'on vient d'établir dans son voisinage. De plus il est fréquent que, sur la période de 10 à 15 ans que doivent durer les expériences, de nouvelles exploitations ont lieu et rendent difficile l'interprétation des mesures. On trace ainsi des courbes affaissement-temps en éliminant les résultats aberrants et on cherche le point où pratiquement elle se confond avec son asymptote. Il faut alors établir des statistiques qui permettent de définir la durée moyenne en fonction par exemple de la profondeur, ces résultats n'étant valables d'ailleurs que pour des régions où les conditions de gisement sont identiques. Ceci explique les différences entre les valeurs admises par les experts, même dans un bassin où les conditions de gisement varient peu comme celui allant de Liège au Borinage, où on admet 6 à 15 ans à une extrémité, 20 à 30 ans à

l'autre. Il faut dire que les observations faites dans les constructions influencées par des exploitations sont perturbées par la non-continuité des mouvements et par des causes étrangères pas toujours faciles à déterminer. On constate, lorsqu'on mesure l'ouverture d'une crevasse, que celle-ci ne s'agrandit pas d'une façon régulière, qu'il y a des périodes de repos après lesquelles les mouvements reprennent avec une certaine vigueur. Il est probable qu'il s'agit de l'effet des arcboutements qui se produisent dans certains bancs et dont l'équilibre instable se rompt à un certain moment. D'autre part, alors que les influences minières ont certainement cessé, les influences étrangères continuent et d'autant plus que les premières peuvent leur avoir préparé des conditions plus favorables. On comprend par conséquent que même des observateurs indépendants vis-à-vis des intérêts en jeu puissent croire à une prolongation anormale de l'action des travaux.

De l'étude de nombreux nivellements exécutés dans le bassin de Liège, nous pensons qu'on peut admettre que, pour un chantier situé à 400 m de profondeur dans un gisement vierge de toute exploitation antérieure et non recouvert de morts-terrains (courbe fig. 65 à échelle des temps MN), les mouvements apparaissent après un an (la fissuration préalable monte à raison de 30 à 35 m par mois (n° 31), la période dynamique dure 3 à 4 ans, après laquelle 90 % de l'affaissement total est réalisé, et on peut considérer qu'après 10 ans tout mouvement capable de produire des dégâts a cessé. Dans les mêmes conditions de profondeur, la durée d'influence semble être réduite à 8 ans, au nord du bassin où le Houiller est recouvert de 50 m de morts-terrains et dans les régions où il y a déjà eu des exploitations antérieures. A 200 m de profondeur, les phénomènes semblent progresser 25 % à 40 % plus vite et l'influence cesser après 5 à 7 ans, tandis que pour des chantiers situés à 800 m il faut augmenter les chiffres de 20 à 30 %. Si dans les mêmes conditions, on appliquait la théorie de Wardell qui tient compte de la vitesse de progression du front, on arriverait à des durées beaucoup plus faibles parce que les coefficients établis par cet auteur l'ont été pour des gisements totalement différents.

Les durées moyennes ci-dessus ne paraissent pas influencées par les phénomènes perturbants (n° 49) du moins quand l'étude est faite à l'échelle d'un nivellement par an.

Enfin une constatation que nous avons pu vérifier dernièrement encore, est que les mouvements semblent cesser complètement et que les dégâts aux constructions ne s'aggravent plus, lorsque les eaux ont complètement noyé les travaux d'une mine abandonnée. Par la pression qu'elle exerce dans les cavités, l'eau arrête les affaissements ou tout au moins les ralentit très fortement.

VII. LES DEGATS MINIERS

45.

Les changements de pente des terrains à la surface du sol, la courbure que prend cette surface du fait des variations d'affaissement de points voisins et les tensions de traction et de compression qui naissent des déplacements horizontaux ne se font pas sans provoquer des dégâts importants.

Les affaissements verticaux provoquent peu de dégradations aux constructions, mais amènent de graves perturbations dans les voies de communication et surtout dans le régime hydrostatique de la région. Il se crée des fonds qu'il faut démerger et des contrepentes qui gênent l'écoulement des eaux dans les rivières et les égoûts.

Les changements de pente des terrains provoquent également peu de dégâts, sauf si la construction a de grandes dimensions dans le sens du déplacement du front de taille ou perpendiculairement aux bords de la cuvette, car elle subit alors les effets de la courbure du sol. Un bâtiment sous lequel passe une taille se déverse, d'abord lentement dans la zone simplement influencée, puis rapidement au passage du seuil de dénivellation ; l'ouvrage descend et s'incline en sens inverse de celui de la progression de la taille pour se redresser dans la partie concave du seuil. Par la suite, l'affaissement se fait de plus en plus lentement et régulièrement en tous les points de la construction.

La figure 68 montre les relevés, en fonction du temps, des « hors plomb » d'un immeuble sous lequel passe une exploitation. Les dénivellations commencent à être très apparentes 40 jours avant le passage de la taille. Elles sont maximums 15 jours après ce passage, tandis que 80 jours après, l'immeuble a repris sa verticalité antérieure. Il s'agit du chantier dont la figure 48 représente le diagramme des nivellements.

La courbure du sol due aux irrégularités d'affaissement de points voisins, provoque des dégâts comparables à ceux causés par les tassements inégaux des terrains sous les fondations et avec lesquels ils se confondent souvent, au point qu'il est difficile de départager ce qui revient à chacune des deux actions. On remarque d'ailleurs toujours que les repères fixés sur une construction s'affaissent plus fortement que ceux simplement posés sur le sol environnant. Il se produit des disjonctions entre les bâtiment contigus, des cassures dont la tête est orientée

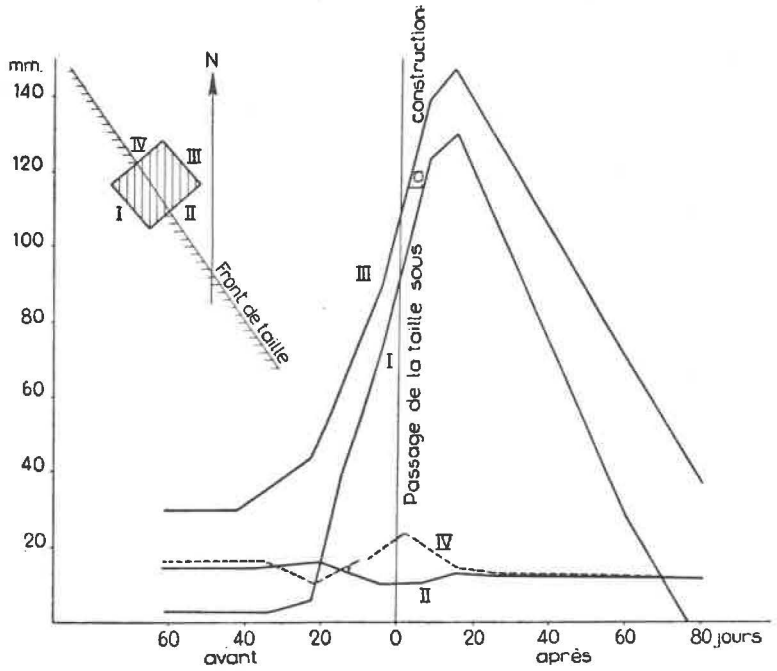


Fig. 68.

dans le sens de la progression de la taille (fig. 69). Ces cassures, comme les fissures dans les plafonds, sont parallèles à la direction du front ou aux bords des limites d'exploitation.

La courbure des terrains a d'autant plus d'influence que son rayon est plus petit, c'est-à-dire que le seuil de dénivellation est plus raide. Le sol tend alors à se dérober sous les fondations, il se produit un décollement A (fig. 69) (exagéré pour la compréhension du dessin, alors qu'il s'agit d'un simple relâchement de la pression de contact, comme celui qu'on a vu se produire entre les bancs au-dessus de la veine à l'endroit où se forment les fissures préalables) (n° 9 C).

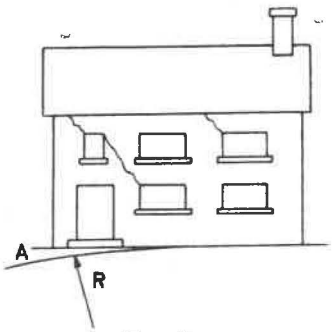


Fig. 69.

La principale cause des dégâts miniers réside cependant dans les tensions de traction et de compression qui naissent du fait des variations des mouvements horizontaux. Dès que ceux-ci se transmettent par poussée sur les fondations ou par frottement sur les parois horizontales des constructions ou sur les câbles, les tuyauteries ou autres objets enfoncés dans le sol, il se produit des dégradations. Déjà pour moins de 0,2 mm par mètre d'allongement, on constate des arrachages de joints. Des extensions de 0,4 mm par mètre ou des raccourcissements qui dépassent 0,3 mm par mètre provoquent des fissures dans les maçonneries. Ces fissures prennent naissance aux points faibles des bâtiments, notamment à la commissure des linteaux. Les tensions de compression donnent lieu à des dégâts beaucoup plus brutaux et plus spectaculaires que ceux provoqués par l'écartèlement de la construction. Les maçonneries résistent mieux à la compression, mais elles accumulent une énergie élastique qui, lorsqu'elle se libère, provoque l'éclatement des matériaux et le soulèvement brusque des dallages. On peut suivre l'avancement d'une taille qui passe sous une rue par le soulèvement des pavés et des bordures des trottoirs. Il se produit aussi des cassures horizontales (A B fig. 70) et des défoncements (fig. 71) lorsqu'un plancher solide ou une poutre

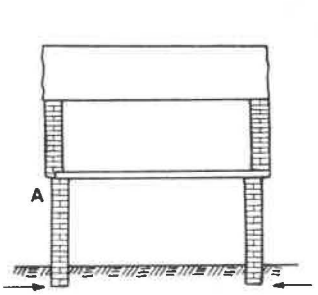


Fig. 71.

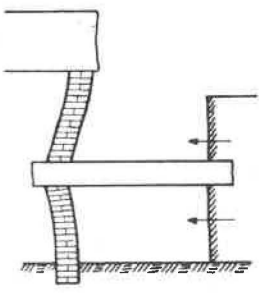


Fig. 70.

s'oppose au rapprochement des parois comprimées par l'intermédiaire des fondations. D'autre part, on constate souvent que la distance entre les piles d'un pont métallique augmente, puis revient à sa valeur normale avec parfois un léger allongement ou raccourcissement résiduel.

Les constructions les plus exposées sont celles situées sur les bords de la cuvette puisque c'est là comme on l'a vu plus haut (n° 38) que les déformations sont les plus importantes. Au lieu de se redresser comme dans le fond plat, les constructions restent hors plomb ; penchées vers l'intérieur du champ d'exploitation, elles sont parfois traversées par de fortes cassures. Ainsi dans l'immeuble N (fig. 56), il y avait un seuil de dénivellation de plus de 0,35 m entre le salon et la salle-à-manger et les murs ainsi que ceux des immeubles M présentaient des fissures de 0,20 à 0,30 m d'ouverture. C'est un fait bien connu que les constructions établies sur les espontes

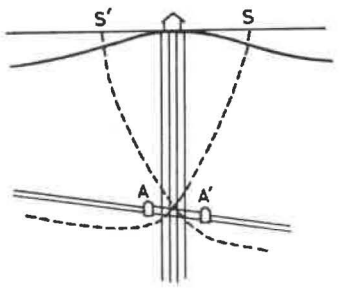


Fig. 72.

(fig. 72) qui séparent deux concessions sont les plus dégradées.

D'autre part, on remarque une grande différence dans l'importance des dégâts aux constructions situées sur le bord de départ d'une taille et ceux aux bâtiments se trouvant sur les autres bords, y compris celui d'arrêt. L'évolution de la Surface Enveloppe au démarrage (1, 2 ... fig. 28) ne provoque en S qu'une descente verticale du sol sans déformation horizontale, ce qui n'est pas le cas pour les autres bords qui sont atteints par le déplacement du seuil de dénivellation. De plus, l'affaissement y est lent et se fait au fur et à mesure que l'aire d'action augmente. Nous retrouvons ici le même phénomène que celui qu'on a vu au fond où les ouvrages influencés par une taille qui démarre, le sont moins que ceux situés en avant ou au-dessus d'un chantier (n° 24).

46. MOYENS DE REDUIRE LES DEGATS AUX CONSTRUCTIONS

Il est possible de réduire fortement l'influence d'une exploitation sur la surface du sol. D'abord il faut découper le gisement de façon que, s'il y a des constructions, celles-ci se trouvent dans le fond plat de la cuvette et non sur les bords. Il faut donner aux panneaux des dimensions suffisantes ($l > 2\,\mathrm{H\,cotg}\,\gamma$) pour avoir un fond plat et surtout éviter un rapport l/H voisin de 0,4 qui, comme on l'a vu plus haut (n° 38), donnerait d'après Proust la compression maximum au fond de la cuvette. Ceci est d'autant plus facile à réaliser que les tailles sont longues. C'est ainsi que, si une tranche comporte plusieurs tailles, il faut, si des constructions se trouvent au-dessus d'une voie intermédiaire, faire suivre ces tailles d'aussi près que possible. Si une taille A B (fig. 73) précède une autre C D d'une très grande

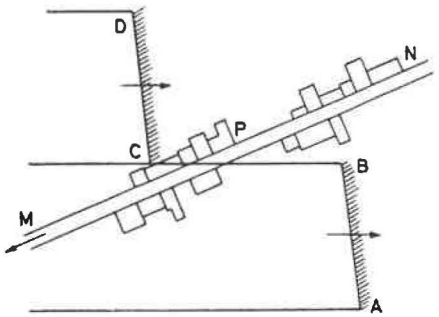


Fig. 73.

longueur, la rue M N se trouve en premier lieu sur le bord de la cuvette de la première taille, puis sur le bord aval de la seconde. Les immeubles du tronçon M P sont soumis d'abord aux tensions de compression dues à la taille A B, puis aux tensions de traction provoquées par la taille C D. Ce sera l'inverse pour le tronçon P N. Par contre, si les deux tailles sont peu décalées, les contraintes de traction et de compression se neutralisent et la rue se trouve à peu de chose près dans le fond plat de la cuvette que donnerait une taille de longueur égale à celle des deux fronts réunis.

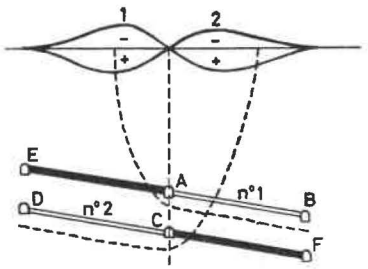


Fig. 74.

On arrive au même résultat en conduisant des tailles conjuguées dans deux couches différentes (fig. 74). La taille A B dans la couche n° 1 provoque des déplacements horizontaux d'extension (—) et de raccourcissement (+) (courbe 1) qui sont compensés par des déplacements inverses (courbe 2) produits par la taille C D. Il paraît que ces

exploitations conjuguées ont donné de très bons résultats dans certains bassins et ont permis de réduire très fortement les dégâts à des constructions importantes. Nous n'avons pu vérifier ce qui précède, mais nous pensons que ce procédé a contre lui d'exposer les galeries A et C à de fortes influences et qu'il ne respecte pas l'exploitation des couches dans l'ordre descendant. A notre avis, il est plus simple de déhouiller successivement les deux longues tailles B E et F D ou, si les tranches sont trop longues, les tailles B A et A E puis les tailles F C et C D. Wardell (24) signale également les bons résultats obtenus avec des tailles conjuguées qui auraient l'avantage de réduire les mouvements dynamiques qui accompagnent l'onde d'affaissement. Toutefois, dans les exemples qu'il donne, la vitesse de progression du front était faible ; il est possible alors que le seuil de dénivellation qui accompagne le front est plus raide que celui qui se déplace sur les autres bords du chantier.

Lorsqu'une faille ou une zone dérangée se trouve sous des immeubles, il est souhaitable de reconstituer aussi rapidement que possible les chantiers de l'autre côté de façon à ne pas créer un stot comparable à celui laissé par les épontes qui séparent deux concessions. Il serait d'ailleurs désirable que les concessionnaires voisins s'entendent pour conjuguer leurs exploitations tant pour préserver la surface que leurs propres travaux du fond.

D'autre part, si des constructions se trouvent audessus d'une limite d'un panneau, il faut démarrer les tailles à partir de ce bord et non les faire progresser dans le sens opposé.

Enfin lorsqu'il y a des voies d'eau, des galeries d'adduction ou des égoûts, il faut, pour éviter d'y créer des contre-pentes, commencer à exploiter sous l'aval de ces ouvrages et suivre successivement en allant vers l'amont. Ainsi si l'écoulement des égoûts dans la rue M N (fig. 73) se fait suivant le sens de la flèche, la taille A B doit être en avance sur la taille C D.

D'autre part, nous l'avons vu plus haut, toutes les observations concordent pour dire que les dégâts aux constructions sont d'autant plus importants que le seuil de dénivellation est raide. Il se produit alors une courbure du sol de faible rayon R (fig. 69) et des extensions et contractions importantes et donc un moment de déversement et des contraintes auquel les maçonneries ne résistent pas. Or ce seuil est d'autant plus raide que la Surface Enveloppe est plus redressée, on peut conclure que la loi qui règle la forme de la Surface Enveloppe (n° 36) est applicable aux dégâts miniers. Ceux-ci sont d'autant plus importants que la couche est de grande ouverture, située à moins grande profondeur, que les terrains surincombants sont peu résistants, la taille moins bien remblayée et que le front progresse plus lentement. Cette loi n'est toutefois valable que si le Houiller affleure, car, comme nous l'avons dit plus haut (n° 35), les morts-terrains meubles, en étalant l'influence de l'exploitation, diminuent souvent la raideur du seuil.

Ceci explique que nous ayons pu passer avec une couche de 0,50 m d'ouverture située dans une stampe gréseuse, à 570 m de profondeur sous une usine, qui à l'époque possédait de nombreuses transmissions par courroies, sans provoquer de dégâts, sans même qu'on s'en aperçoive. La taille progressait de 1,50 m par jour, et le remblai était particulièrement soigné ; il se faisait par fausses-voies minées au toit qui procuraient des pierres plates avec lesquelles on érigeait des épis couvrant 50 % de la surface découverte. La méthode avait été mise au point pour se prémunir contre les coups de charge très violents qui se produisaient régulièrement (n° 33 C). D'ailleurs 15 ans après l'arrêt des chantiers, on pouvait encore circuler dans les voies, seul le mur avait soufflé, mais le soutènement était à peine écrasé.

Ainsi s'explique également le fait observé de très nombreuses fois dans nos bassins, que plus on avance rapidement, moins il y a de dégâts. Il arrive souvent qu'on n'observe pas plus de destructions avec une taille foudroyée qui avance vite qu'avec une taille remblayée où, à cause de la sujétion de l'approvisionnement en remblai, l'avancement est faible. Si le foudroyage relève la Surface Enveloppe et augmente la raideur du seuil, les grands avancements agissent en sens inverse. La vitesse de progression semble donc jouer un rôle plus important que la compacité du remblai.

Il faut encore rappeler ici la différence qui existe entre dégâts aux constructions, qui semblent liés à la raideur du seuil de dénivellation, et affaissements qui dépendent de la qualité du remblai. A ce point de vue, la taille foudroyée, même progressant rapidement, est la moins favorable.

On sait que les dégâts aux constructions sont moins importants lorsqu'une taille avance rapidement, puisque le seuil de dénivellation est moins raide alors que cependant la vitesse d'affaissement est plus élevée. On peut donc conclure que les dégâts ne dépendent pas de cette vitesse d'affaissement, mais de la courbure du sol et surtout des tensions de traction et de compression qui sont d'autant plus faibles que le seuil de dénivellation est moins raide. C'est ce qui s'est passé dans l'exemple décrit plus haut, le sol s'est affaissé de plus ou moins 0,20 m, mais il l'a fait d'une façon moins brutale et avec des rayons de courbure très grands.

47. LES STOTS DE PROTECTION SOUS LES CONSTRUCTIONS

Le moyen radical pour ne pas dégrader une construction est de ne pas déhouiller les couches dans l'aire complète d'influence. Pour préserver la zone A B, on trace les droites A C D et B E F (fig. 75)

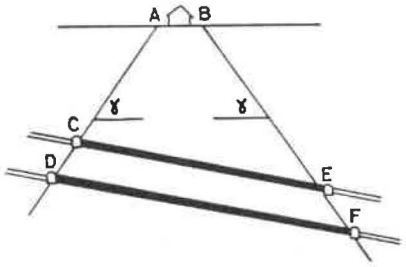


Fig. 75.

faisant avec l'horizontale l'angle limite γ valable pour la région. On a souvent soin, l'angle limite n'étant généralement connu qu'avec une certaine approximation et pour tenir compte des légères erreurs topographiques possibles, de prendre une caution en traçant les points A et B à une certaine distance de la construction à garantir.

Une pratique courante consiste à tracer les droites A C D et B E F non pas en se servant des angles limites γ, mais avec les angles de cassure β (fig. 76). En opérant ainsi, la surface A B est en dehors

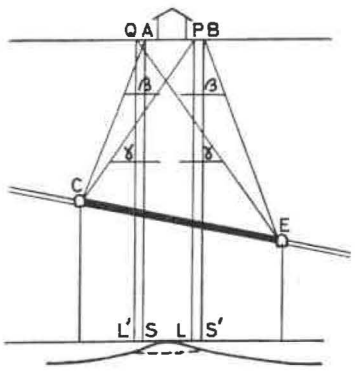


Fig. 76.

des zones de cassure, mais elle se trouve dans les zones d'influence A P et B Q et subit la somme des légers déplacements tants verticaux qu'horizontaux de ces zones. Il en résulte que ce que l'on croyait préserver subit des dégâts parfois très importants puisqu'il se trouve sur le bord des deux cuvettes (n° 43).

Pour ne pas laisser de stot inexploité, on peut, lorsque le gisement s'y prête, démarrer deux tailles F et F' (fig. 77) d'une même communication d'aérage A B tracée dans l'axe de la construction M que l'on veut préserver et faire progresser ces tailles régulièrement et rapidement, l'une à droite, l'autre à gauche de cette communication. Lorsque les fronts sont en F et F', la Surface Enveloppe S E atteint la surface du sol, qui descend verticalement sans être soumis à des déplacements horizontaux ni à des variations de pente.

48. L'EXPLOITATION PARTIELLE

Un autre moyen de réduire les dégâts miniers est d'exploiter par panneaux abandonnés en déhouillant des surfaces de largeur l (fig. 78) entre lesquelles on laisse des piliers de largeur l'. On constate en

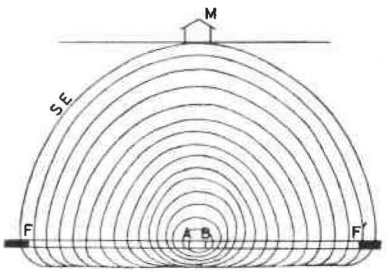


Fig. 77.

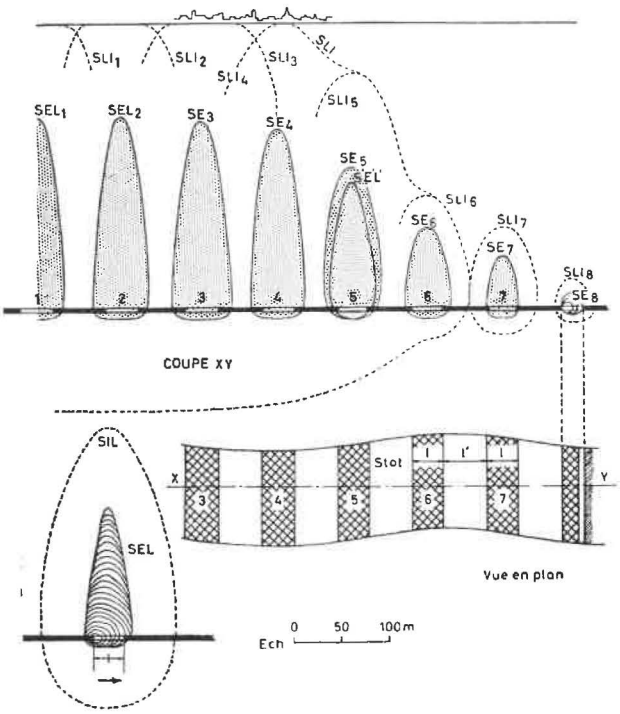


Fig. 78.

effet que lorsque l est inférieure à une certaine valeur et l' supérieure à une autre, l'onde d'affaissement est très amortie, il n'y a pas de seuil de dénivellation, donc peu de déplacements horizontaux, le sol descend très lentement et d'une hauteur beaucoup plus faible que si la couche avait été entièrement exploitée.

Nous avons eu l'occasion d'examiner une région très bâtie où des exploitations conduites par cette méthode dans des couches situées entre 190 m et 360 m de profondeur et totalisant 2,45 m d'ouverture n'ont provoqué aucun dégât et l'affaissement ne fut que de 17,5 cm après 7 ans, soit à peine 7 % de la puissance déhouillée.

Pour que la méthode réussisse, il faut que le défruitage ne dépasse pas 40 % et que les dimensions des panneaux répondent à certaines règles. Celles-ci résultent de l'expérience acquise par les mineurs anglais dont les exploitations s'étendent souvent sous des villes entières. D'après Delavesne (25), la largeur l des vides et celle l' des piliers longs doivent avoir les valeurs suivantes :

à 30 m de profondeur :	l = 5 m	l' = 4 m
100 m	22 m	15 m
450 m	70 m	70 m
675 m	90 m	90 m
900 m	110 m	125 m

Wardell de son côté propose de limiter la largeur des vides à la dimension R/6,5, et celle des piliers à R/4,4, R étant le rayon de l'aire d'action complète. A 300 m de profondeur R = 300 × 0,7 = 210 m d'où l = 32 m et l' = 48 m. Il va sans dire que ces dimensions ne sont valables que pour les gisements étudiés.

Les affaissements qu'on rencontre dans ce genre d'exploitation sont faibles mais ils existent, ce qui prouve que la théorie des voûtes qu'on utilise généralement pour expliquer le phénomène est fausse. La descente du sol est réduite parce que l'aire d'action est très incomplète et que, pour qu'une taille fasse sentir ses effets au jour, il faut que la plus petite dimension du panneau qu'elle déhouille dépasse une certaine valeur (n° 41). Ainsi le panneau de largeur l (fig. 78a) exploité par une longue taille chassante se dirigeant de gauche à droite aura une surface enveloppe qui évolue (1, 2, 3, ...) jusqu'à une position limite S.E.L. lorsque, comme autour d'une galerie éboulée (n° 18), le foisonnement résiduel des terrains détendus provoque un état d'équilibre. La Surface Limite d'Influence se développe de la même façon jusqu'à sa position limite S.I.L. Si cette Surface atteint le sol, il se produit un affaissement très faible et très lent, sans déformations horizontales et incapable de produire des dégâts aux constructions. On se trouve dans la zone des terrains simplement influencés, comme celle située entre les points L et S provoquée par un panneau de grande dimension (fig. 42).

Si au lieu de déhouiller un seul panneau on en prend une série (fig. 78b) séparés par des piliers non exploités de largeur l', il suffit que les valeurs de l et l' soient telles que, malgré les influences réciproques des tailles successives, les Surfaces Enveloppes Limites n'atteignent pas la surface du sol pour que celui-ci ne subisse pas l'action d'un seuil de dénivellation. Ainsi, les fronts de tailles se dirigeant de gauche vers la droite, les panneaux 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ont été déhouillés successivement, alors que le panneau 8 est en exploitation. Dans ce dernier, la Surface Enveloppe en voie d'expansion a atteint sa position S, E 8, tandis que la Surface Limite d'Influence est S. L.I. 8. Dans le panneau 7 qui vient d'être déhouillé, les deux Surfaces S. E. 7 et S. L. I. 7 continuent à se développer. Il en est de même dans les panneaux 6, 5 et 4. Mais au fur et à mesure que les Surfaces Limites d'Influence progressent, elles entrent en contact l'une avec l'autre, S. L. I 6 est tangente à S. L. I. 7, tandis que S. L. I. 5 traverse le panneau 6. Les influences réciproques des panneaux se font sentir et augmentent progressivement. La détente se propage à plus grande distance comme autour d'une galerie dont une taille approche (n° 5 fig. 4). La Surface Enveloppe S. E. 5 et la Surface Limite d'Influence S. L.I. 5 ont dépassé les formes d'équilibre S' E' L' et S' I' L' identiques aux Surfaces Limites S. E. L. et S. I. L. (fig. 78a) qu'elles auraient eues si le panneau avait été seul déhouillé. Ces Surfaces continuent à se développer ; au panneau 4 la Surface Limite d'Influence atteint la surface du sol, en 3 elle l'a dépassée de même qu'en 2 et 1, mais ayant respecté les règles précédentes pour les largeurs l et l', les Surfaces Enveloppes Limites S. E. L. ne touchent pas la surface du sol lorsque l'équilibre s'établit. L'onde d'affaissement commence en L, mais la détente des terrains n'atteignant pas le jour, il n'y a pas de seuil de dénivellation, pas ou presque pas de déformations horizontales et les affaissements sont faibles. Les mouvements sont très lents, le retard important, mais il faut un temps très long avant qu'il ne s'établisse un nouvel état d'équlibre.

La façon suivant laquelle le phénomène se passe montre que la largeur maximum des panneaux déhouillés et la largeur minimum des piliers dépendent de la profondeur à laquelle se trouve le chantier. Ces largeurs sont aussi fonction de la nature du gisement, de la présence de morts-terrains et aussi de l'ouverture de la couche et du mode de contrôle du toit. Nous ne disposons pas d'observations en nombre suffisant et nous n'avons pas trouvé de renseignement à ce sujet dans la littérature des pays où est utilisé le procédé pour vérifier les deux derniers facteurs. Il est certain que, si on exploite plusieurs couches, le procédé n'est efficace que si les panneaux déhouillés se superposent ou si on réduit l'importance du défruitage. L'exemple repris plus haut, où la descente n'a été que de 7 % de l'ouverture totale, était celui de 3 couches déhouillées par des panneaux parfaitement superposés.

Remarquons que, si la méthode par panneaux est avantageuse au point de vue dégâts miniers, elle

n'est rentable que dans des couches régulières et d'ouverture suffisante. Les frais de creusement des nombreuses communications d'aérage et les dépenses de déplacement des équipements des tailles sont en effet très élevés et d'autant plus que la largeur du panneau est faible, car à peine démarrés, les chantiers doivent être désameublés.

49. LES PHENOMENES PERTURBANTS

Comme on l'a vu plus haut, le fond de la cuvette d'affaissement n'est plat que théoriquement, on y rencontre souvent des différences importantes de hauteurs d'affaissement d'un point à l'autre. Dans tous les nivellements systématiques effectués annuellement par des entreprises charbonnières, soucieuses d'organiser leurs travaux pour réduire les dégâts aux constructions et notamment aux galeries d'écoulement des eaux et aux égoûts, nous avons trouvé des anomalies presque inexplicables. Nous avons relevé par exemple deux points distants de moins de 20 m dont le premier est descendu chaque année beaucoup plus que le second. Après 20 ans, la différence était de plus de 1 m. A ce moment, on est passé avec deux chantiers situés à 300 m de profondeur, le second point a commencé alors à s'affaisser plus fortement que le premier et il est à prévoir que d'ici peu les altitudes des deux points seront à peu près égales. Une étude détaillée des plans ne nous a pas permis de déterminer la cause du phénomène. Les deux points ne sont pas sur les bords des cuvettes provoquées par les exploitations successives. Il n'y a ni failles, ni stots non exploités, le gisement est régulier et les variations d'ouverture des couches et la compacité des remblais sont incapables de provoquer des différences qui se reproduiraient toujours au même point. Seules des discordances brusques dans la nature des morts-terrains pourraient l'expliquer, cependant la connaissance que l'on possède de ceux-ci et leur faible épaisseur à cet endroit ne permettent pas de dire qu'il y a une variation brutale de faciès. Il y a peut-être eu un phénomène d'arc-boutement dans certains bancs de grès qui ont freiné l'affaissement et cet équilibre instable a été détruit par le passage des exploitations récentes. Nous avons relevé d'autres anomalies mais qui trouvent leur source dans la nature des terrains de recouvrement. Les constructions lourdes s'enfoncent plus fortement que les autres. Les dégâts sont plus importants dans les immeubles assis sur des poches de terrains meubles qui glissent facilement. Il y a de grandes différences dans les dégâts aux constructions situées de part et d'autre de l'affleurement des morts-terrains.

L'influence de la vitesse de progression des chantiers joue un rôle, on l'a vu plus haut, mais agit plus sur la raideur du seuil de dénivellation que sur l'affaissement final dont elle perturbe l'allure. Ainsi l'arrêt momentané d'une taille, surtout si elle est située à faible profondeur, se marque au jour. On retrouve à la surface les mêmes ralentissements d'affaissement que ceux qu'on observe au fond dans le rapprochement des épontes les jours de chômage.

L'influence des failles radiales est très variable et en général peu connue. Nous avons rencontré deux cas typiques, le premier se rapporte à une faille de 20 m de rejet contre laquelle était venu s'arrêter un chantier F (fig. 79). Des constructions C se trou-

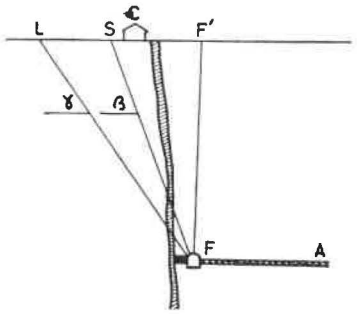


Fig. 79.

vant dans la zone théorique de cassure F' S ne montrèrent aucune trace de dégradation. La faille a arrêté le développement des fissures préalables de fin de chantier, elle est devenue la Surface Enveloppe Limite.

Dans un autre cas, une église E (fig. 80) se trouvait à cheval sur le point d'affleurement d'une faille

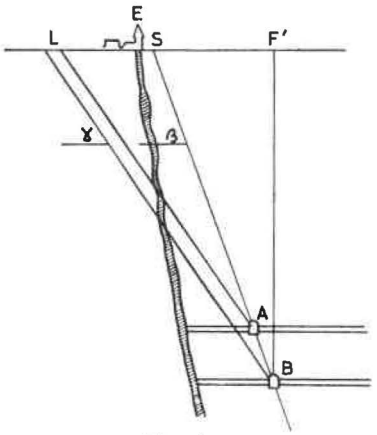


Fig. 80.

de 25 m de rejet. On avait laissé un stot de protection calculé avec les angles de cassure β et en protégeant une aire largement plus importante que la surface bâtie. Malgré cela, la construction fut coupée en deux par une forte cassure qui se trouvait dans le prolongement de la faille. Il est probable que celle-ci a arrêté la zone influencée et qu'elle est devenue la Surface d'Influence Limite. Les déformations qui auraient dû s'étaler entre le point S et

celui L où aurait dû émerger cette Surface se sont concentrées en E S et ont provoqué une dénivellation comme si la construction s'était trouvée sur le bord interne de la cuvette.

50. LES DEGATS PSEUDO-MINIERS

L'importance des dégradations, la direction des fissures et des disjonctions, les hors-plombs, etc. ne dépendent pas seulement des conditions de gisement et d'exploitation, mais aussi de nombreux facteurs qui leur sont étrangers tels la nature, la compacité, la résistance et l'homogénéité du sous-sol sur lequel les fondations sont établies. Il arrive que celles-ci reposent à la fois sur des terrains en place et sur des terres rapportées, des remblais et des talus naturels d'éboulement. Parfois ce sous-sol est miné par les eaux, notamment lorsqu'il s'agit d'alluvions fluviales et que le flux et le reflux causés par les variations d'étiage provoquent des déplacements dans les couches de gravier. Les fondations ne sont pas toujours établies rationnellement, elles sont à des hauteurs différentes, supportent des charges inégales. Il y a aussi la qualité des matériaux mis en œuvre et la bonne exécution du travail. Il arrive très souvent qu'on rencontre dans des régions non minières des immeubles atteints de dégradations qui seraient mises sur le compte de la mine s'ils se trouvaient au-dessus d'exploitations. La détermination des causes d'origine minière et les autres constitue d'ailleurs la mission la plus difficile et la plus délicate des experts. On lira avec fruit sur ce sujet l'article bien documenté de M. Van Ham (26).

(à suivre)

TREUIL DE BURQUIN A COMMANDE HYDROSTATIQUE

par O. de CROMBRUGGHE
et J. KERREMANS,
Service Etudes, Division Charbonnages
de la S.A. Espérance-Longdoz à Winterslag.

BINNENSCHACHTLIER MET HYDROSTATISCHE AANDRIJVING

door O. de CROMBRUGGHE
en J. KERREMANS,
Studiedienst, Afdeling Kolenmijnen
van de N. V. Espérance-Longdoz, te Winterslag.

RESUME

Le moteur électrique qui entraîne une machine peut être remplacé par un moteur hydrostatique à pistons, tournant à grande ou à faible vitesse, et de dimensions beaucoup plus réduites. Ce dernier est alimenté par une pompe volumétrique, à vitesse constante, actionnée directement par un moteur électrique et installée à une vingtaine de mètres de la machine.

Si le débit de la pompe est variable, on obtient ainsi un réglage de vitesse très souple, comparable à celui obtenu au moyen d'un groupe Ward Leonard. Le moteur électrique peut être choisi de dimensions plus petites, et est donc meilleur marché. Il démarre à vide, ce qui ne surcharge pas le réseau. L'appareillage électrique reste limité à un minimum.

L'article décrit, dans tous ses détails, l'application de la commande hydrostatique à un treuil de burquin, pour lequel on a prévu un service intense, tant avec charges montantes qu'avec charges descendantes.

En outre, l'installation présente les particularités suivantes :

- *la machine se situe dans la coupole du burquin et le machiniste se trouve, à l'envoyage supérieur, 10 mètres plus bas;*
- *les deux tambours du treuil sont débrayables l'un par rapport à l'autre, ce qui permet un réglage rapide de la position relative des cages;*
- *les freins et le mécanisme d'accouplement sont verrouillés hydrauliquement et commandés à distance;*
- *le déroulement des câbles est contrôlé au moyen d'interrupteurs magnétiques.*

Les pertes énergétiques du système sont analysées et chiffrées.

Le rendement de la transmission hydrostatique proprement dite, atteint 76,5 % (71,6 % avec les installations auxiliaires).

SAMENVATTING

De elektromotor die een machine aandrijft kan men door een veel kleinere hydrostatische, snel of langzaam lopende, zuigermotor vervangen. Deze wordt gevoed door een volumetrische pomp, op een konstant toerental rechtstreeks door een elektromotor aangedreven, en op ± 20 m van de machine opgesteld.

Indien het debiet van de pomp regelbaar is bekomt men hierdoor een zeer soepele snelheidsregeling, vergelijkbaar met die van een Ward-Leonard-schakeling. De elektromotor kan kleiner en goedkoper gekozen worden, en hij loopt leeg aan, waardoor het net ontlast wordt. De elektrische apparatuur beperkt zich tot een minimum.

Hier wordt de toepassing uitvoerig beschreven van de hydrostatische aandrijving op een binnenschachtlier waarvoor een intens bedrijf zowel voor opgaande als voor afdalende belastingen voorzien was. De installatie vertoont verder de volgende bijzonderheden :

- *de machine zit in de binnenschachtkoepel, en de machinist op de bovenste laadplaats, 10 m lager;*
- *de twee liertrommels zijn van elkaar ontkoppelbaar om de kooienstand snel te kunnen regelen;*
- *de remmen en het koppelmechanisme worden hydraulisch vergrendeld en op afstand bediend;*
- *de afwikkeling van de kabels wordt met magneetschakelaars gecontroleerd.*

De energetische verliezen van het systeem worden ontleed en becijferd. Het rendement van de eigenlijke hydrostatische overbrenging bedraagt 76,5 % (71,6 % met de hulpinrichtingen). Voor

Lors de la montée de la charge, le rendement est meilleur que celui obtenu au moyen d'une commande avec moteur à bagues, et limitation du courant par rhéostat pendant le démarrage et le ralentissement.

Pour les charges descendantes, la commande électrique était inacceptable du fait du dégagement de chaleur. Le système hydrostatique quant à lui renvoie de l'énergie au réseau.

L'installation n'a pas coûté plus cher que l'installation électrique la plus simple comparable. On peut même la considérer comme bien meilleur marché si on ne tient pas compte des frais de mise au point, inhérents à toute nouvelle technique.

Les diverses améliorations ou adaptations, apportées au moment du montage et pendant les premiers mois de service, n'ont pratiquement pas troublé l'exploitation. Elles ont pourtant donné naissance à quelques suggestions pour la conception d'une nouvelle installation éventuelle.

ZUSAMMENFASSUNG

Man kann elektrische Motoren als Antrieb einer Maschine durch einen hydrostatischen Kolbenmotor von weit kleineren Abmessungen mit hoher oder niedriger Drehzahl ersetzen. Der Motor wird von einer Pumpe mit konstanter Geschwindigkeit gespeist, die etwa 20 m von der Maschine installiert und ihrerseits von einem Elektromotor angetrieben wird. Durch Veränderung der Fördermenge der Pumpe lässt sich die Geschwindigkeit der Maschine sehr elastisch regeln, ähnlich wie bei Ward-Leonard-Schaltung. Der Elektromotor kann kleiner ausgelegt werden und ist daher billiger. Er läuft unbelastet an, so dass eine Ueberlastung des Netzes vermieden wird. Man kommt mit denkbar wenig elektrischen Einrichtungen aus.

Der Aufsatz beschreibt in allen Einzelheiten den hydrostatischen Antrieb eines Blindschachthaspels, an den hohe Anforderungen zur Förderung von Lasten in beiden Richtungen gestellt wurden.

Die Anlage zeichnet sich weiter durch folgende Besonderheiten aus :

1. *Der Maschinist sitzt in Höhe des oberen Anschlags; der Haspel steht 10 m höher.*
2. *Eine der beiden Trommeln des Haspels lässt sich ausrücken, so dass man die relative Stellung der Gestelle rasch verändern kann.*
3. *Bremse und Kupplung sind hydraulisch verriegelt und ferngesteuert.*
4. *Die Abwicklung der Seile wird von Magnetschaltern überwacht.*

Aufgrund einer Berechnung der Energieverluste in dem Fördersystem ergibt sich, dass die hydraulische Uebertragung im engeren Sinne

het optrekken van een belasting ligt dit hoger als dat van een aandrijving met sleepringmotor en rheostatische stroombeperking gedurende de aanloop en de vertraging. Voor afdalende belastingen was de elektrische aandrijving, omwille van de warmteontwikkeling, onaanvaardbaar, terwijl het hydrostatisch systeem energie naar het net terugstuurt.

De installatie heeft niet duurder gekost dan een vergelijkbare elektrische uitrusting, en kan zelfs als veel goedkoper beschouwd worden, indien de ontwikkelingskosten, eigen aan een nieuwe techniek, niet meegerekend worden.

De verschillende tijdens de montage en de eerste bedrijfsmaanden aangebrachte verbeteringen en aanpassingen hebben het bedrijf praktisch niet gestoord, maar geven aanleiding tot enkele voorstellen voor het ontwerpen van een nieuwe installatie.

SUMMARY

The electric motor driving a machine may be replaced by a fast or slowly running hydrostatic piston motor of compact size. Fluid under pressure is supplied by a volumetric pump driven directly at constant speed by an electric motor and set up about 20 yards away from the machine.

If the output delivery of the pump is variable, it becomes possible to adjust the speed of the driven machine very accurately, as is the case with a Ward-Leonard group. The electric motor may be smaller and of a more economic construction. It starts up idle, reducing the peak load on the mains. Electric equipment is reduced to a minimum.

The paper gives full details about the hydrostatic drive of a staple shaft hoist, designed for intense service, both for raising and lowering loads.

Furthermore, the equipment includes following peculiarities :

— *The machine is installed in the dome of the stapleshaft, while the driver sits in the upper loading bay, some 10 metres beneath.*
— *The two drums of the hoist can be uncoupled one from the other, in order to adjust easily the position of the cages.*
— *The brakes and the coupling device are hydraulically interlocked and remote controlled.*
— *The unwinding of the cables is limited by means of magnetic switches.*

The energy losses in the system are analysed and calculated. The efficiency of the hydrostatic trans-

einen Wirkungsgrad von 76,5 % erreicht; mit Einschluss der Hilfsanlagen sind es 71,6 %. Bei Förderung von Lasten in aufsteigender Richtung kommt man auf einen höheren Wirkungsgrad als bei Verwendung eines Schleifringläufermotors und Drosselung des Stroms durch einen Rheostaten bei der Anfahrt und beim Bremsen. Für Förderung in absteigender Richtung käme ein elektrischer Antrieb wegen der zu hohen Wärmeentwicklung nicht in Frage. Bei hydrostatischem Antrieb wird dagegenüber Energie in das Netz zurückgeleitet.

Die Anlage stellt sich nicht teurer als der einfachste vergleichbare elektrische Antrieb. Sie ist sogar wesentlich billiger, wenn man die mit einer jeden neuen Technik verbundenen Entwicklungskosten unberücksichtigt lässt. Verschiedene Umstellungen und Verbesserungen während der Montage und der ersten Betriebsmonate hatten praktisch keinerlei Störungen des Betriebes zur Folge, gaben jedoch wertvolle Hinweise für den Bau einer neuen ähnlichen Anlage.

mission proper reaches 76.5 % (71.6 % if the ancillary equipment is taken into account).

When raising loads, the efficiency is better than that obtained by means of a slip-ring motor, with current limitation by rheostat during accelerating and decelerating periods.

For lowering loads, electric braking was not at all acceptable owing to the amount of heat to be dissipated. The hydrostatic system, on the contrary, returns power to the mains.

The cost of the equipment was not higher than that of an electric installation with comparable performance. It may even be considered much lower if the trial and engineering work inherent to any new technique is discounted.

The various improvements or adaptations made during the installation and the first months of operation, hardly disturbed the service at all. They did, however, give rise to some suggestions for the design of a new equipment.

TABLE DES MATIERES

0. *Généralités au sujet des commandes hydrostatiques.*
0.1. Principe
0.2. Pompes à pistons axiaux
0.3. Moteurs hydrauliques
0.4. Circuits ouverts et fermés
0.5. Liquides hydrauliques
0.6. Propriétés des commandes hydrauliques
0.7. Application à un treuil de burquin

1. *Caractéristiques du puits intérieur.*
1.1. Situation
1.2. Jonction aux étages
1.3. Service prévu
1.4. Ventilation
1.5. Creusement
1.6. Section du burquin

2. *Installations d'extraction.*
2.1. Cages
2.2. Câbles d'extraction
2.3. Treuil à tambours
2.4. Attaque du treuil
2.5. Organes de commande

3. *Equipement hydraulique.*
3.1. Transmission hydrostatique
3.2. Conduites principales
3.3. Pompes auxiliaires et réservoir
3.4. Appareillage et poste de commande
3.5. Circuit principal (index 1 et 2)
3.6. Circuit de gavage (index 3)
3.7. Circuits de commande (index 4 à 7)
3.8. Circuit de retour

INHOUDSTABEL

0. *Hydrostatische aandrijvingen.*
0.1. Principe
0.2. Axiaalzuigerpompen
0.3. Hydrostatische motoren
0.4. Open en gesloten kringlopen
0.5. Hydraulische vloeistoffen
0.6. Eigenschappen en toepassingsgebied
0.7. Toepassing op een binnenschachtlier

1. *Kenmerken van de binnenschacht.*
1.1. Ligging
1.2. Aansluiting op de verdiepingen
1.3. Voorziene dienst
1.4. Ventilatie
1.5. Delving
1.6. Schachtdoorsnede

2. *Ophaalinrichting.*
2.1. Kooien
2.2. Ophaalkabels
2.3. Trommellier
2.4. Aandrijving
2.5. Bedieningsorganen

3. *Hydraulische uitrusting.*
3.1. Hydrostatische overbrenging
3.2. Hoofdleidingen
3.3. Hulppompen en tank
3.4. Apparatuur en stuurstand
3.5. Hoofdkring
3.6. Voedingskring
3.7. Stuurkringen
3.8. Retourkring

4. *Equipement électrique.*
4.1. Moteur principal - démarrage
4.2. Asservissement et freins
4.3. Moteur de la pompe auxiliaire et protection
4.4. Contacts dans le puits
4.5. Signalisation
4.6. Réalisation matérielle

5. *Conduite du treuil.*
5.1. Pupitre de commande
5.2. Translation normale
5.3. Manœuvre de l'accouplement
5.4. Asservissements

6. *Considérations énergétiques.*
6.1. Diagramme d'extraction
6.2. Calcul des pertes
6.3. Balance énergétique
6.4. Dégagement de chaleur
6.5. Charge effective du moteur électrique et de la pompe
6.6. Comparaison avec un moteur à bagues

7. *Conclusions.*
7.1. Prix de revient
7.2. Expérience acquise en service
7.3. Modifications envisagées.
7.4. Conception d'une nouvelle installation
7.5. Remerciements.

0. GENERALITES AU SUJET DES COMMANDES HYDROSTATIQUES

01. Principe.

La transmission de *forces* élevées par la pression *statique* d'un liquide dans des cylindres constitue depuis longtemps une notion élémentaire (il suffit de penser à la presse hydraulique de tout cours de physique). Ces dernières années, ce type de transmission a été utilisé de plus en plus dans les mines, particulièrement pour la commande et le contrôle de mouvements de *translation* (pousseurs de berlines, vérins, cylindres de ripage, étançons hydrauliques, soutènement mécanisé, etc...).

La transmission par voie hydraulique de *puissance* vers des machines *rotatives* est pourtant restée limitée en général, jusqu'à présent, au turbo-coupleur (Voith ou Vulcan-Sinclair); ici ce n'est pas la pression statique, mais bien la pression *dynamique* de l'huile en mouvement dans le coupleur, qui est utilisée.

Dans les commandes hydrostatiques, il s'agit de la transmission de *puissance* vers des machines *rotatives* au moyen de la pression *statique* du liquide fourni par une pompe. Dans ce cas, une pompe volumétrique est entraînée par un moteur électrique (ou un moteur à combustion). Par des

4. *Elektrische uitrusting.*
4.1. Hoofdmotor - aanloopprocedure
4.2. Beveiliging en remmen
4.3. Hulpmotor en beveiliging
4.4. Schachtkontakten
4.5. Signalisatie
4.6. Materiële uitvoering

5. *Bediening.*
5.1. Stuurbord
5.2. Normale translatie
5.3. Ontkoppeling
5.4. Beveiligingen

6. *Energetische beschouwingen.*
6.1. Ophaaldiagram
6.2. Berekening van de verliezen
6.3. Energiebalans
6.4. Warmte-ontwikkeling
6.5. Effectieve belasting van elektromotor en pomp
6.6. Vergelijking met sleepringmotor

7. *Besluiten.*
7.1. Kostprijs
7.2. Bedrijfservaring
7.3. Ontworpen wijzigingen
7.4. Opvatting van een nieuwe installatie
7.5. Dankwoord.

0. ALGEMEENHEDEN OVER HYDROSTATISCHE AANDRIJVINGEN

01. Principe.

De overbrenging van grote *krachten* door de *statische* druk van een vloeistof in cylinders is sedert lang een elementair begrip (denk aan de hydraulische pers van iedere cursus van natuurkunde) en wordt de laatste jaren ook in de mijnen meer en meer gebruikt waar *translatie* bewegingen verwekt of gecontroleerd moeten worden (wagenstoters, vijzels, ripcylinders, hydraulische stempels, schrijdende ondersteuning, enz...).

De overbrenging langs hydraulische weg van *energie* naar *draaiende* machines bleef echter tot nu toe in het algemeen beperkt tot de turbo-koppelingen (Voith of Vulcan-Sinclair) waar niet de statische, doch wel de *dynamische* druk van de in de koppeling rondgezwierde olie benut wordt.

Met hydrostatische aandrijvingen bedoelen wij de overbrenging van *energie* naar *draaiende* machines door de *statische* druk van de rondgepompte vloeistof. In dit geval wordt een volumetrische pomp door een elektromotor (of een verbrandingsmotor) aangedreven. De vloeistof wordt onder

tuyauteries, le liquide est envoyé sous haute pression (60 à 300 kg/cm²) vers un moteur hydraulique; ce moteur transforme l'énergie hydrostatique en mouvement de rotation et actionne la machine.

Si la cylindrée i du moteur (exprimée en litres par tour) est donnée, le nombre de rotations (tr/min) dépendra du débit de liquide Q (litres/min) que le moteur doit absorber :

$$Q = i \times n \text{ (litres/min)}.$$

Par ailleurs, le couple moteur C (mkg), est en relation avec la pression du liquide P (en kg/cm²) (ou mieux encore avec la différence de pression entre l'admission et l'échappement du moteur); on obtient ainsi :

$$C = \frac{10\ P \times i}{2 \times 3{,}14}.$$

La puissance théorique N (en kgm/s ou en ch) résulte du produit du couple et de la vitesse ou de la pression et du débit :

$$N = \frac{2 \times 3{,}14\ C\ n}{60} = \frac{P\ i\ n}{6} = \frac{P\ Q}{6} \text{ kgm/s}$$

$$= \frac{P\ Q}{450} \text{ ch.}$$

Lorsque le couple de la machine entraînée est modifié, la pression hydrostatique s'adapte spontanément, sans changement notable de vitesse; le moteur électrique qui entraîne la pompe est plus fortement chargé, mais du fait de la constance de sa vitesse, le débit de la pompe et la vitesse du moteur hydraulique restent aussi à peu près inchangés. Si le couple tendait à devenir trop grand, une soupape de sécurité dans le circuit hydraulique suffirait à limiter la pression et par conséquent la charge du moteur.

Si le couple devient négatif (freinage), à ce moment la pression à l'échappement du moteur est plus grande qu'à l'admission : le moteur hydraulique travaille comme une pompe, tandis que la pompe, agissant en moteur, entraîne le moteur électrique au-delà du synchronisme et restitue de l'énergie au réseau.

Si le débit de la pompe est réglable, sous l'action d'un dispositif mécanique modifiant sa cylindrée, le moteur reçoit un débit liquide modifié et la vitesse varie en proportion. La vitesse de la machine entraînée peut donc être facilement adaptée aux nécessités du service sans perte d'énergie ou dégagement de chaleur et indépendamment de la charge.

Une telle commande hydrostatique se compose donc d'un moteur asynchrone, d'une pompe hydraulique à débit réglable et d'un moteur hydraulique à vitesse réglable. On peut le comparer très valablement avec le montage électrique Ward-

hoge druk (60 tot 300 kg/cm²) langs leidingen naar een hydraulische motor gestuurd, die de hydrostatische energie in een draaiende beweging omzet en de machine aandrijft.

Bij een gegeven cylinderinhoud van de motor i (in liter per omwenteling uitgedrukt) zal het toerental (omw./min) afhangen van het vloeistofdebiet Q (liter/min) dat de motor te slikken krijgt :

$$Q = i \times n \text{ (liter/min)}.$$

Het motor koppel C (mkg), anderzijds, staat in verhouding met de druk van de vloeistof P (in kg/cm²) (of beter gezegd met het drukverschil tussen motor in- en uitlaat) :

$$C = \frac{10\ P \times i}{2 \times 3{,}14}.$$

Het theoretisch vermogen N (in kgm/s of in pk) resulteert uit het produkt van koppel en snelheid, of van druk en debiet :

$$N = \frac{2 \times 3{,}14\ C\ n}{60} = \frac{P\ i\ n}{6} = \frac{P\ Q}{6} \text{ kgm/s}$$

$$= \frac{P\ Q}{450} \text{ pk.}$$

Wanneer het koppel van de aangedreven machine gewijzigd wordt, dan past de hydrostatische druk zich spontaan aan, zonder noemenswaardige wijziging van de snelheid; de elektro-motor die de pomp aandrijft wordt zwaarder belast, doch gezien zijn snelheid constant blijft, blijven het debiet van de pomp en de snelheid van de hydraulische motor nagenoeg onveranderd. Moest het koppel te groot worden, dan volstaat een veiligheidsklep in de hydraulische omloop om de druk, en bijgevolg de motorbelasting, te beperken.

Moest het koppel negatief worden (afremming) dan wordt de druk aan de motoruitlaat groter dan aan de inlaat : de hydromotor werkt nu als pomp, terwijl de pomp, als motor, de elektromotor boven het synchronisme aandrijft en energie terug naar het net stuurt.

Is het debiet van de pomp, door mechanische wijziging van het cylindervolume ervan, regelbaar, dan krijgt de motor een gewijzigd vloeistofdebiet en wordt de snelheid in verhouding gewijzigd. De snelheid van de aangedreven machine kan dus gemakkelijk en zonder energieverlies of warmteontwikkeling, onafhankelijk van de belasting, aan de noodwendigheden van het bedrijf aangepast worden.

Zulke hydrostatische aandrijving, bestaande uit asynchrone motor, hydraulische pomp met regelbaar debiet en hydraulische motor met regelbare snelheid, kan dus, zoals in tabel I, best met een elektrische Ward-Leonard schakeling vergeleken

Leonard comprenant un moteur à courant triphasé, une génératrice à courant continu avec tension réglable et un moteur à courant continu à vitesse variable.

Le tableau I résume cette comparaison.

worden, met draaistroommotor, gelijkstroomgenerator met regelbare spanning, en gelijkstroommotor met veranderlijke snelheid.

TABLEAU I

Electrique (W — L)	*Hydraulique*	*Mécanique*
Tension U (volts)	Débit Q (litres/min)	Vitesse n (tour/min)
Intensité I (amp)	Pression P (kg/cm²)	Couple C (kgm)
Puissance $N_e = UI$ (kW)	Puissance $N_h = PQ$ (ch)	Puissance $N_m = Cn$ (ch)
Réglage d'excitation	Réglage du débit	Réglage de la vitesse
Pertes ohmiques RI	Pertes volumétriques Q_v	Glissement n_s — n
Fonctionnement en génératrice	Inversion de pression	Freinage par récupération

TABEL I

Elektrisch (W.L.)	*Hydraulisch*	*Mechanisch*
Spanning U (V)	Debiet Q (liter/min)	Snelheid n (omw./min)
Stroomsterkte I (A)	Druk P (kg/cm²)	Koppel C (mkg)
Vermogen $N_e = UI$ (kW)	Vermogen $N_h = PQ$ (pk)	Vermogen $N_m = Cn$ (pk)
Bekrachtigingsregeling	Debietregeling	Snelheidsregeling
Ohmse verliezen RI	Volumetrische verliezen Q_v	Slip n_s — n
Generatorwerking	Drukomkering	Recuperatieremming

02. Pompes à pistons axiaux.

Pour les commandes hydrostatiques à vitesse réglable, c'est le type de pompe à pistons axiaux qui est le plus employé (fig. 1).

02. Axiaalzuigerpompen.

Voor hydrostatische aandrijvingen met regelbare snelheid is het axiaalzuigerpompentype het meest gebruikt (fig. 1).

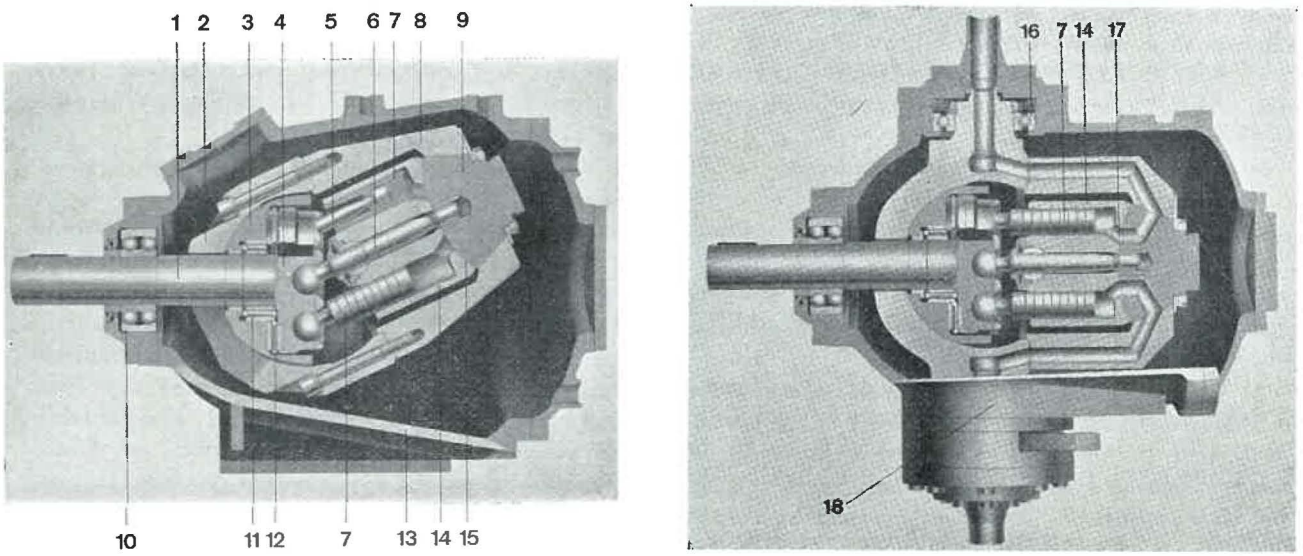


Fig. 1.
Pompe Mannesmann à pistons axiaux. Vue intérieure.
Mannesmann axiaalzuigerpomp. Binnenzicht.

1. Arbre de commande - Aandrijfsas. 2. Calotte - Kalot. 3. Rotule - Rotule. 4. Disque - Schijf. 5. Tige de piston - Zuigerstang. 6. Axe de guidage - Geleidingsas. 7. Piston - Zuiger. 8. Enveloppe en forme de poire - « Peer »-omhulsel. 9. Cône de distribution - Distributiekegel. 10. Palier d'entrée d'arbre - Ingangsleger. 11. Palier radial - Radiaal leger. 12. Palier axial - Axiaal leger. 13. Carter extérieur - Uitwendige carter. 14. Barillet avec alésage de cylindres - Trommel met cylinderboringen. 15. Glace de distribution - Distributiespiegel. 16-18. Paliers de pivotement - Zwenklegers. 17. Canaux d'alimentation - Voedingskanalen.

La pompe comporte essentiellement un barillet avec 5, 7 ou 9 alésages, forés parallèlement à l'axe du barillet et répartis sur une circonférence. Dans ces alésages se déplacent de petits pistons avec leurs tiges. Les têtes sphériques de ces dernières sont logées dans un disque dont le plan est incliné par rapport à l'axe du barillet (25°). Lorsque barillet et disque tournent en synchronisme, les petits pistons subissent par conséquent des mouvements alternés de va-et-vient.

A l'arrière, le tambour s'appuie sur une glace de distribution. Des orifices y pratiqués relient les alésages alternativement aux côtés admission et échappement de la pompe.

Les différentes constructions se distinguent par le mode d'attaque (entraînement par le barillet ou par le disque), par l'élément (barillet ou disque) que l'on fait pivoter, afin d'obtenir l'angle nécessaire, par le système de distribution (glace ou soupapes), et par le procédé de reprise des réactions axiales qui prennent naissance entre le barillet et le disque. Il y a donc bon nombre de combinaisons possibles. Nous nous étendrons plus particulièrement ici sur la pompe et le moteur Mannesmann Meer qui équipent notre treuil de burquin.

La pompe Mannesmann HAP 40-7 réglable a 7 alésages avec 40 mm de diamètre et environ 51 mm de course. La cylindrée (i) atteint 0,45 litre, le débit à 1500 tr/min est de 675 litres/min, la pression de pointe peut atteindre 250 kg/cm², la pression moyenne en charge continue environ 100 kg/cm². A cette pression, le couple est de 72 kgm et la puissance de 150 ch.

La pompe est commandée du côté disque et le barillet oscille de 25° dans les 2 directions pour fournir le débit maximal. A l'arrière, elle s'appuie sur une glace de distribution sphérique, polie. Des ouvertures de forme arquée y constituent l'admission et l'échappement. Les parties pivotantes (barillet et glace) sont contenues dans une boîte ou « poire » qui est articulée sur l'arbre transversal de la machine au moyen de 2 roulements à billes.

Les canaux d'alimentation et de refoulement traversent ces deux paliers. La poire se ferme, autour du disque tournant, par un genre d'articulation à rotule, qui absorbe les réactions axiales de la pression hydraulique sur les surfaces de pistons. Le disque y est soutenu par une combinaison de paliers à aiguilles, radiaux et axiaux. Dans ces derniers, les aiguilles sont subdivisées afin de tenir compte des différences de vitesses périphériques.

Les différentes parties s'alignent d'elles-mêmes à cause de la surface sphérique de la glace et de la forme en rotule du logement du disque. En outre, le barillet lui-même est guidé par un axe central qui prend appui au centre de la glace et du disque.

De pomp bestaat hoofdzakelijk uit een trommel met 5, 7 of 9 cylinderboringen, evenwijdig met de trommelas gericht en over een cirkel verdeeld. In die boringen verplaatsen zich zuigertjes met zuigerstangen. De sferische koppen hiervan zijn in een schijf gelegerd waarvan het vlak schuin staat (25°) ten opzichte van de as van de trommel. Wanneer trommel en schijf synchroon draaien, ondergaan bijgevolg de zuigertjes heen- en weergaande verplaatsingen.

Aan de achterkant steunt de trommel op een verdeelspiegel. De hierin aangebrachte openingen verbinden de cylinderboringen afwisselend met de in- en uitlaatzijde van de pomp.

De verschillende constructies onderscheiden zich door de aandrijving, die langs de trommel of langs de schijf geschieden kan, door het element (trommel of schijf) dat gezwenkt wordt om tussen beiden de nodige hoek te bekomen, door het distributiesysteem (spiegel of kleppen), en door de wijze waarop de tussen trommel en schijf optredende axiale reacties opgevangen worden. Er zijn dus tal van combinaties mogelijk. Wij zullen het hier verder over de Mannesmann-Meerpomp en -motor hebben, die in onze binnenschachtlier ingebouwd zijn.

De Mannesmann HAP 40-7 regelbare pomp heeft 7 cylinderboringen met 40 mm diameter en ongeveer 51 mm slaglengte. De cylinder inhoud (i) bedraagt 0,45 liter, het debiet op 1500 tr/min is 675 liter/min, de piekdruk mag 250 kg/cm² bereiken, de gemiddelde druk (continu belasting) ongeveer 100 kg/cm². Op deze druk is het koppel 72 mkg en het vermogen 150 pk.

De pomp wordt langs de schijfzijde aangedreven, en de trommel zwenkt over 25° in beide richtingen om het maximaal debiet te leveren. Zij steunt aan de achterzijde op een sferisch geslepen verdeelspiegel waarin boogvormige openingen de in- en uitlaat vormen.

De zwenkbare gedeelten (trommel en spiegel) zijn in een omhulsel of « peer » bevat, dat op de dwarse as van de machine met twee kogellegers gelegerd is. De voedingskanalen zijn door die legers gevoerd. De peer sluit zich rond de draaiende schijf door een soort rotulegewricht dat de axiale reacties opneemt van de oliedruk op de zuigeroppervlakten. De schijf is hierin gelegerd door een combinatie van radiale en axiale naaldlegers. In dit laatste zijn de naalden onderverdeeld om rekening te houden met de verschillen in omtreksnelheid.

Door de sferische spiegeloppervlakte en de rotule verbinding in de schijflegering lijnen de verschillende onderdelen zich vanzelf uit. Bovendien is de trommel zelf door een centrale as geleid die in de spiegel en in het middenpunt van de schijf gelegerd is.

Du fait de l'inclinaison du barillet par rapport au disque, les tiges de piston décriraient des ellipses si elles étaient liées rigidement avec les pistons. C'est pourquoi, à leurs deux extrémités, les tiges de piston sont montées sur articulations. Un petit canal foré dans l'axe des tiges assure la lubrification de ces articulations.

Comme les alésages se situent parallèlement à l'axe du barillet, celui-ci ne doit reprendre aucun autre moment que ceux qui proviennent de ses propres frottements ou de son inertie. Ces faibles moments sont transmis via les tiges et les jupes de piston; c'est pourquoi celles-ci ont reçu une forme spéciale. L'axe médian est donc peu chargé.

Axialement, le barillet est aussi équilibré en grande partie : les pressions hydrauliques dans le barillet se compensent mutuellement, à la différence près existant entre les surfaces totales des pistons et celles des orifices pratiqués dans la glace. Ceux-ci doivent être calculés de sorte que le tambour soit appliqué sur la glace avec une force, suffisant tout juste à assurer l'étanchéité.

Dans la pompe réglable, la poire est supportée par des roulements à billes et est solidarisée avec un levier ou une roue dentée. Pourtant, du fait du poids de la partie inclinable, et du frottement existant dans la liaison à rotule à l'arrière de la poire, ce levier ne peut être manœuvré directement à la main. Lorsqu'on ne doit exécuter que des déplacements lents, la commande peut être transmise par une vis, soit à la main, soit via un petit moteur électrique, mais, pour une commande rapide, il est indiqué de disposer d'un servo-moteur hydraulique.

L'ensemble de la pompe est enfermé dans un carter (fig. 2). Celui-ci est monté sur pieds, et le servo y est bridé. Le carter lui-même n'est jamais sous pression. Les fuites d'huile inévitables y sont rassemblées et évacuées par une conduite spéciale. Le seul joint extérieur se situe à l'entrée de l'arbre de commande. On dispose ainsi d'un ensemble hermétique, qui peut être monté et transporté au fond tout comme un moteur électrique, dès que les deux conduites du circuit principal et celle des fuites sont déconnectées et que les ouvertures sont obturées avec des couvercles ou des bouchons.

03. Moteurs hydrauliques.

Comme la pompe Mannesmann ne travaille pas avec des soupapes, mais avec une glace de distribution, elle peut aussi être utilisée en tant que moteur.

La construction du moteur (barillet, pistons, disque, surface de distribution) est donc identique à celle de la pompe. Elle en diffère uniquement par le fait qu'il est inutile de modifier la cylin-

Gezien de schuinte van de trommel zouden de zuigerstangen ten opzichte van de schijf ellipsen beschrijven indien zij met de zuigers star verbonden waren. Daarom zijn die zuigerstangen aan beide uiteinden met gewrichten gemonteerd. Een langs de as van de stangen geboord kanaaltje zorgt voor de smering van die gewrichten.

Daar de cylinderboringen evenwijdig liggen ten opzichte van de trommelas moet aan de trommel zelf geen ander moment overgebracht worden dan degenen die door haar eigen wrijving of inertie ontstaan. Deze geringe momenten worden via de zuigerstangen en -mantels overgebracht, die daartoe een bijzondere vorm gekregen hebben. De middenas wordt dus weinig belast.

Axiaal is de trommel eveneens grotendeels ontlast : de hydraulische drukken in de trommel balanceren elkaar uit, op het verschil na tussen de gezamenlijke oppervlakten van de zuigers en die van de poortopeningen in de spiegel. Deze worden zodanig bemeten, dat de trommel juist genoeg op de spiegel aangedrukt wordt om de dichtheid te verzekeren.

Bij de regelbare pomp is de « peer » op kogellegers gelegerd en met een hefboom of een tandwiel verbonden. Gezien echter het gewicht van het zwenkbaar gedeelte, en de wrijving in de rotule verbinding aan de achterkant van de « peer », kan die hefboom niet rechtstreeks met de hand bediend worden. Wanneer slechts langzame bewegingen uitgevoerd moeten worden kan de bediening over een schroef aangedreven worden (met de hand of over een kleine elektromotor), maar voor snelle bediening is een hydraulische servo-motor aangewezen.

De ganse pompconstructie wordt in een carter ingesloten (fig. 2). Deze staat op poten, en de servo wordt er tegen aangeflenst. De carter zelf komt nooit onder druk. De onvermijdelijke lekken worden er samengebracht en door een bijzondere leiding afgetapt. De enige dichting naar de buitenkant is aan de ingang van de aandrijvingsas. Men bekomt dus een gans gesloten geheel, dat in de ondergrond zoals een elektrische motor gemonteerd of vervoerd kan worden, wanneer de beide toevoerleidingen en de lekleiding éénmaal afgekoppeld werden en de openingen met deksels of stoppen gedicht.

03. Hydraulische motoren.

Vermits de Mannesmann-pomp niet met kleppen, doch met een verdeelspiegel werkt, kan ze ook als motor gebruikt worden.

De bouw van de motor (trommel, zuigers, schijf, verdeelvlak) is ook identisch met die van de pomp. Hij verschilt ervan alleen hierdoor dat het onnodig is de cylinderinhoud van de motor te wijzigen.

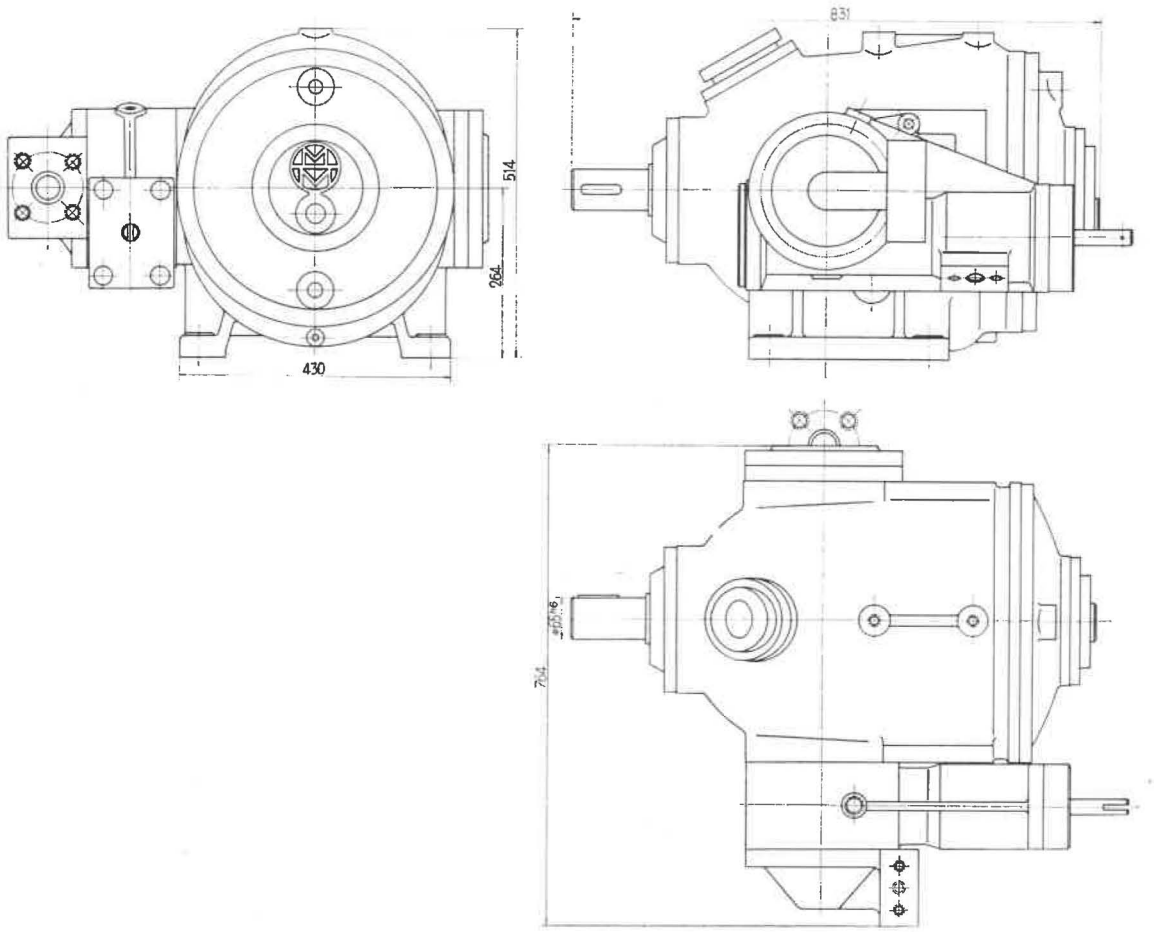


Fig. 2.
Pompe à pistons axiaux Mannesmann. Dimensions extérieures.
Mannesmann axiaalzuigerpomp. Uitwendige afmetingen.

drée du moteur. Le barillet est donc incliné, mais monté d'une manière fixe, et la poire et le carter forment un bloc, dans lequel le disque est monté directement sur roulements (fig. 3). Le moteur est

De trommel is dus schuin, doch vast gemonteerd, en de « peer » en carter vormen een enkel geheel waar de schijf rechtstreeks in gelegerd is (fig. 3). De motor is dus veel kleiner als de pomp en kan

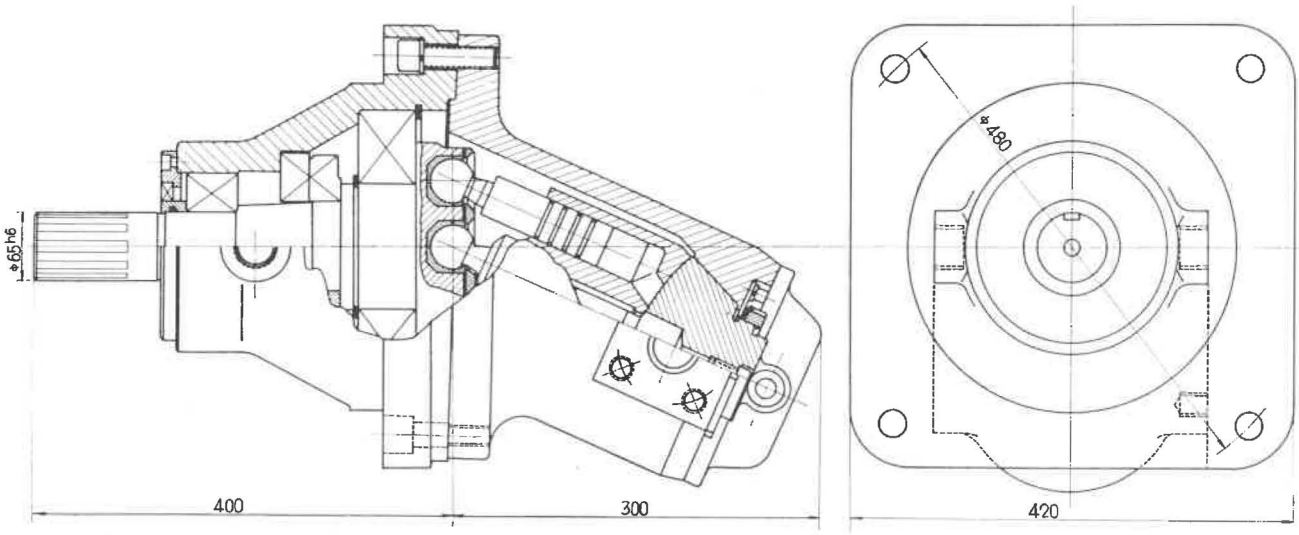


Fig. 3.
Moteur Mannesmann (voyez également photo fig. 10).
Mannesmann motor (zie ook foto fig. 10).

par conséquent beaucoup plus petit que la pompe et peut aisément se brider sur le réducteur de la machine entraînée. Tout comme la pompe, le moteur est raccordé à 2 conduites principales et à une conduite de fuites. En outre, une conduite de faible diamètre amène au palier d'entrée de l'axe, qui n'est pas en contact avec le liquide du circuit, un petit débit de fluide de lubrification.

Il est frappant de constater les faibles dimensions d'un moteur qui peut fournir 150 ch en continu (fig. 10). Ceci est, en effet, un des avantages les plus prononcés de l'hydraulique : un liquide sous une pression de 100 à 200 kg/cm² constitue une forme d'énergie très concentrée, et rend possible le développement de grandes puissances sous un faible volume.

Signalons en passant que, à côté des moteurs à pistons axiaux à grande vitesse, comme celui que nous venons de décrire, il existe également des moteurs à vitesse plus lente qui acquièrent, de plus en plus, droit de cité dans la mine (fig. 4). Ce sont

gemakkelijk op de tandwielkast van de aangedreven machine aangeflenst worden. Zoals de pomp wordt hij met twee toevoerleidingen en een aftapleiding aangesloten. Bovendien wordt een leiding met kleine doormeter naar het leger gevoerd van de asingang, die door de omlopende vloeistof niet bestreken wordt en bijgevolg een bijkomende smering moet krijgen.

Treffend zijn de kleine afmetingen voor een motor die 150 pk continu leveren kan (fig. 10). Dit is inderdaad een der meest uitgesproken voordelen van de hydraulika : een vloeistof onder druk van 100 tot 200 kg/cm² stelt een zeer geconcentreerde energievorm voor, en maakt het mogelijk grote vermogens onder een klein volume te ontwikkelen.

Wij willen hier terloops melden dat naast de snellopende axiaalzuigermotoren, zoals degene die zojuist beschreven werd, ook langzaamlopende motoren in de mijnbouw meer en meer ingang vinden (fig. 4). Het zijn gewoonlijk radiaalzui-

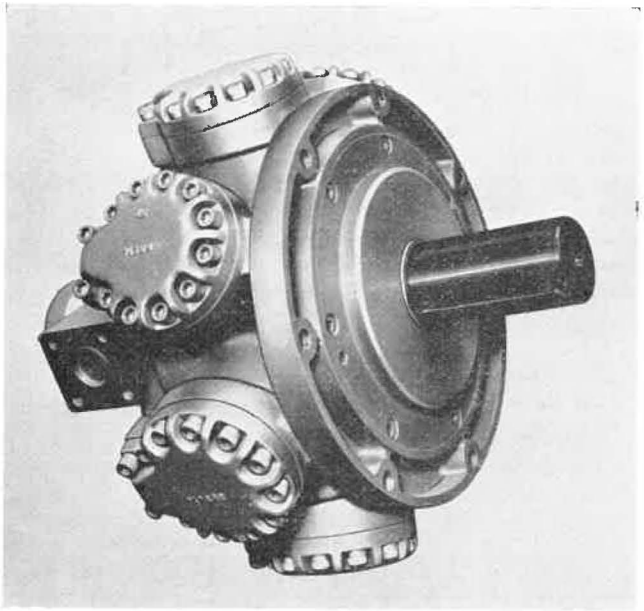


Fig. 4.
Moteur lent Düsterloh, 1.800 mkg à 250 kg/cm², 150 tr/min, Ø extérieur 732 mm, cylindrée 5,25 litres.
Düsterloh langzaamlopende hydraulische motor (1.800 mkg bij 250 kg/cm², 150 tr/min). Buitendoormeter : 732 mm. Cylinderinhoud : 5,25 liter.

d'habitude des moteurs à pistons radiaux avec 7 cylindres, un alésage d'un ordre de grandeur de 100 mm de diamètre et une cylindrée de 5 litres.

Les pressions de travail peuvent atteindre 150 kg/cm² en régime et 250 kg/cm² en charge de pointe, les couples maxima atteignent 1800 mkg Les vitesses vont de 70 à 150 tr/min. Ces moteurs sont naturellement beaucoup plus grands que les précédents (700 mm de diamètre extérieur), mais grâce à leur faible vitesse et à leur couple élevé, il est souvent possible de prévoir un réducteur de vitesse à un seul étage, ou même une attaque directe, au besoin en accouplant 2 moteurs en parallèle. A ce moment, l'encombrement total est beaucoup plus faible, ce qui crée de nouvelles

germotoren met 7 cylinders, met een boring van de orde van grootte van 100 mm diameter en een cylinderinhoud van 5 liter. De werkdrukken kunnen tot 150 kg/cm² in regime en 250 kg/cm² bij piekbelasting stijgen, waardoor maximumkoppels van 1800 mkg kunnen bekomen worden. De snelheden gaan van 70 tot 150 tr/min. Deze motoren zijn natuurlijk veel groter als de vorigen (700 mm buitendiameter) doch, dankzij het laag toerental en het hoog koppel, wordt het dikwijls mogelijk de snelheidsreducteur met een enkele trap uit te voeren, of zelfs met een rechtstreekse aandrijving uit te komen, weze het dan soms met twee motoren in parallel te koppelen. Hierdoor wordt de totale benodigde ruimte veel kleiner, hetgeen voor blind-

possibilités, non seulement pour les treuils de puits intérieurs, mais surtout pour les commandes de transporteurs ou de convoyeurs de taille.

Ajoutons aussi qu'il ne doit pas nécessairement y avoir de rapport entre la construction du moteur et celle de la pompe, du moment que les débits et les pressions maxima correspondent. Une pompe à pistons axiaux par exemple, tournant à 1500 tr/min, peut très bien alimenter un moteur radial tournant à 100 tr/min.

04. Circuits ouverts et fermés.

Le liquide qui est envoyé, sous pression, de la pompe au moteur, retourne à la pompe après être passé dans ce dernier, soit directement par une conduite sous faible pression (circuit fermé), soit en passant par un réservoir d'où il est aspiré par la pompe (circuit ouvert).

Dans le premier cas, pompe et moteur restent accouplés rigidement l'un à l'autre, par les deux conduites. Si la pompe peut débiter dans les deux directions, il suffit par exemple de faire passer l'angle d'inclinaison de $+ 25°$ à $- 25°$ pour inverser également le sens de rotation du moteur et pour passer de la vitesse maximale dans un sens, à la vitesse maximale dans l'autre sens. Toutefois, pour compenser les pertes inévitables, pour renouveler le liquide et pour écarter tout danger de cavitation, il faut adjoindre continuellement au circuit fermé, un débit déterminé et, même, maintenir dans la conduite de retour une pression modérée (6 à 8 kg/cm^2). C'est le rôle de la pompe d'alimentation qui, via les soupapes anti-retour, injecte constamment, côté basse pression du circuit principal, un débit qui représente environ 10 % du débit général. Ce débit de gavage provient du réservoir et traverse les filtres et les refroidisseurs qui conditionnent le liquide.

En circuit ouvert, c'est toujours la même conduite qui reste à pression atmosphérique; elle peut donc être exécutée plus légèrement. Lors des changements de sens de rotation ou de couple, il est cependant nécessaire d'inverser chaque fois le courant au moyen d'un distributeur de commutation à 4 voies. Afin de prévenir la cavitation dans la pompe principale, il faut la plonger dans le réservoir et, de ce fait, elle est difficilement accessible. On peut aussi la placer plus bas que le réservoir. Enfin, on peut prévoir une pompe d'alimentation qui devra fournir le débit total, mais à très faible pression. En outre, les appareils de conditionnement (filtres, échangeurs de chaleur) doivent être dimensionnés pour le débit principal.

Pour un treuil de burquin, où couple et sens de rotation varient souvent, il est intéressant de rendre le freinage indépendant d'une soupape d'inversion. Le circuit fermé mérite sûrement la préférence.

schachtlieren, doch vooral voor transportband- of pijlerpanzeraandrijvingen nieuwe mogelijkheden schept.

Laten wij ook melden dat er tussen de constructies van pomp en motor geen noodzakelijk verband bestaat; als de maximale debieten en drukken op elkaar afgestemd zijn kan bv. een axiaalzuigerpomp op 1500 tr/min heel goed een radiale motor voeden op 100 tr/min.

04. Open en gesloten kringlopen.

De vloeistof die onder druk van de pomp naar de motor gevoerd wordt kan, na door de motor verwerkt geweest te zijn, ofwel langs een leiding onder geringe druk rechtstreeks naar de pomp terug gaan (gesloten omloop), of naar een tank aflopen, waaruit zij terug door de pomp aangezogen wordt (open omloop).

In het eerste geval blijven pomp en motor bij middel van leidingen aan elkaar star gekoppeld. Indien de pomp in beide richtingen debiteren kan volstaat het, bijvoorbeeld, de zwenkhoek van $+ 25°$ tot $- 25°$ om te keren om de draaizin van de motor ook om te keren en van de maximale snelheid « voorwaarts » naar de maximale snelheid « achterwaarts » over te schakelen. Om echter de onvermijdelijke lekken te compenseren, de vloeistof te verversen, en ieder gevaar voor cavitatie te vermijden, moet aan het gesloten systeem bestendig een bepaald debiet toegevoegd worden, en zelfs in de retourleiding een gematigde druk gehandhaafd worden (6 tot 8 kg/cm^2). Dit is de rol van een voedingspomp die, over terugslagkleppen, bestendig in de lagedrukzijde van de hoofdkring een debiet injecteert dat ongeveer 10 % uitmaakt van het hoofddebiet. Dat debiet komt uit de tank en gaat door de filters en koelers die de vloeistof « conditioneren ».

Bij open omloop blijft een der hoofdleidingen steeds drukloos : zij kan dus lichter uitgevoerd worden. Bij draaizin- of koppelomkering echter is het noodzakelijk de stroming telkens door een vierwegenomschakelventiel om te keren.

Om in de hoofdpomp cavitatie te vermijden moet deze in de tank gedompeld worden (waardoor zij moeilijk toegankelijk wordt), ofwel lager als de tank geplaatst worden, ofwel moet er een voedingspomp voorzien worden die het gans debiet, weze het dan op zeer kleine druk, verwerken moet. Bovendien moeten de conditioneringsapparaten (filters, warmtewisselaars) voor het hoofddebiet bemeten worden.

Voor een binnenschachtlier, waar koppel en draaizin dikwijls wisselen, is het interessant de remwerking onafhankelijk te maken van een omkeerventiel. De gesloten omloop verdient zeker de voorkeur.

Pour une commande de transporteur, les 2 solutions ont leurs avantages et leurs désavantages. L'avantage du circuit ouvert est, dans ce cas, que tout le liquide est filtré une fois par cycle et que les impuretés qui ont été introduites dans le circuit, par exemple par un découplement de la conduite, sont immédiatement éliminées. Ces filtres sont cependant encombrants.

05. Liquides hydrauliques.

L'appareillage hydraulique sous haute pression, est très généralement prévu pour fonctionner avec des fluides hydrauliques ayant une viscosité de 5° E à 50°C, un bon pouvoir lubrifiant (essai à 4 billes ou essai Timken), une bonne résistance contre le vieillissement par élévation de température ou par étranglement, et une faible tendance au moussage. Les garanties de service ne sont accordées qu'avec un liquide présentant les qualités voulues.

Dans les mines, et plus précisément dans les puits et les burquins, l'emploi d'huile est exclu pour des raisons réglementaires. L'Organe Permanent pour la Sécurité dans les Mines (CECA) a promulgué les critères d'agréation, pour la sélection de liquides de substitution. Ces critères ont été officieusement acceptés par les différentes stations d'essais nationales. Les critères posés ont été très sévères, dans le but d'admettre uniquement des liquides qui seraient utilisables sans distinction pour toutes les applications possibles. Dès lors, le nombre de produits agréés est limité et leur prix est assez élevé (FB 50/litre environ).

Les prescriptions de la CECA distinguent 4 groupes de liquides hydrauliques. Les groupes A et B sont des émulsions d'huile dans l'eau (A) ou d'eau dans l'huile (B). Ces produits sont relativement peu coûteux, mais on n'a guère de certitude concernant leur stabilité et on ne dispose d'aucune expérience sur le comportement des pompes à pistons axiaux à grande puissance avec ces liquides. De ce fait, les constructeurs ne peuvent accorder aucune garantie.

Le groupe C comprend les solutions de polyglycols dans l'eau. Quoique différentes installations fonctionnent depuis longtemps déjà avec de tels liquides, tous les constructeurs de pompes à pistons axiaux ne fournissent pas des garanties vis-à-vis de ces solutions de polyglycols. La durée de vie des paliers à aiguilles paraît être un facteur critique. Les pressions de travail admissibles doivent être réduites d'environ 1/3 vis-à-vis de l'huile. Du fait de l'évaporation et du danger de cavitation, la température doit rester inférieure à 65° aux points les plus chauds, ce qui, selon certains constructeurs, correspond à 45° à l'entrée de la pompe. Des problèmes de corrosion peuvent surgir, principalement dans les espaces vides au-dessus de la surface du

Voor een transporteuraandrijving hebben beide oplossingen hun voor- en nadelen : voordeel van de open omloop is, in dat geval, dat al de vloeistof eenmaal per cyclus gefiltreerd wordt, en dat onzuiverheden die, bv. bij een ontkoppeling van de leiding, in de omloop gebracht worden, onmiddellijk geëlimineerd worden; die filters zijn echter omvangrijk.

05. Hydraulische vloeistoffen.

De hydraulische apparatuur onder hoge druk wordt zeer algemeen voor hydraulische olie voorzien met een viscositeit van 5° E op 50° C, goed smeervermogen (4 kogels test of Timkentest), goede weerstand tegen veroudering door temperatuurverhoging of door smoring, en weinig neiging tot schuimen. De bedrijfswaarborgen worden slechts met een degelijke vloeistof gegeven.

In de mijnen, en meer bepaald in schachten en binnenschachten, is het gebruik van olie om reglementaire redenen uitgesloten. Het Permanent Orgaan voor de Veiligheid in de Mijnen van de E.G.K.S. heeft voor de selectie van vervangingsvloeistoffen, aannemingscriteria uitgevaardigd, die door de verschillende nationale keuringsorganismen officieus aanvaard werden. Daar de criteria zeer streng gesteld werden, met de bedoeling alleen vloeistoffen te keuren die voor alle mogelijke toepassingen ononderscheidelijk bruikbaar zouden zijn, is het aantal aangenomen produkten beperkt, en hun prijs is zeer hoog (F 50/liter ongeveer).

De E.G.K.S. voorschriften onderscheiden 4 groepen hydraulische vloeistoffen. Groepen A en B zijn emulsies van olie in water (A) of van water in olie (B). Die produkten zijn betrekkelijk goedkoop, maar men heeft weinig vertrouwen in hun stabiliteit en men heeft geen ervaring over de gedraging van snellopende axiaalzuigerpompen met die vloeistoffen, zodat de constructeurs hier geen garantie verlenen kunnen.

Groep C omvat oplossingen van polyglycols in water. Alhoewel verschillende installaties sedert geruime tijd met zulke vloeistoffen lopen, geven niet alle constructeurs van axiaalzuigerpompen waarborgen met polyglycol-oplossingen. Kritisch schijnt de levensduur van de naaldlegers te zijn. De toelaatbare werkingsdrukken moeten met ongeveer 1/3 verminderd worden ten opzichte van olie. De temperatuur moet, omwille van verdamping en cavitatiegevaar, beneden 65° op de warmste plaatsen blijven, hetgeen, volgens sommige constructeurs, met 45° aan de pompinlaat overeenkomt. Corrosie problemen kunnen ontstaan, namelijk in

liquide. Les joints en Vulkollan ne peuvent être utilisés. Les solutions de glycol coûtent environ 50 FB par litre.

Un produit de cette classe, mais bien meilleur marché, donne pourtant, dans certaines installations, de bons résultats, quoiqu'il ne satisfasse pas à certains essais de laboratoire. On peut donc espérer que le prix signalé plus haut pourra être sensiblement réduit dans l'avenir. Jusqu'à présent, 4 produits portant des dénominations différentes ont été agréés.

Le groupe D comporte des liquides synthétiques, la plupart du temps des esters phosphatés ou des esters phosphatés chlorés. On obtient avec ceux-ci des propriétés lubrifiantes qui sont pratiquement équivalentes à celles fournies par l'huile, et les constructeurs donnent ici des garanties pour les mêmes pressions et les mêmes températures que pour l'huile. Les joints doivent être réalisés en Teflon, Viton ou Silicone, car toutes les autres matières sont attaquées et ont tendance à gonfler, aux températures usuelles de service.

Pour notre installation, nous avons choisi le fluide Hydran 37 FR de Purfina, qui se compose principalement de phosphate de tricrésyle. Parmi les produits disponibles en 1962, c'était lui qui possédait les meilleures propriétés technologiques. Il paraissait aussi être suffisamment « ininflammable ». Entretemps, les conditions d'agréation se sont précisées. Le liquide doit être chauffé à 65°C et pulvérisé à 70 kg/cm² de pression. Le jet ne peut pas allonger la flamme d'un brûleur à acétylène jusqu'à un écran placé à 1,75 m. L'essai a lieu en local fermé et non en plein air. Les esters phosphatés purs ne satisfont pas à cet essai. Ce sont donc seulement les esters chlorés ou les produits mixtes, avec de moins bonnes propriétés lubrifiantes, un index de viscosité moins favorable et un poids spécifique plus élevé, qui sont actuellement susceptibles d'être agréés. Il existe pour le moment 2 produits agréés, chacun sous 2 dénominations différentes. Le prix par litre oscille aussi aux environs de 50 FB. Il paraît vraisemblable que, pour ces produits synthétiques, le prix ne pourra être comprimé aussi facilement que pour les liquides au glycol.

06. Propriétés des commandes hydrauliques.

Des considérations précédentes, nous pouvons déduire les principales propriétés de la commande hydrostatique et en même temps en souligner les avantages pour les applications minières :

1. Le moteur électrique d'entraînement démarre à vide; il suffit, en effet, de maintenir la pompe en position zéro jusqu'à ce que le moteur ait atteint sa pleine vitesse. De plus, ce moteur ne

de lege ruimten boven het vloeistofoppervlak. Vulkollan dichtingen mogen niet gebruikt worden. Die glycoloplossingen kosten in het algemeen rond 50 F/liter.

Een veel goedkoper produkt van het zelfde soort geeft echter in bepaalde installaties goede uitslagen, alhoewel het aan sommige laboratoriumtesten niet voldoet. Men mag dus hopen dat de hoger vermelde prijs in de toekomst gevoelig gedrukt zal kunnen worden. Een viertal produkten onder verschillende benamingen zijn tot nu toe aangenomen.

Groep D bestaat uit synthetische vloeistoffen, meestal fosfaatesters, of gechloreerde fosfaatesters. Men bekomt hiermee smeereigenschappen die praktisch met die van olie gelijkwaardig zijn, en de constructeurs geven hiervoor waarborgen voor dezelfde drukken en temperaturen als voor olie. De dichtingen moeten uit Teflon, Viton of Silicone vervaardigd worden, daar alle andere stoffen op de gebruikelijke bedrijfstemperaturen aangetast worden en beginnen te zwellen.

Voor onze installatie hebben wij het fluidum Hydran 37 FR van Purfina gekozen, dat hoofdzakelijk uit tricresylfosfaat bestaat en, tussen de in 1962 voorliggende produkten, de beste technologische eigenschappen bezat. Het bleek ook voldoende « onbrandbaar » te zijn. Intussen zijn de testvoorwaarden nader bepaald geworden : de vloeistof wordt op 65°C verwarmd, en op 70 kg/cm² verstoven. De straal mag de vlam van een acetyleenbrander tot op een scherm op 1,75 m niet verspreiden. De proef geschiedt in een lokaal, en niet in de buitenlucht. Hieraan voldoen de zuivere fosfaatesters niet, zodat slechts gechloreerde esters of mengprodukten, met iets minder goede smeereigenschappen, slechtere viskositeitsindex, en groter soortelijk gewicht, aangenomen worden. Voor het ogenblik zijn een tweetal produkten, ieder onder twee verschillende handelsbenamingen, erkend. De prijs per liter schommelt ook rond F 50/liter. Het schijnt waarschijnlijk dat voor deze synthetische produkten de prijs niet zo gemakkelijk zal kunnen gedrukt worden als voor de glycolvloeistoffen.

06. Eigenschappen van hydraulische aandrijvingen.

Uit de voorgaande beschrijvingen kunnen wij de voornaamste eigenschappen van de hydrostatische aandrijving afleiden en meteen de voordelen ervan voor toepassingen in de mijn aanstippen.

1. De aandrijvende elektromotor loopt leeg aan : het volstaat inderdaad de pomp in nulstand te houden totdat de motor zijn volle snelheid bereikt heeft. Die motor moet ook maar éénmaal

doit être démarré qu'une seule fois par poste, vu qu'il suffit de ramener le régulateur de la pompe au point mort pour arrêter la machine. Le démarrage charge donc beaucoup moins le réseau, et le moteur peut être équipé avec induit à court circuit, alors qu'autrement, un rotor bobiné avec bagues aurait été nécessaire.

2. Un moteur électrique avec commande directe, doit être conçu à la fois pour la vitesse maximale et pour le couple maximal de la machine entraînée. Sa puissance nominale est donc souvent de loin supérieure à la puissance réelle moyenne. Là où il n'est pas nécessaire que la machine entraînée fournisse en même temps sa vitesse maximale et son couple maximal (par ex. commande de rabot, de panzer, treuil de transport), l'entraînement hydraulique permet de dimensionner le moteur électrique selon la puissance réelle et de travailler, aux faibles vitesses, à plus forte pression et avec un couple plus élevé qu'à pleine vitesse, en limitant l'inclinaison de la pompe.

3. Au démarrage de la machine, le débit de la pompe est très petit. On peut donc, presque indépendamment de la puissance du moteur électrique, travailler à une pression qui est uniquement limitée par les propriétés du système hydraulique, et par conséquent disposer à la machine d'un couple de démarrage très élevé.

Il faut pourtant remarquer que « le couple d'arrachement » d'un moteur hydraulique est de 10 à 30 % inférieur au chiffre théorique, du fait des mauvaises conditions de graissage au repos et des propriétés de la distribution.

4. Avec un moteur asynchrone, la vitesse ne peut être réglée que par la mise en circuit de résistances rotoriques, ce qui va de pair avec une grande perte d'énergie et un dégagement de chaleur (égal au produit du couple de la machine par la différence entre la vitesse synchrone et la vitesse réelle). Avec un entraînement hydrostatique, ce réglage est réalisé sans autres pertes que celles qui correspondent au régime de travail normal. En outre, la vitesse établie est pratiquement indépendante de la charge (tout comme avec le montage Ward Leonard).

5. Le freinage par récupération décrit plus haut, freinage sans dégagement de chaleur, peut être réalisé pour chaque vitesse et, de ce fait, on peut arrêter complètement la machine, sans devoir employer le freinage mécanique. Un moteur électrique peut freiner en hypersynchronisme, mais seulement à la vitesse maximale. Pour ralentir, on doit freiner à contre-courant, avec un dégagement de chaleur qui peut atteindre trois fois l'énergie freinée.

6. La commande hydraulique se prête parfaitement, au moyen de soupapes de sécurité et de servo-régulateurs, à la limitation automatique des couper post starten, vermits het volstaat de pompregelaar op nul terug te brengen om de machine stil te zetten. De aanloop belast dus veel minder het net, en de motor kan met kortsluitanker uitgevoerd worden waar anders een bewikkelde rotor met sleepringen nodig was.

2. Een elektromotor met rechtstreekse aandrijving moet tegelijkertijd voor de maximumsnelheid en het maximumkoppel van de aangedreven machine bemeten worden. Zijn nominaal vermogen is dus dikwijls veel hoger dan het werkelijk gemiddeld vermogen. Waar het niet nodig is dat de aangedreven machine tegelijkertijd haar maximale snelheid en koppel zou leveren (bv. schaaf of panzeraandrijving, vervoerlieren), laat de hydraulische aandrijving toe de elektromotor naar het werkelijk vermogen te bemeten, en bij kleinere snelheid, met geringe uitzwenking van de pomp, op een hogere druk en met een sterker koppel te werken als op volle snelheid.

3. Bij het starten van de machine, is het pompdebiet zeer klein. Men kan dus, bijna onafhankelijk van het vermogen van de elektromotor, op een druk werken die slechts door de eigenschappen van het hydraulisch systeem beperkt is, en bijgevolg een zeer hoog aanloopkoppel op de machine aanleggen. Men moet echter aanmerken dat het « losrukkoppel » van een hydraulische motor, omwille van de slechtere smeringsverhoudingen in rusttoestand en van de eigenschappen van de distributie, 10 tot 30 % lager ligt dan het theoretisch cijfer.

4. Terwijl met een asynchrone motor de snelheid slechts door het inschakelen van rotorweerstanden geregeld kan worden, wat bijgevolg met groot energieverlies en warmteontwikkeling gepaard gaat (gelijk aan het produkt van machinekoppel door het verschil tussen synchrone en werkelijke snelheid), geschiedt deze regeling bij de hydrostatische aandrijving zonder andere verliezen dan degenen die met de normale regimewerking overeenkomen. Bovendien is de ingestelde snelheid praktisch onafhankelijk van de belasting (zoals bij een W-L-schakeling).

5. De hoger beschreven recuperatieremming, zonder warmteontwikkeling, kan op iedere snelheid verwezenlijkt worden, en men kan hiermee de machine volledig tot stand brengen, zonder de mechanische remmen te moeten gebruiken. Een elektromotor kan oversynchroon remmen, doch slechts op de maximum snelheid. Om te vertragen moet men met tegenstroom remmen, met een warmteontwikkeling die drie maal de geremde energie bereikt.

6. De hydraulische aandrijving leent zich uitstekend, bij middel van veiligheidskleppen en servoregelaars, tot de automatische beperking van

ples ou des puissances et aussi à tous les verrouillages possibles.

7. Dans beaucoup de cas, il est très intéressant de pouvoir monter le moteur électrique d'entraînement à une distance déterminée (± 20 m) de la machine entraînée (nature de l'atmosphère, espace limité). De ce fait, on peut employer parfois un moteur non anti-déflagrant, ce qui en abaisse sensiblement le prix, surtout si, comme conséquence des points 1 et 2, on peut le concevoir à la fois pour une puissance plus faible et avec induit en court-circuit.

8. Le moteur hydrostatique à grande vitesse prend beaucoup moins de place qu'un moteur électrique disposant de la même puissance et de la même vitesse. En outre, le turbo-coupleur, entre le moteur et le réducteur, disparaît. On gagne donc beaucoup de place. Le moteur à faible vitesse a un diamètre plus grand (2 ×) que le moteur électrique de même puissance, mais il est aussi beaucoup plus court (3 ×); le turbo-coupleur est également éliminé et, de plus, le réducteur est moins encombrant (un seul étage de réduction, éventuellement planétaire) ou même le réducteur disparaît complètement. Le gain de place ici est donc très grand : le moteur hydraulique occupe moins d'un quart de la place qui est nécessaire à un moteur électrique avec son turbo-coupleur et son réducteur. En outre, un organe délicat disparaît, tout au moins partiellement : le réducteur avec ses engrenages et ses nombreux paliers.

9. Ceci n'apporte pas seulement un gain de place, mais aussi une diminution importante de l'inertie des masses en rotation rapide. Pour cette raison, et aussi du fait qu'il est possible d'obtenir immédiatement un couple de freinage important, sans dégagement de chaleur, on obtient en cas de nécessité, un arrêt très rapide de la machine entraînée, ce qui a son importance pour la sécurité.

10. Un petit avantage secondaire : la pression hydraulique des pompes d'alimentation et de commande du système hydraulique est disponible pour des missions auxiliaires, telles que la manœuvre d'un frein, d'un accouplement, d'une commande à distance.

A côté des nombreux avantages des commandes hydrostatiques, il faut en mentionner aussi les inconvénients; signalons :

11. La présence d'un liquide hydraulique qui, du fait des fuites ou des vidanges, salit les mains, le matériel et l'atelier de travail, et attaque certains métaux ou substances isolantes. Le prix des produits autorisés rend d'ailleurs toutes les pertes coûteuses.

12. Si l'installation doit être déplacable ou simplement si elle est soumise à des mouvements

de koppels of vermogens, of tot alle mogelijke vergrendelingen.

7. In vele gevallen is het zeer interessant de aandrijvende elektromotor op bepaalde afstand (± 20 m) van de aangedreven machine te kunnen opstellen (aard van de atmosfeer, beperkte ruimte). Hierdoor kan de motor soms als niet-mijngasveilig uitgevoerd worden, hetgeen de prijs ervan gevoelig vermindert, vooral indien hij, als gevolg van punten 1 en 2, tevens voor een kleiner vermogen en als kortsluitankermotor ontworpen kan worden.

8. De snellopende hydrostatische motor neemt veel minder plaats in dan een elektromotor met hetzelfde vermogen en toerental. Bovendien valt de turbokoppeling weg tussen motor en tandwielkast. Men wint dus veel plaats.

De langzaam lopende motor heeft een grotere diameter (2 ×) dan de elektromotor met hetzelde vermogen, maar hij is ook veel korter (3 ×); de turbokoppeling valt eveneens weg, en vooral, de tandwielkast wordt veel kleiner (één enkele reductietrap, gebeurlijk planetair) of verdwijnt helemaal. Hier is de plaatswinst dus zeer groot : de hydromotor neemt minder dan 1/4 van de plaats in die voor elektromotor + turbokoppeling + tandwielkast nodig is. Bovendien valt een delikaat orgaan : de reductiekast met tandwielen en talrijke legers, minstens gedeeltelijk weg.

9. Dit brengt niet alleen een plaatswinst mee, doch ook een belangrijke vermindering van de inertie der sneldraaiende delen; hierdoor, en ook door de mogelijkheid ogenblikkelijk een sterke remkoppel zonder warmteontwikkeling te leveren, wordt in geval van nood een zeer snel stilvallen bewerkt van de aangedreven machine, hetgeen voor de veiligheid van belang is.

10. Een klein bijkomend voordeel is dat de hydraulische druk van de voedings- of stuurpompen van het hydraulisch systeem voor hulpopdrachten ter beschikking staat, zoals bediening van een rem, van een koppeling, van een afstandsbediening.

Tegenover de vele voordelen van hydrostatische aandrijvingen moeten spijtig genoeg enkele nadelen genoemd worden. Laat ons melden :

11. De aanwezigheid van de hydraulische vloeistof, die, bij lekken of leegtappen van het systeem, de handen, het materieel en de werkplaats bevuilt, en sommige metalen of isolerende stoffen aantast. De prijs van de toegelaten produkten maakt trouwens ieder verlies kostelijk.

12. Indien de installatie verplaatsbaar moet zijn, of eenvoudig aan terreinbewegingen onderworpen

de terrains, il faut intercaler dans les conduites des flexibles souples; ceux-ci sont très chers (surtout pour les liquides synthétiques). En outre, ils sont plus vulnérables et moins maniables que les câbles électriques.

13. Par suite de la double transformation d'énergie, le rendement en régime d'un entraînement hydrostatique est assez bas (80 %). Les pertes proviennent des fuites internes dans la pompe et le moteur, de la résistance à l'écoulement dans les conduites et les orifices de passage, du frottement de glissement ou de roulement des organes mécaniques, et aussi du fait de l'utilisation et du laminage du liquide dans les circuits d'alimentation et de commande. La somme de ces pertes est donc notablement plus importante que celles d'un moteur électrique en régime (20 % de la puissance). Pourtant si le moteur électrique doit être souvent arrêté et démarré (commande du rabot) et surtout si les masses à accélérer sont assez grandes pour qu'une résistance au démarrage doive être prévue (treuil de burquin), à ce moment, les pertes hydrauliques, plus ou moins constantes, sont de loin dépassées par les pointes de chaleur qui se manifestent à chaque démarrage et à chaque freinage dans le moteur électrique ou dans le rhéostat. En outre, les calories qui se retrouvent principalement dans le liquide de transmission peuvent être facilement éliminées par un échangeur de chaleur, vers une circulation d'air ou d'eau. Les calories des appareils électriques, quant à elles, ne peuvent être cédées qu'à l'air ambiant. Remarquons, enfin, que le réservoir de liquide constitue un volant thermique qui fait totalement défaut dans une installation électrique. La constante thermique d'une installation hydrostatique de 120 ch atteint 1 à 2 heures.

14. Un grand désavantage de la commande hydrostatique est sa complexité. Si le principe est simple, la présence d'organes de régulation, de commande, d'alimentation et de conditionnement, avec leurs liaisons par tuyaux rend l'installation beaucoup plus compliquée qu'un ensemble électrique, tout au moins si l'on compare avec une installation électrique simplifiée. Une installation électrique qui dispose des mêmes possibilités et de la même souplesse que les installations hydrauliques (par ex. un groupe Ward Leonard) contient tout autant d'organes, mais ceux-ci peuvent être facilement assemblés dans des coffrets et montés à l'avance. Le montage et l'entretien d'une installation hydraulique réclament également davantage de soins (étanchéité, propreté) que ceux d'une installation électrique.

Les organes principaux (pompes à pistons axiaux) sont délicats et la réparation est affaire de spécialiste. De plus, les fournisseurs de matériel hydraulique sont très spécialisés et ne modifient

is, dan dienen soepele darmen tussengeschakeld te worden. Deze zijn zeer duur (vooral voor de synthetische vloeistoffen). Verder zijn zij meer kwetsbaar en minder handelbaar dan elektrische kabels.

13. Tengevolge van de dubbele energieomzetting is het rendement van een hydrostatische aandrijving in regime eerder laag (80 %). De verliezen komen voort van de inwendige lekken in pomp en motor, van de stromingsweerstand in leidingen en doorlaatopeningen, van de sleep- of rollende wrijving der mechanische organen, en ook van het verbruik en de vloeistofsmoring in de voedings- en stuurkringen. De som van die verliezen ligt dus in regime aanzienlijk hoger (20 % van het vermogen) dan bij een elektromotor in regime. Zodra echter de elektromotor dikwijls in- en uitgeschakeld moet worden(schaaf aandrijving) en vooral indien de te versnellen massa's zodanig groot zijn dat een aanloopweerstand voorzien moet worden (binnenschachtlier) dan worden de min of meer constante hydraulische verliezen ver overtroffen door de warmtepieken die bij ieder start- of remproces in de elektromotor of in de rheostaat ontwikkeld worden. Verder kunnen de kalorieën, die hoofdzakelijk in de overbrengingsvloeistof terecht komen, door een warmtewisselaar gemakkelijk naar een water- of luchtomloop afgevoerd worden, terwijl de kalorieën van de elektrische apparaten slechts aan de omgevende lucht afgegeven kunnen worden.

Merken wij uiteindelijk op dat de vloeistoftank een thermisch vliegwiel vormt dat in een elektrische installatie totaal ontbreekt; de thermische constante van een hydrostatische installatie van 120 pk bedraagt 1 tot 2 uur.

14. Een groot nadeel van de hydrostatische aandrijving is de complexiteit ervan; zo het principe eenvoudig is, maakt de aanwezigheid van regel-, stuur- voedings- en conditioneringsorganen, met hun buizenverbindingen, de installatie heel wat omslachtiger dan een elektrische uitrusting, tenminste indien men met een vereenvoudigde elektrische installatie vergelijkt. Een elektrische installatie met dezelfde mogelijkheden en soepelheid als de hydraulische (Ward Leonard bv.) omvat evenveel organen, doch deze kunnen gemakkelijker in kasten samengebracht en voorgemonteerd worden. De montage en het onderhoud van de hydraulische uitrusting vragen ook meer zorg (dichtheid, zuiverheid) dan de elektrische. De hoofdorganen (axiaalzuigerpompen) zijn delicaat en de herstelling is een zaak van specialisten. Hierbij komt nog dat de leveranciers van hydraulisch materieel streng gespecialiseerd zijn, niet graag van hun fabrikatiereeksen afwijken, en moeilijk bereid

pas volontiers leurs séries de fabrication; ils ne sont guère disposés à livrer une fourniture sur mesure pour un client et plus spécialement pour le fond. Ainsi donc, le client doit, souvent par lui-même, assembler les différentes parties de son installation et les adapter l'une à l'autre suivant ses propres besoins.

15. Nous reviendrons plus tard sur la question du prix. Le matériel hydraulique est cher. Pourtant le matériel électrique disposant des mêmes possibilités de régulation est encore plus cher, tout au moins pour des puissances situées dans la gamme de 50 à 250 ch.

Tout bien pesé, on peut affirmer que, là où une grande souplesse et une régulation de la vitesse sont indispensables, et là où des frais supplémentaires pour atteindre ce but sont économiquement justifiés, la solution hydraulique est la plus indiquée dans de nombreux cas. Elle mérite un vaste champ d'application. Nous pensons tout particulièrement aux treuils de burquin à puissance moyenne (50 à 250 ch), pour lesquels la souplesse de marche est obligatoire pour des raisons d'efficacité et de sécurité, et aux commandes de rabot et de convoyeur blindé dans les tailles, pour lesquelles l'avantage économique de la continuité du fonctionnement doit faire pencher la balance.

07. Application à un treuil de burquin.

Pourquoi a-t-on choisi une commande hydrostatique pour l'équipement du treuil de burquin qui est décrit dans les chapitres suivants ?

Ce sont les arguments énergétiques qui ont été prépondérants (voir plus haut n° 4-5). Lorsque l'installation a été projetée, on ne pouvait encore déterminer avec certitude le programme de service du treuil. Pourtant, il était acquis qu'il devait pouvoir desservir toutes les combinaisons possibles de quatre envoyages et être utilisé aussi bien pour la montée que pour la descente de charges, ainsi que pour le transport de personnel. Il fallait donc que la machine offrît des possibilités universelles.

Pour la montée des charges, un treuil électrique avec moteur à bagues était tout indiqué. Pour les charges descendantes pourtant, la chaleur à évacuer était trop importante, du fait que le burquin se trouvait à 4 km des puits principaux et qu'il était malaisé d'augmenter le débit d'air de ventilation pour l'évacuation de cette chaleur.

Un treuil à air comprimé aurait pu résoudre d'une manière heureuse le problème des charges descendantes : l'air, surcomprimé de 5 kg/cm² à 8 kg/cm², était renvoyé au réseau via une soupape d'étranglement. La vitesse aurait pourtant été très

gevonden worden om maatwerk voor een klant, en meer speciaal voor de ondergrond, te leveren, zodat de klant dikwijls zelf de verschillende delen van zijn installatie zal moeten bijeenzoeken en aan elkaar volgens zijn eigen behoeften moeten aanpassen.

15. Op de prijs komen wij later terug. Het hydraulisch materieel is duur. Het elektrisch materieel met dezelfde regelingsmogelijkheden is echter nog duurder, tenminste voor vermogens die tussen 50 en 250 pk liggen.

Alles samengenomen kan men zeggen dat, waar een grote soepelheid en snelheidsregeling onontbeerlijk zijn, of bijkomende kosten hiervoor economisch voldoende verantwoord zijn, de hydraulische oplossing in vele gevallen de meest aangewezen is en een ruim toepassingsveld verdient. Wij denken in het bijzonder aan de binnenschachtlieren met gemiddeld vermogen (50 tot 250 pk), waar de soepelheid om efficiëntie- en veiligheidsredenen geboden is, en aan de schaaf- en panzeraandrijvingen in de pijlers, waar het economisch voordeel van de bedrijfscontinuïteit de doorslag moet geven.

07. Toepassing op een binnenschachtlier.

Waarom werd voor de binnenschachtuitrusting, die in de volgende hoofdstukken beschreven wordt, een hydrostatische aandrijving gekozen ?

Doorslaggevend zijn energetische argumenten geweest (zie hierboven nr 4-5). Wanneer de inrichting ontworpen geweest is, kon het bedrijfsprogramma van de lier niet met zekerheid bepaald worden. Het stond echter vast dat zij alle mogelijke combinaties van vier laadplaatsen moest kunnen bedienen, en zowel voor opvaren als voor neerlaten van lasten, alsook voor personeelvervoer moest dienen. De machine moest dus veelzijdige mogelijkheden bieden.

Voor het optrekken van belastingen was een elektrische lier met sleepringmotor aangewezen. Bij dalende lasten was echter de af te voeren warmte te groot, gezien de binnenschacht op 4 km staat van de hoofdschachten en het moeilijk ware geweest voor de afvoer van die warmte het debiet van de ventilatielucht te verhogen.

Een persluchtlier had het probleem van de dalende belastingen goed kunnen oplossen : de motor kon men als compressor laten draaien door perslucht aan 5 kg/cm² tot 8 kg/cm² samen te drukken, en dan naar het net over een smoorklep terug te sturen. De snelheid zou echter van de belasting zeer afhankelijk geweest zijn, het vermogen van

dépendante de la charge, la puissance des moteurs à air comprimé disponibles était un peu trop faible et, surtout, la consommation d'air comprimé pour la montée des charges aurait été beaucoup trop importante et aurait compromis l'alimentation des quartiers situés au-delà. On a aussi envisagé la commande Ward Leonard (avec moteur anti-déflagrant) et le double coupleur Voith, mais ces solutions étaient sensiblement plus chères et exigeaient un appareillage électrique complexe.

La solution hydrostatique s'imposa donc pour les raisons reprises aux paragraphes 3 et 4 (pas de pertes lors des démarrages et des freinages et régulation souple de vitesse), mais les avantages du démarrage à vide d'un moteur électrique plus petit n'étaient pas négligeables en un point où le réseau d'alimentation n'était pas trop puissant (1 et 2). On utilisa aussi heureusement la caractéristique du paragraphe 7, en installant le moteur électrique et tout l'appareillage électrique à l'envoyage supérieur, dans l'air frais, tandis que la machine elle-même avec son moteur hydraulique était installée dans la coupole du burquin. Il ne fut donc pas nécessaire de prévoir un équipement électrique anti-déflagrant. Les propriétés 5 et 6 ont rendu possible pour le treuil, malgré la complexité de ses tâches, la réalisation d'une commande très sûre et très facile, tandis que la disponibilité du liquide sous pression fourni par la pompe de commande a été mise à profit pour télécommander le freinage et le mécanisme d'accouplement du treuil sans faire appel à l'air comprimé.

1. CARACTERISTIQUES DU PUITS INTERIEUR

11. Situation.

Le 6e burquin Levant à l'étage 660 m se trouve dans la partie Est de la concession, à environ 4 km des puits principaux de Winterslag.

Dans sa proximité immédiate, l'exploitation est achevée. Il reste bien quelques panneaux, 400 à 800 m plus au nord (étage 600, 2e bouveau Nord) et à l'ouest (étage 660 Midi, Bouveau Levant), mais le centre de gravité de l'exploitation à l'étage 600, s'est au cours du temps déplacé vers l'est et il existe une importante concentration (3000 t/jour) à 1 ou 2 km à l'est du burquin (3e et 4e bouveaux Nord). C'est donc en vue du transport du charbon, des stériles et du matériel à partir de et vers cet important quartier, et aussi pour améliorer et rationaliser les conditions de ventilation, que l'implantation du puits intérieur a été définie.

de beschikbare persluchtmotoren was iets te zwak, en vooral, het persluchtverbruik bij stijgende belasting zou veel te hoog opgelopen hebben, hetgeen met het oog op de bevoorrading van de verder gelegen afdelingen onaanneembaar was.

De Ward Leonard aandrijving (met mijngasveilige motor) en de dubbele Voith-koppeling werden ook overwogen, doch zij waren gevoelig duurder en vergden een uitgebreide elektrische apparatuur.

De hydrostatische oplossing drong zich dus omwille van de par. 3 en 4 op (verliesvrij starten en remmen en soepele snelheidsregeling), doch de voordelen van het leeg starten van een kleinere elektromotor waren ook zeer belangrijk op een plaats waar het voedingsnet niet zeer sterk was (1 en 2). Van 7 werd een dankbaar gebruik gemaakt om de elektromotor en de ganse elektrische uitrusting op de bovenste laadplaats, in verse lucht, te plaatsen, terwijl de machine zelf met de hydrostatische motor in de koepel van de binnenschacht geïnstalleerd werd, zodat de elektrische uitrusting niet-mijngasveilig uitgevoerd kon worden. De eigenschappen 5 en 6 hebben het mogelijk gemaakt voor de lier, niettegenstaande de complexe opdrachten, een zeer veilige en gemakkelijke bediening te verwezenlijken, terwijl de voorhanden zijnde druk van de stuurpomp (9) gebruikt werd om de remmen en het koppelingsmechanisme van de lier, zonder perslucht, op afstand te bedienen.

1. KENMERKEN VAN DE BINNENSCHACHT

11. Ligging.

De 6e Binnenschacht Oost op de verdieping 660 m bevindt zich in het oostelijk gedeelte van de concessie op ongeveer 4 km van de hoofdschachten van Winterslag.

In zijn onmiddellijke nabijheid is de uitbating geëindigd. Wel blijven enkele panelen 400 tot 800 m verder naar het noorden (Verd. 600 m 2e Noordsteengang) en naar het westen (Verd. 660 m Zuid, Ooststeengang) over, terwijl het zwaartepunt van de exploitatie op de verdieping 600 m zich steeds meer naar het oosten verplaatst, waar tussen 1 en 2 km ten oosten van de binnenschacht een belangrijke concentratie (3000 t/dag) (3e en 4e Noordsteengang) ontstaat. Het is om het vervoer van kolen, stenen en materieel van en naar die belangrijke afdeling, en ook de ventilatievoorwaarden te verbeteren en te rationaliseren, dat de inplanting van de binnenschacht bepaald werd.

12. Jonction aux étages.

Le burquin relie 2 étages d'extraction à 600 m et 660 m (entrée d'air), mais il doit en même temps desservir les bouveaux de retour d'air correspondants qui se trouvent respectivement 15 m plus haut (fig. 5). On a donc prévu des envoyages aux niveaux suivants :

585 m (retour d'air)
600 m (entrée d'air)
645 m (retour d'air)
660 m (entrée d'air).

12. Aansluiting op de verdiepingen.

De binnenschacht verbindt de twee uitbatingsverdiepen op 600 m en 660 m (intrekkende lucht), doch moest tevens de overeenkomende luchtsteengangen bedienen, die telkens 15 m hoger liggen (fig. 5). Er waren dus laadplaatsen voorzien op de niveau's :

585 m (uittrekkende lucht)
600 m (intrekkende lucht)
645 m (uittrekkende lucht)
660 m (intrekkende lucht).

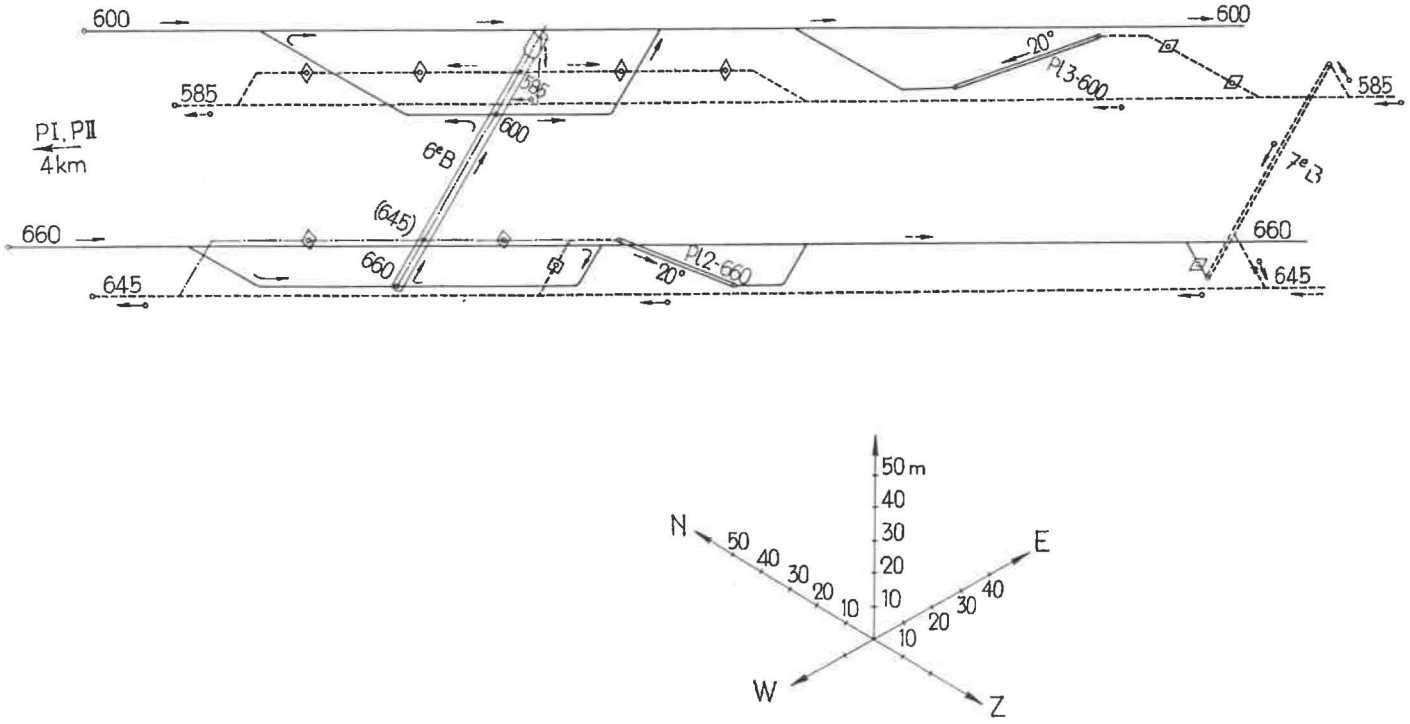


Fig. 5.
Situation du 6e Burquin Levant à 660 Midi.
Situatie 6e Binnenschacht Oost - 660 Zuid.

A chaque niveau, le burquin recoupe une dérivation parallèle aux bouveaux est-ouest et reliée à ceux-ci par des bretelles à 45°. Jusqu'à présent la dérivation à 645 m n'a pas été exécutée de telle sorte qu'il reste 3 envoyages à desservir.

13. Service prévu.

Une des tâches prévues initialement était de distraire une partie de la production de charbon de l'étage 600, où le transport par locomotives était sursaturé, et de la ramener à l'étage 660, qui était bien moins chargé.

Avec l'installation de l'extraction par skips dans les puits principaux en 1963, la situation se modifia du tout au tout; l'extraction fut concentrée aux

Op ieder niveau staat de binnenschacht in een omloop, die evenwijdig ligt met de oost-west gerichte steengangen en ermee door twee verbindingen op 45° aangesloten is. De omloop op 645 werd echter tot nu toe niet uitgevoerd, zodat er drie laadplaatsen te bedienen blijven.

13. Voorziene dienst.

Een van de aanvankelijk voorziene opdrachten was een deel van de kolenproduktie uit de verdieping 600 ,waar het locomotiefverkeer overbelast was, langs de verdieping 660 af te voeren, die op verre na niet verzadigd was.

Met het inrichten van de skipophaling in de hoofdschachten (1963) werd de toestand echter gans anders : de extractie werd op de verdiepingen

étages 600 m et 735 m; on supprima 660 m en tant qu'étage d'extraction, mais il doit assurer le transport des pierres et de matériel pour les autres étages. Dorénavant, le burquin doit assurer les fonctions suivantes :

— Descendre les pierres et le vieux matériel de 585 et 600, vers 600 et 660.
— Monter le nouveau matériel et les claveaux de 660 et 600 vers 600 et 585.
— Remonter le charbon des derniers panneaux de 660 vers 600.

L'allègement du transport à l'étage 600 a donc été réalisé par la suppression partielle du transport de pierres et de matériel. Il faut noter ici que, dans le burquin, le trafic principal s'établit entre 600 et 660. Le treuil doit être en mesure de relier ces deux envoyages à une cadence optimale avec deux cages et un réglage de câbles correct. L'étage 585 (et accessoirement 645) doit pouvoir être atteint avec un autre réglage des câbles.

14. Ventilation.

A côté de ces fonctions de transport, le burquin réalise une liaison parallèle entre les bouveaux d'entrée d'air de 600 et de 660; il apporte donc une amélioration dans la ventilation en adaptant le débit dans les deux bouveaux, à leurs résistances. Il passe de 15 à 20 m³/s de 660 vers 600.

Le burquin et ses envoyages se trouvent donc dans l'air frais. Les liaisons avec le bouveau de retour d'air à 585 sont pourvues de sas d'aérage. La coupole du burquin (à 570 m) est aérée par aspiration par un sondage pratiqué à partir du bouveau de 585 vers la tête de la coupole. Dans le trou, on a introduit des tuyaux de 300 mm de diamètre. L'aérage de la coupole et de l'envoyage à 585, utilise ± 5 m³/s.

15. Creusement.

Le burquin a été creusé en 1960 par la Firme Foraky. On a pratiqué un trou de sondage depuis 660 jusqu'à 585, partiellement avec la sondeuse annulaire Salzgitter (1 m de diamètre), et partiellement avec la Turmag P VI-12 (600 mm de diamètre). Le Bulletin Technique « Mines » n° 89 d'Inichar donne une description complète de cette opération (juin 1962).

Ensuite, on a creusé la chapelle, en montant, comme un burquin en bois ordinaire de 585 à 570, jusqu'aux remblais d'une ancienne exploitation. On l'a couverte d'une coupole en béton de 6 m de diamètre, puis recarrée et revêtue de claveaux. Finalement, on a creusé le burquin de haut en bas, par passes d'un maximum de 24 m, et on

600 m en 735 m geconcentreerd, terwijl 660 als afbouwverdieping afgeschaft werd, doch het vervoer van stenen en materieel voor de andere verdiepingen moest verzekeren. Voortaan moet de binnenschacht de volgende diensten leveren :

— Stenen en oud materieel van 585 en 600 naar 600 en 660 afvoeren.
— Nieuw materieel en betonblokken van 660 en 600 naar 600 en 585 aanvoeren.
— Kolen uit de laatste uitbatingen van 660 naar 600 optrekken.

De ontlasting van het vervoer op 600 werd dus door de (gedeeltelijke) uitschakeling van stenen- en materieelvervoer bekomen. Hier dient aangestipt te worden dat, in de binnenschacht, het hoofdverkeer tussen 600 en 660 plaats grijpt. De lier moet dus in staat zijn met twee kooien en de passende kabelregeling deze beide laadplaatsen met de optimale kadans te verbinden, terwijl 585 (en gebeurlijk 645) met een andere kabelinstelling moeten kunnen worden bereikt.

14. Ventilatie.

Benevens zijn vervoeropdrachten, verwezenlijkt de binnenschacht een parallelverbinding tussen de intrekkende luchtsteengangen op 600 en 660, en brengt dus een verbetering in de ventilatie door de aanpassing van het debiet in beide steengangen aan hun weerstand. Er stroomt 15 tot 20 m³/s van 660 naar 600.

De schacht en zijn laadplaatsen bevinden zich dus in verse lucht. De verbindingen met de luchtsteengang op 585 zijn met luchtsassen voorzien. De koepel van de binnenschacht (op 570 m) wordt zuigend verlucht langs een boorgat dat vanuit de steengang op 585 naar de top van de koepel geboord werd, en waarin buizen met 300 mm diameter steken. Voor de verluchting van de koepel en van de laadplaats op 585 worden ± 5 m³/s verbruikt.

15. Delving.

De binnenschacht werd in 1960 door Foraky gedolven. Een boorgat werd vanuit 660 naar 585 gedeeltelijk met de Salzgitter ringsnijmachine (1 m ∅), gedeeltelijk met de Turmag P VI-12 (600 mm ∅) geboord. Hiervan geeft het Technisch Bericht nr 89 van Inichar (juni 1962) een uitvoerige beschrijving.

Vervolgens werd de binnenschachtkoepel van 585 naar 570 als houten binnenschacht tot in het breukveld van een oude ontginning voorgedolven, met een betonnen koepel van 6 m diameter overkoepeld, uitgewijd en met betonblokken bezet. Eindelijk werd de binnenschacht van boven naar onder, in passen van maximum 24 m, gedolven en

l'a revêtu avec des claveaux (diamètre utile 5,10 m). Les pierres étaient chargées à 660 avec une pelle « Bergtechnik ».

Au-dessus et en-dessous de chaque envoyage se trouvent 2 anneaux de béton de 1,50 m d'épaisseur, reliés par des piliers en claveaux de béton (fig. 6 et 7). A cet endroit, le puits est élargi jusqu'à 6 m de diamètre : les parois latérales sont constituées par des murs de claveaux cintrés, tandis que les baies d'envoyage sont couvertes par des cadres Moll bétonnés; ces deux systèmes de voûte sont appuyés sur les piliers de telle sorte que, lorsque les pressions de terrain se manifestent, aucun élément ne travaille à la flexion.

16. Section du burquin.

La section circulaire du burquin (diamètre de 5,10 m) a été obtenue avec des claveaux prévus pour 4 m de diamètre en disposant à plat quelques claveaux (fig. 7). Bien entendu, entre chaque anneau et le suivant, on décale les claveaux mis à plat de façon à obtenir une bonne liaison et en même temps un aspect esthétique. Entre les blocs ont été placées des plaques de Minorex (fibre de bois comprimée, 10 mm d'épaisseur, 600 kg/m³).

Afin d'obtenir, côté est, la place pour les échelles et les paliers d'échelles, on a déplacé les cages de 140 mm vers l'ouest.

Le milieu de la section du puits est libre.

Les poutrelles qui supportent le guidonnage latéral des deux cages se trouvent au nord et au sud. Ce sont des poutrelles Grey DIN de 220 × 220 mm et les intervalles verticaux, aussi bien entre les poutrelles qu'entre les paliers d'échelle, sont de 3,84 m. Les rails de guidonnage sont de 32 kg/m, ils ont 9,60 m de longueur et sont fixés aux traverses au moyen de crapauds.

L'intervalle de 3,84 m entre planchers d'échelles est trop important pour la fixation des barres de fer formant protection entre les échelles et le compartiment des cages. Aussi, a-t-on fixé sur les rails de guidonnage, à mi-hauteur entre les paliers, un faux cadre auquel s'accrochent les barres.

2. INSTALLATION D'EXTRACTION

21. Cages.

Les deux cages ont une hauteur intérieure de 2 m et sont prévues pour recevoir des grandes berlines de 2000 ou 2600 litres (longueur 3,40 m, largeur 0,80 m, hauteur 1 m 07 ou 1 m 32) ou bien deux petites berlines de 900 litres. Cependant, pour pouvoir transporter également des petites berlines isolément sans charger la cage excentriquement, on a prévu une double installation d'arrêt (roue anglée) dans le plancher de la cage

met betonblokken (nuttige diameter : 5,10 m) bekleed. De stenen werden op 660 met een « Bergtechnik »-schup geladen.

Boven en onder iedere laadplaats bevinden zich twee betonnen ringen met 1,50 m dikte, verbonden door pilaren uit betonblokken (fig. 6 en 7). De schacht is op die plaats tot 6 m doormeter verbreed : de zijwanden zijn boogvormige blokken muren, terwijl de laadopeningen door ingebetoneerde Mollramen overdekt zijn : beide gewelfsystemen worden op de staande pilaren afgesteund, zodat bij optredende gesteentedruk geen enkel element op buiging belast wordt.

16. Schachtdoorsnede.

De ronde schachtdoorsnede met 5,10 m diameter werd met blokken voor 4 m diameter bekomen door enkele blokken plat te leggen (fig. 7). Wel te verstaan worden de platte blokken tussen iedere ring en de volgende verzet, zodat men een goed verband en tevens een schoon uitzicht bekomt. Tussen de blokken steken Minorex-platen (samengeperste houtvezels, 10 mm dik, 600 kg/m³).

Om aan de oostkant plaats te bekomen voor ladders en laddervloeren werden de kooien 140 mm naar het westen verzet.

Het midden van de schachtdoorsnede is vrij.

De dwarsliggers die de zijdelingse geleiding der beide kooien dragen bevinden zich aan de noord- en zuidkant. Zij bestaan uit DIN Grey-liggers van 220 × 220 mm, en de vertikale tussenafstand, zowel van dwarsliggers als van laddervloeren, is 3,84 m. De geleidingsrails van 32 kg/m zijn 9,60 m lang en met padbouten op de dwarsliggers bevestigd.

Daar de vloerenafstand van 3,84 m te groot is voor de afscherming in ijzeren staven tussen ladders- en kooivakken, werd telkens op halve hoogte op de geleidingsrails een vals raam bevestigd waar de staven in hangen.

2. OPHAALINRICHTING

21. Kooien.

De 2 kooien hebben 2 m binnenhoogte en zijn voorzien voor een grote mijnwagen van 2000 of 2600 liters (lengte 3,40 m, breedte 0,80 m, hoogte 1,07 m of 1,32 m) of twee kleine wagens van 900 liters. Om echter, zonder de kooi excentrisch te belasten, ook kleine wagens afzonderlijk te kunnen vervoeren zijn dubbele stopinrichtingen (sterwielen) in de bodem van de kooi voorzien geweest

(en pratique, le deuxième arrêt s'est révélé inutile). Les arrêts sont déverrouillés par une pédale qui dépasse latéralement à la partie inférieure de la cage et qui est manœuvrée par un pousseur à air comprimé installé dans l'envoyage. Les envoyages ne sont pas munis de plates-formes mobiles.

(in de praktijk is het tweede wiel overbodig gebleken). De sterwielen worden ontgrendeld langs een pedaal dat zijdelings onder de kas uitsteekt, en door een persluchtstoter in de laadplaats omgedrukt wordt.

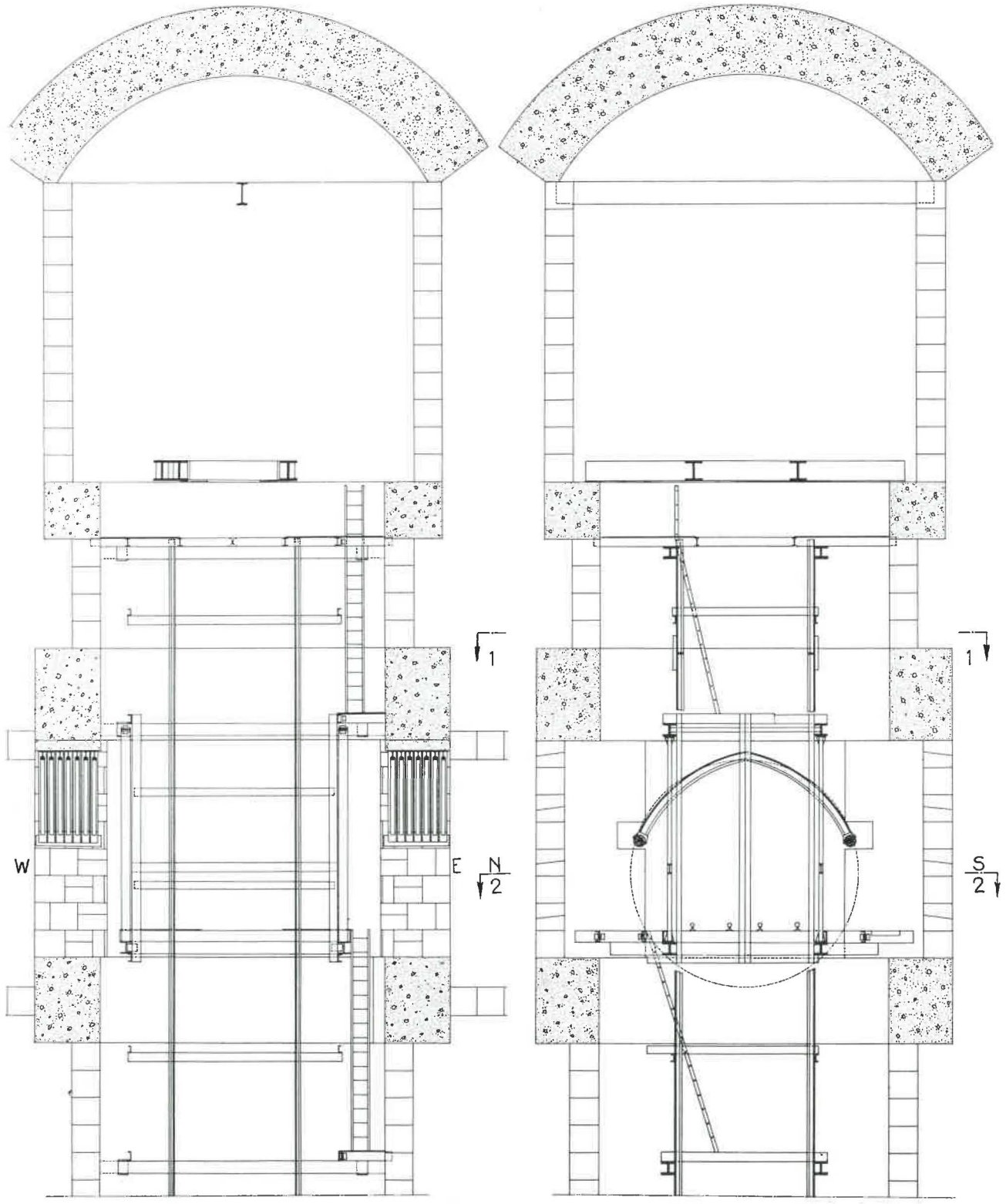


Fig. 6.
Coupes Ouest-Est et Nord-Sud, des envoyages.
West-Oost en Noord-Zuid doorsneden van de laadplaatsen.

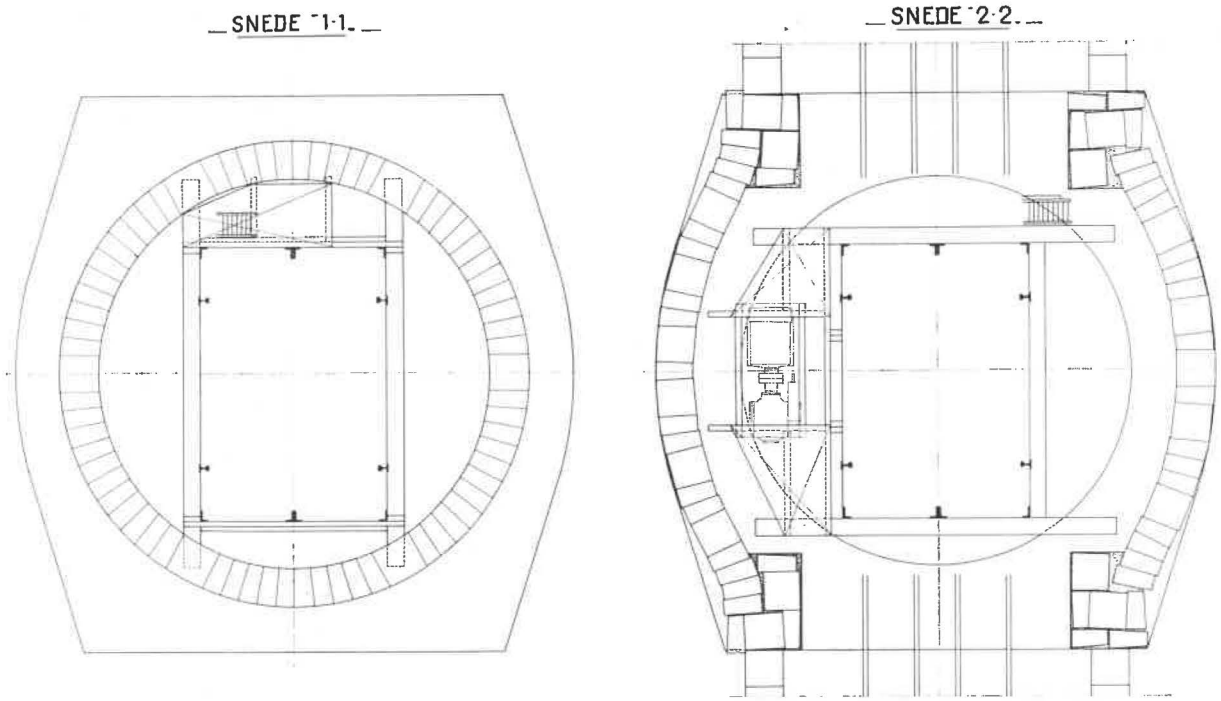


Fig. 7.
Coupes horizontales par le puits : 1-1 et par l'envoyage 2-2 (Paroi Nord à gauche).
Horizontale doorsnede door de schacht (1-1) en door de laadplaats (2-2) (Noorderwand links).

A 585 et à 600, les manœuvres se font à câble tendu tandis qu'à 660 où l'allongement du câble sous charge était gênant, la cage repose sur des blocs de bois.

Les cages sont guidées par quatre mains courantes placées à la paroi extérieure et embrassant les rails de guidonnage. Du côté intérieur, elles ne sont pas séparées l'une de l'autre; l'espace libre est de 200 mm. Chaque cage pèse 2000 kg.

22. Câbles d'extraction.

Les câbles ont 90 m de longueur, 28 mm de diamètre et 50 tonnes de charge à la rupture. Ce sont des câbles anti-giratoires avec une âme en fils recuits et 18 torons (6 + 12) en fils galvanisés, construction Warrington, avec un diamètre de fil maximum de 1,2 mm, une résistance de 160 à 180 kg/mm², un poids métrique de 3,2 kg. Les câbles sont fixés sur les cages au moyen d'attaches auto-serrantes Heuer Hamer. Le câble passe autour d'un noyau en forme de coin qui le serre de deux côtés dans l'enveloppe de la patte. Cette patte peut facilement être démontée pour faire glisser le câble si nécessaire. Chaque patte pèse 164 kg.

Les câbles s'enroulent sur une seule couche dans la rainure hélicoïdale des deux tambours, dont le diamètre (1200 mm) correspond à la distance entre axes des cages, de sorte qu'il n'y a pas d'autre déviation que le déplacement latéral du câble selon que les surfaces de tambours sont plus ou moins complètement occupées. Ceci représente 60 cm sur une hauteur de 75 m. L'enroulement du

Op de laadplaatsen zijn er geen zwenkplatformen voorzien. Op 585 en 600 geschieden de maneuvers met gespannen kabel, terwijl op 660, waar de kabelverlenging onder belasting storend was, de kooi op houten blokken te rusten komt.

De kooien worden aan de buitenzijde door 4 geleidingsschoenen geleid die de beide geleidingsrails omvatten. Aan de binnenzijde zijn zij niet gescheiden; de vrije tussenruimte bedraagt 200 mm. Iedere kooi weegt 2000 kg.

22. Ophaalkabels.

De ophaalkabels zijn 90 m lang, hebben 28 mm diameter en 50 t breuklast. Het zijn draaivrije kabels, met kern uit gegloeide draden, en 18 strengen (6 + 12) — Warrington-constructie — uit gegalvaniseerde draden met max. 1,2 mm diameter — 160 tot 180 kg/mm² — metergewicht 3,2 kg/m.

Zij zijn op de kooien bevestigd bij middel van zelfklemmende Heuer-Hammer kabelkousen; de kabel gaat over een wigvormige kern die hem tweezijdig in een huis vastklemt. De kous kan gemakkelijk losgegooid worden om de kabel zo nodig te herschuiven. Iedere kous weegt 164 kg.

De kabels wikkelen zich op een enkele laag in de schroefvormige gleuf van de beide ophaaltrommels, waarvan de doormeter (1200 mm) met de as-afstand van de kooien overeenkomt, zodat geen andere afwijking bestaat dan de zijdelingse verplaatsing van de kabel naargelang de min of meer volledige bezetting van de trommeloppervlakte (0,60 m over 75 m). De kabelwikkeling is wel

câble se fait dans un sens tel que la déviation est nulle quand la cage atteint sa position supérieure.

23. Treuil à tambours.

Le treuil est installé dans la coupole du burquin sur des poutrelles posées sur une banquette circulaire au niveau de 577 où le diamètre se réduit de 6 m à 5 m. Les dimensions extérieures du treuil sont : longueur avec moteur 3500, largeur 2700, hauteur 1500 mm (fig. 8 et 9).

zodanig dat de afwijking nul is wanneer de kooi de hoogste stand bereikt.

23. Trommellier.

De lier is in de binnenschachtkoepel opgesteld op liggers die op een ringvormig betonbanket steunen (niveau 577) waar de doormeter van 6 m op 5 m overgaat. De uitwendige afmetingen zijn : lengte (met motor) 3500 — breedte 2700 — hoogte 1500 mm (fig. 8 en 9).

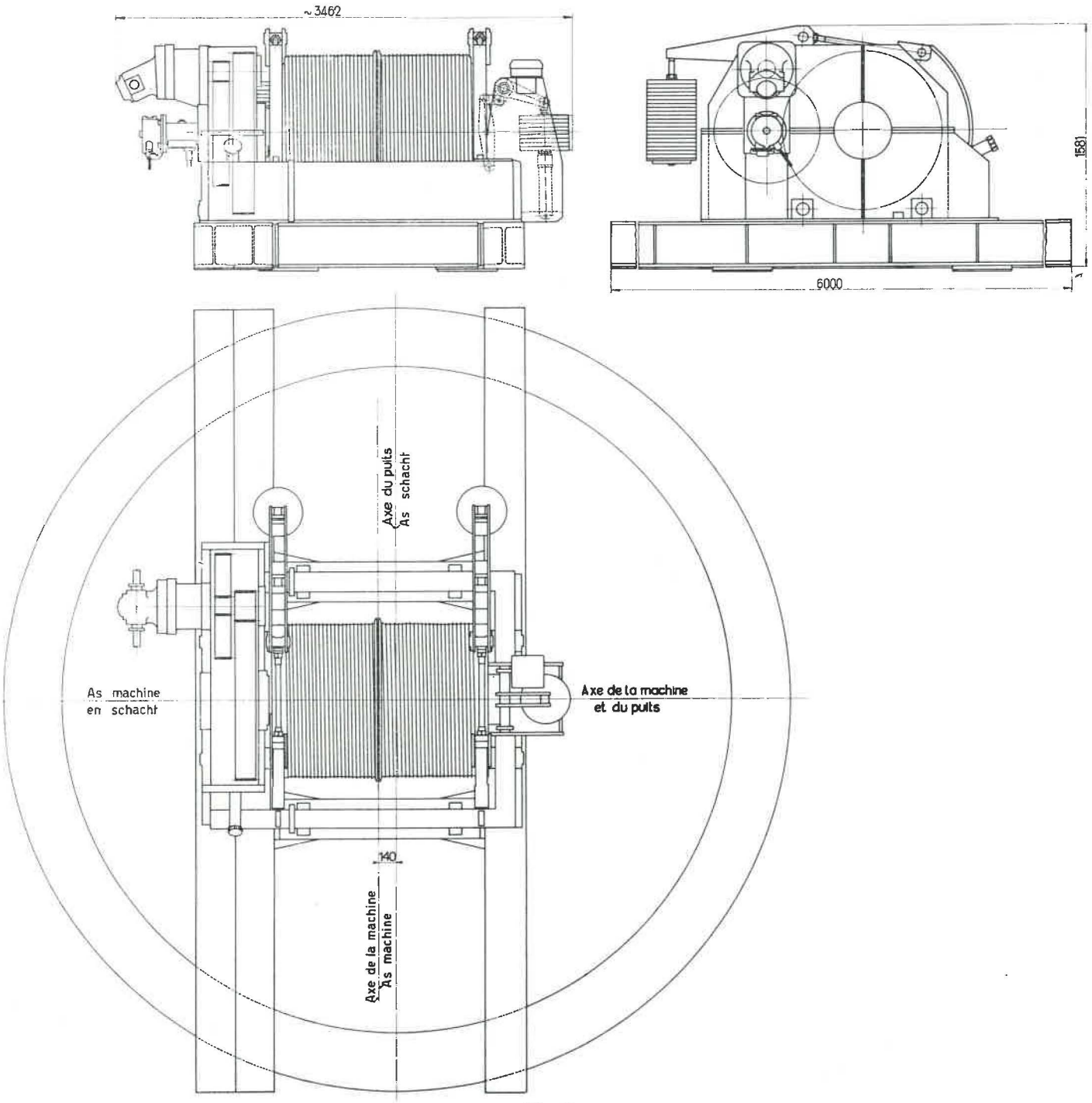


Fig. 8.
Dimensions générales du treuil à 2 tambours.
Algemene afmetingen van de dubbeltrommellier.

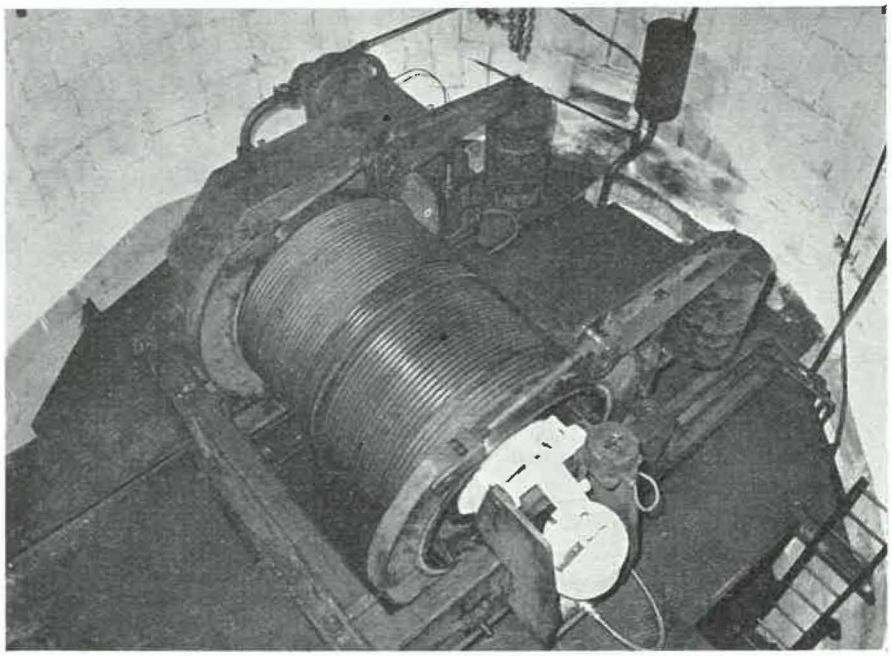


Fig. 9.
Vue générale du treuil (à l'arrière-plan contre la paroi, le vase d'équilibre X.
Algemeen zicht van de lier. Op de achtergrond, tegen de wand : het evenwichtsvat X.

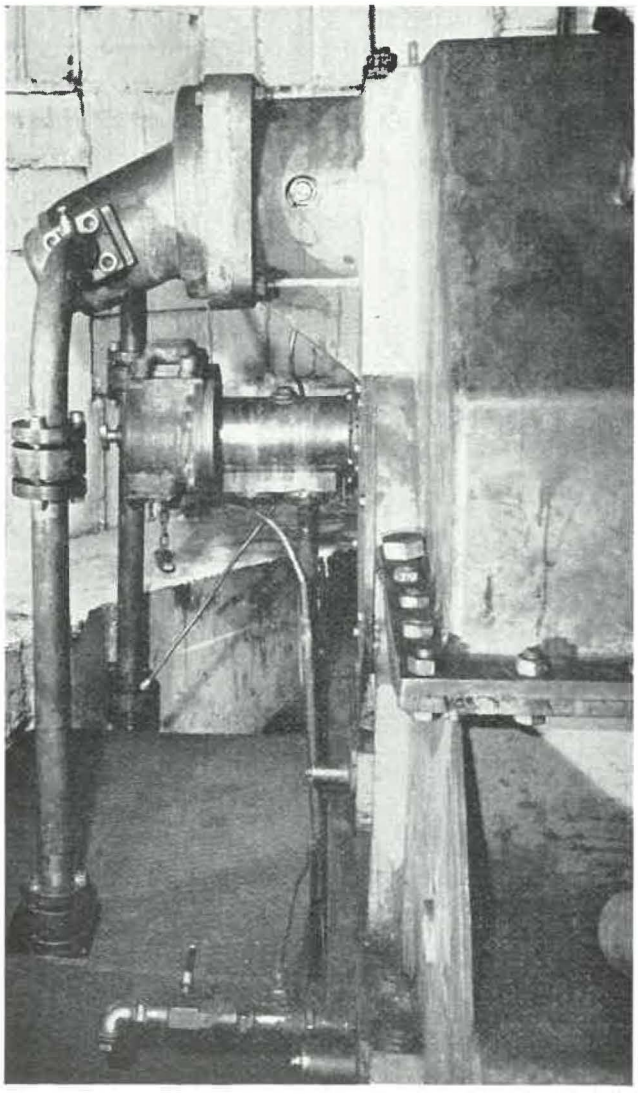


Fig. 10.

Attaque du treuil et réducteur. Sous le moteur : raccord du câble Bowden pour l'indicateur de profondeur et interrupteur centrifuge.
Lieraandrijving en tandwielkast. Onder de motor : aansluiting van de Bowdenkabel voor de diepteaanwijzer en centrifugale schakelaar.

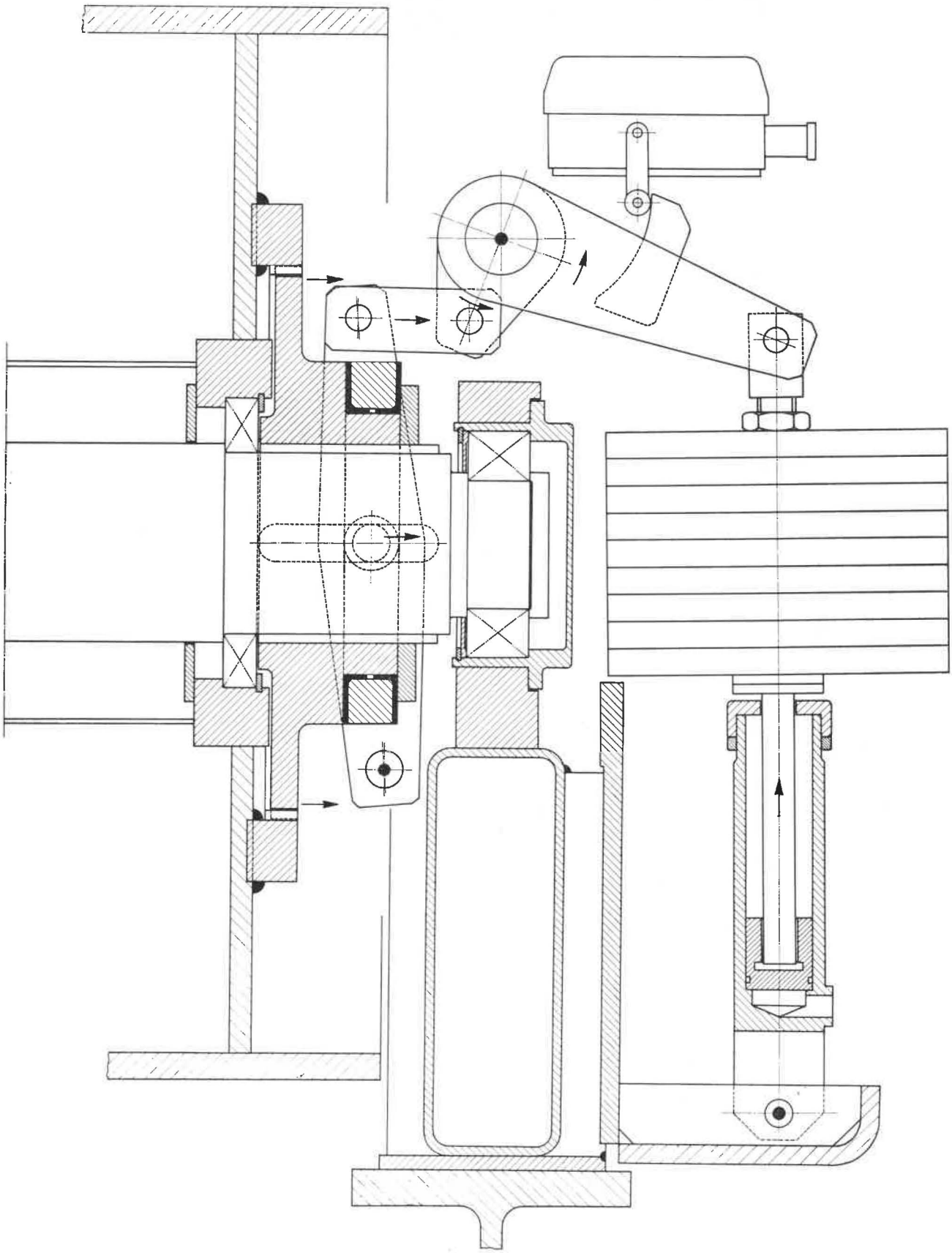


Fig. 11.

Mécanisme de l'accouplement à dents. Les points de pivotement fixes sont indiqués en noir. Au-dessus : interrupteur fin de course.

Mechanisme van de tandenkoppeling (de vaste scharnierpunten zijn in het zwart aangetekend). Boven : eindstandschakelaar.

Les deux tambours sont montés l'un à côté de l'autre sur l'arbre principal de la machine. L'un des deux est calé sur cet arbre, l'autre est monté au moyen de deux buselures en bronze et peut être découplé, de sorte qu'il est possible d'ajuster la longueur des câbles et la position des cages de façon à réaliser une extraction équilibrée avec deux cages entre deux envoyages choisis arbitrairement.

Le tambour fou porte, sur son flasque extérieur, une couronne dentée creuse dans laquelle peut s'ajuster une roue dentée qui glisse axialement au moyen de rainures sur l'arbre principal (fig. 11, 12, 13).

Op de hoofdas zijn de twee trommels naast elkaar gemonteerd : de ene zit vast op de as, de andere is er met bronzen bussen op gelegerd en kan ontkoppeld worden, zodat de kabellengte en de kooienstand ingesteld kunnen worden om tussen twee willekeurige laadpunten een uitgebalanceerd twee-kooien-bedrijf mogelijk te maken.

De losse trommel draagt, op haar buitenflens, een holle tandkroon, waar een tandwiel in past dat langs gleuven op de hoofdas axiaal schuiven kan (fig. 11, 12, 13).

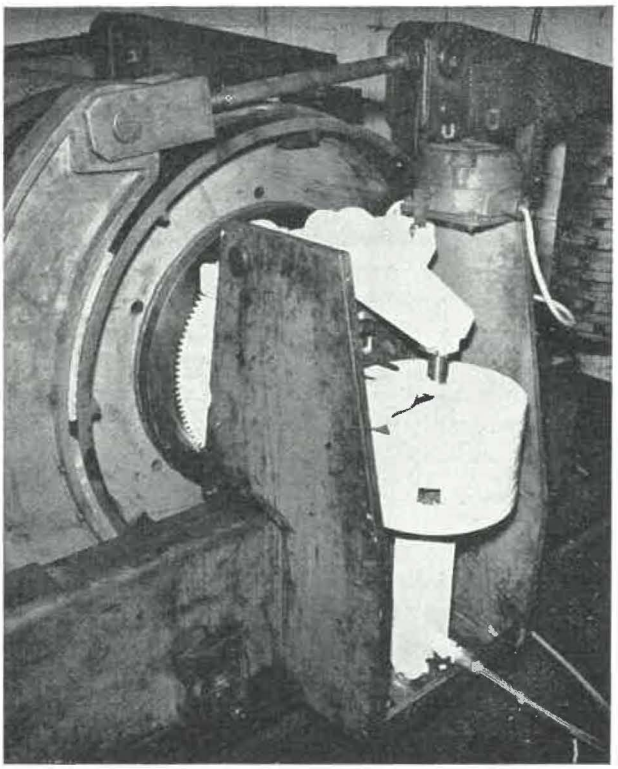


Fig. 12.

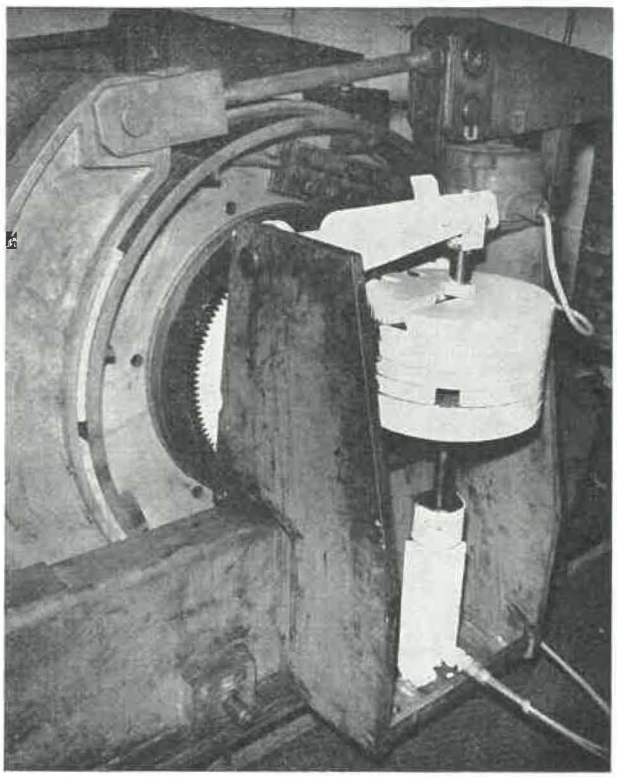


Fig. 13.

Accouplement en position fermée (fig. 12) et ouverte (fig. 13). Les parties mobiles ont été peintes en blanc.
Koppeling in gesloten (fig. 12) en open (fig. 13) toestand. De beweeglijke delen werden in het wit geverfd.

Un système de leviers et une bague d'entraînement permettent de faire entrer ou sortir la roue dentée de la couronne et par conséquent de fermer ou d'ouvrir l'accouplement.

24. Attaque du treuil.

L'arbre principal est monté sur roulements, d'une part, du côté de l'accouplement, sur un palier extérieur, d'autre part, dans le réducteur. Pour obtenir une construction ramassée, le réducteur, réalisé au moyen de tôles épaisses, forme un bloc avec le châssis de la machine qui est lui-même en construction en caisson. Ce réducteur

Een stel hefbomen en een sleepring bewerken het in- of uitschuiven van het tandwiel, en bijgevolg het sluiten of openen van de koppeling.

24. Aandrijving.

De hoofdas is op rollenlegers, enerzijds op een afzonderlijke kussenblok (koppelingszijde), anderzijds in de tandwielkast gelegerd. Om een samengedrongen constructie te bekomen vormt de tandwielkast, uit zware platen gelast, een geheel met het machineraam, in caisson constructie.

contient une transmission par engrenages à deux étages avec un rapport de 28/1. L'axe du premier pignon est creux. Dans cet axe s'introduit le bout d'arbre cannelé du moteur hydrostatique Mannesmann 40/7, qui est bridé sur une lanterne, soudée elle-même à la paroi du réducteur (fig. 10).

Le moteur a une vitesse nominale de 1500 tours par minute. Si l'on compte sur un glissement total de 10 % (moteur électrique + pompe + moteur hydrostatique) ceci donne pour la cage une vitesse de :

$$\frac{1500 \times 0{,}9 \times 3{,}14 \times 1{,}2}{60 \times 28{,}1} = 3 \text{ m/s.}$$

Le couple du moteur à 100 kg/cm² vaut 75 m/kg. Si nous admettons un rendement de 90 % pour la transmission, ce couple correspond à une force à la jante du tambour de

$$\frac{75 \times 28{,}1 \times 0{,}9}{0{,}6} = 3150 \text{ kg.}$$

25. Organes de commande.

Sur le prolongement de la surface extérieure de chaque tambour s'applique un frein à deux sabots, muni de garnitures en Ferodo MR 18. Chaque frein peut exercer un couple de 3185 mkg (coefficient de frottement 0,4). Ces freins ne servent que de freins d'arrêt et, éventuellement, de freins de sécurité. Il n'est pas nécessaire d'avoir un frein de manœuvre, car la machine peut être arrêtée progressivement par voie hydrostatique, et même les plus petits déplacements peuvent être commandés purement hydrauliquement.

Les freins ainsi que le système de débrayage sont manœuvrés dans le sens de l'ouverture par des cylindres hydrauliques et refermés sous l'action de contre-poids. La commande à distance se fait à partir du poste de commande, installé à l'envoyage de 585, à 15 m de distance. Le machiniste ne voit pas la machine et doit, par conséquent, chercher par tâtonnements, la position exacte qui correspond à l'entrée des dents. Comme le module de ces dents est assez petit (la position des cages peut être réglée à 20 mm près) et que l'entrée des dents est un peu chanfreinée, cette opération se fait sans difficultés. La manœuvre de réglage des cages dure en tout 1 à 2 minutes. Elle ne doit être exécutée que deux à trois fois par poste. Bien entendu, le mécanisme de l'accouplement et le frein du tambour fou sont verrouillés entre eux de sorte que le tambour fou reste toujours sous contrôle.

Le treuil est encore relié au poste de commande par un câble Bowden qui entraîne l'indicateur de profondeur et le tachymètre. Enfin il y a sur le treuil un interrupteur centrifuge (contrôle de vitesse indépendamment de la liaison souple)

Zij bevat een tweetrappige tandwieloverbrenging met verhouding 28/1. In de holle as van het eerste rondsel schuift de vertande as van de hydrostatische motor Mannesmann 40/7, die op een lantaarn, aan de reductiekast aangelast, opgeflenst is (fig. 10).

De motor heeft een nominaal maximum toerental van 1500 omw/min. Indien met een totale slip van 10 % gerekend wordt (elektromotor + pomp + hydromotor), dan geeft dit een kooisnelheid van :

$$\frac{1500 \times 0{,}9 \times 3{,}14 \times 1{,}2}{60 \times 28{,}1} = 3 \text{ m/s.}$$

De motorkoppel op 100 kg/cm² bedraagt 75 mkg. Indien wij een rendement annemen van 90 % voor de krachtoverbrenging, stemt dit overeen met een kracht aan de trommelomtrek van :

$$\frac{75 \times 28{,}1 \times 0{,}9}{0{,}6} = 3150 \text{ kg.}$$

25. Bedieningsorganen.

Op de verlengde mantel van iedere trommel werkt een rem met twee schoenen, voorzien van een voering in Ferodo MR 18. Iedere rem kan een remkoppel uitoefenen van 3185 mkg (wrijvingscoëfficiënt : 0,4).

Deze remmen dienen alleen als standrem, en gebeurlijk als veiligheidsrem. Een maneuverrem is overbodig, daar de machine langs de hydrostatische aandrijving geleidelijk tot staan wordt gebracht, en zelfs de kleinste verplaatsingen zuiver hydraulisch gecontroleerd worden.

De remmen, en ook het koppelingssysteem, worden door toedoen van hydraulische cylinders geopend en door de zwaartekracht gesloten. De afstandsbediening geschiedt van uit de stuurpost in de laadplaats van 585, op 15 m afstand. De machinist ziet de machine niet en moet bijgevolg tastenderwijze de juiste stand zoeken om de tanden te doen ingrijpen. Daar de tandensteek eigenlijk tamelijk klein (de kooienstand kan op 20 mm na ingesteld worden) en de tandeningang iets afgeschuind zijn, levert dit geen moeilijkheid op : het verstellen van de kooien duurt 1 à 2 minuten en moet slechts een paar keer per post uitgevoerd worden.

Vanzelfsprekend zijn het koppelingsmechanisme en de rem van de losse trommel met elkaar vergrendeld, zodat de losse trommel steeds onder controle blijft.

De lier is bovendien met de stuurpost over een Bowden-kabel verbonden, die de diepte-aanwijzer en de tachymeter aandrijft. Eindelijk zijn er nog op de lier zelf een centrifugale schakelaar (snelheidscontrole onafhankelijk van de soepele ver-

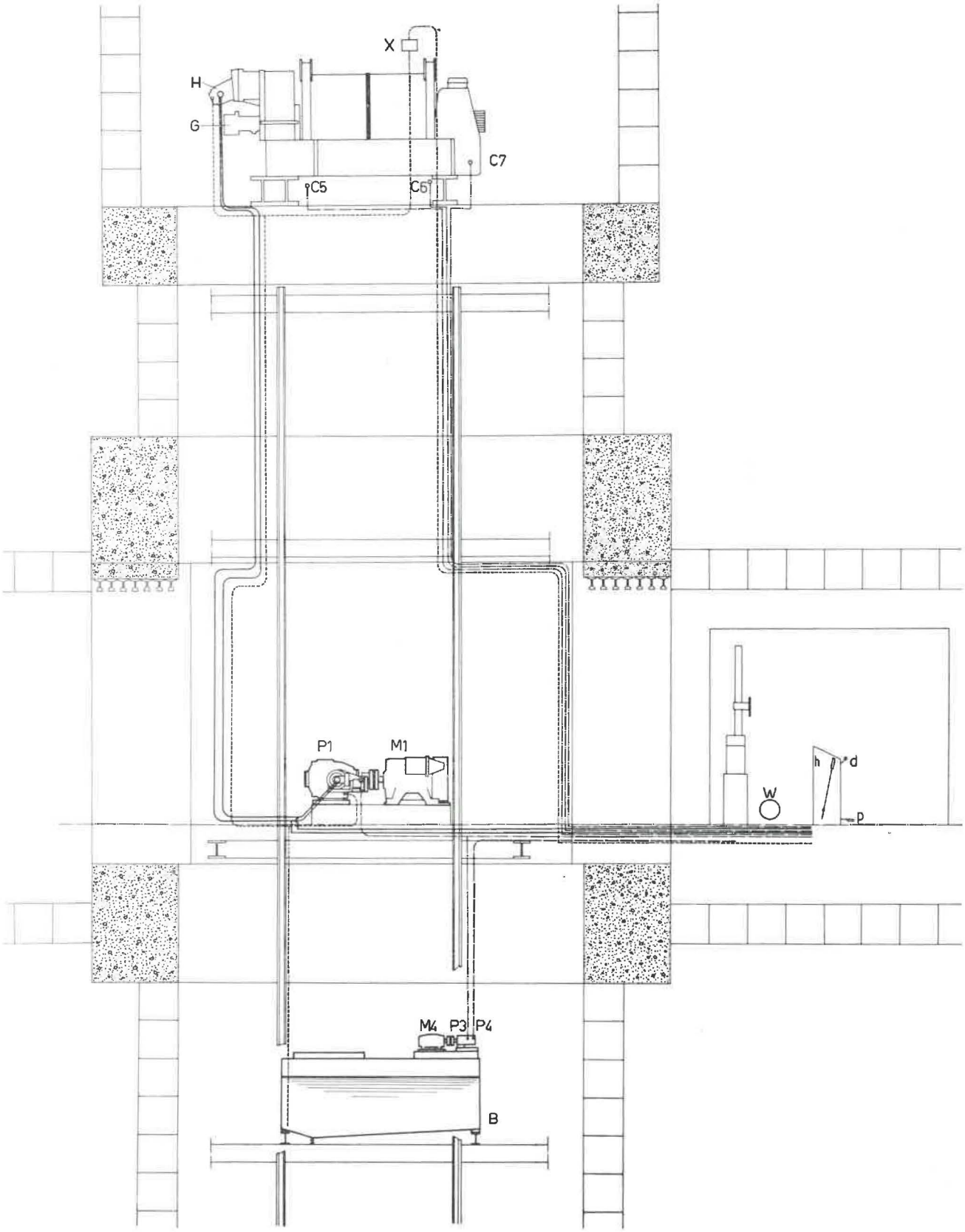


Fig. 14.

Disposition générale de l'installation (pour les repères, voir fig. 19).
Algemene schikking van de installatie (voor de symbolen, zie fig. 19).

(fig. 10) et un interrupteur fin de course (contrôle de la position de l'accouplement) (fig. 12 et 13).

Ces deux appareils sont les seuls qui soient en exécution antigrisouteuse.

Le treuil ainsi que ses accessoires ont été construits par la S.A. du Thiriau à La Croyère.

3. EQUIPEMENT HYDRAULIQUE

31. Transmission hydrostatique.

La pompe principale P_1 (HAP 40/7) est montée avec le moteur électrique, qui l'entraîne au moyen d'un accouplement élastique Debex, sur un châssis (1750 × 900) et est installée dans l'envoyage lui-même dans la partie élargie du puits (fig. 15).

binding) (fig. 10) en een eindekoersschakelaar (controle van de stand van de koppeling (fig. 12, 13) aangebracht. Deze beide apparaten zijn de enigsten in mijngasveilige uitvoering.

De lier, met toebehoren, werd door de S.A. Ateliers du Thiriau te La Croyère, gebouwd.

3. HYDRAULISCHE UITRUSTING

31. Hydrostatische overbrenging.

De hoofdpomp P_1 (HAP 40/7) is samen met de elektromotor (die haar over een DEBEX elastische koppeling aandrijft) op een raam gemonteerd (1750 × 900) en is in de laadplaats zelf, in het uitgewijd gedeelte van de schacht, geïnstalleerd

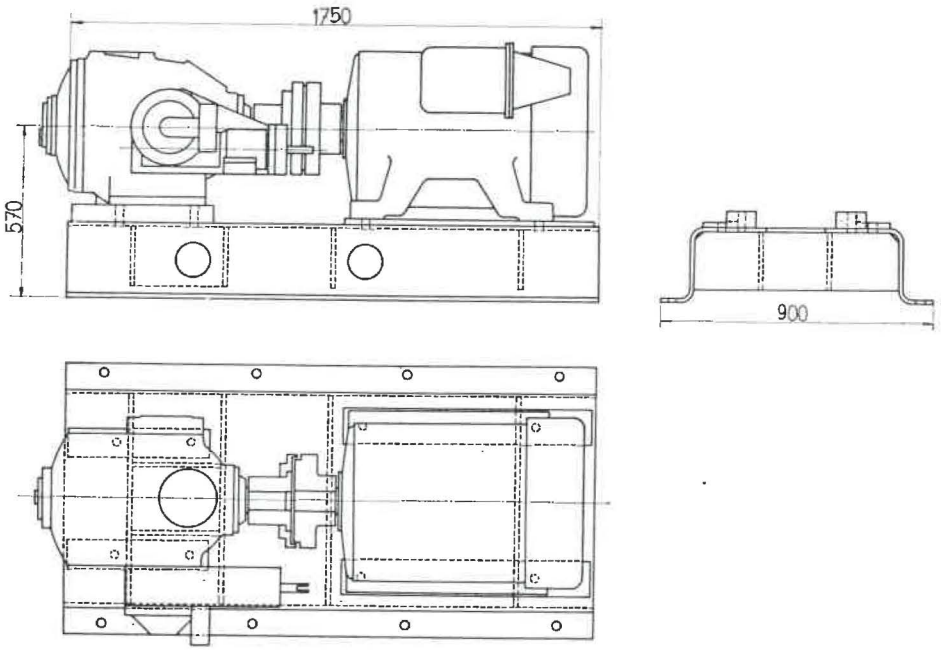


Fig. 15.
Dimensions extérieures du groupe principal.
Buiten afmetingen van de hoofdgroep.

Le débit est réglé en faisant varier l'inclinaison de la pompe au moyen d'un servo-moteur R qui est bridé sur le carter de la pompe (fig. 16).

32. Conduites principales.

La pompe P_1 est reliée avec le moteur hydraulique installé sur le treuil (fig. 14) par des tuyauteries d'acier, sans soudure, ayant respectivement 49 et 65 mm comme diamètres intérieur et extérieur.

Les accouplements sont des accouplements EO (Ermeto-Original), mais, pour des diamètres aussi grands, les écrous extérieurs Ermeto sont remplacés par des brides où sont logées trois vis (fig. 17).

(fig. 15). Het debiet wordt door het zwenken van de pomp bij middel van een servomotor R ingesteld, die aan de pomp aangeflenst is (fig. 16).

32. Hoofdleidingen.

De pomp P_1 is met de hydraulische motor H (op de lier) (fig. 14) over naadloze stalen buizen met respektievelijk 49 en 65 mm als inwendige en uitwendige doormeters verbonden. De koppelingen zijn EO (Ermeto-Original) snijringkoppelingen, doch, voor zulke doormeters, worden de uitwendige Ermeto-moeren door flenzen met drie schroeven vervangen (fig. 17). Hier werden starre buizen verkozen, omdat de binnenschacht buiten

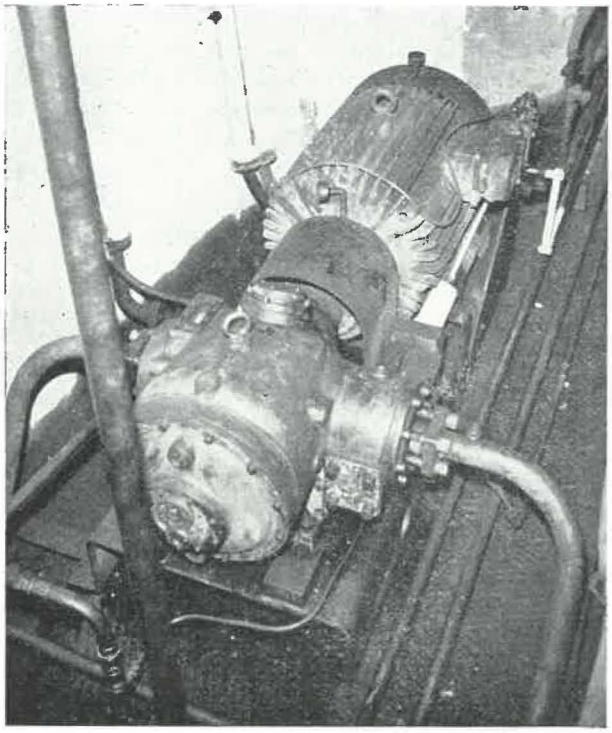
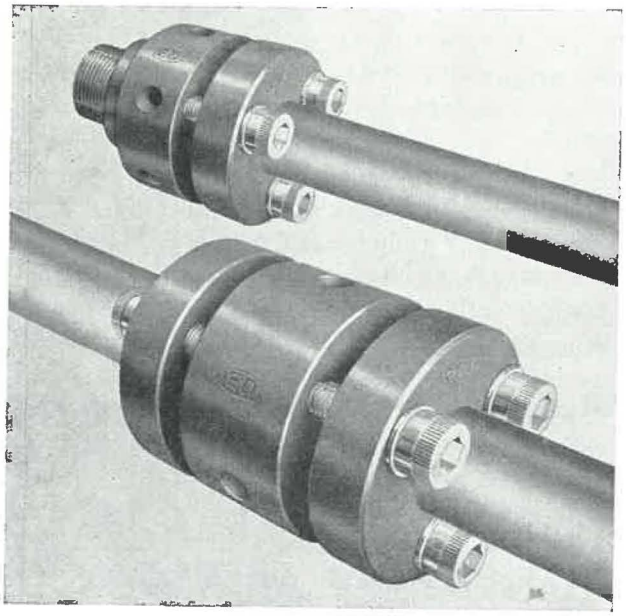


Fig. 16.
Vue du groupe pompe-moteur principal ; au côté droit de la pompe, le servo-régulateur et, peinte en blanc, la liaison mécanique avec le poste de commande. A l'avant-plan, la conduite de retour (verticale).
Zicht van de pomp-motorgroep. Aan de rechterzijde van de pomp : de servoregelaar en (in het wit geschilderd) de mechanische verbinding met de stuurstand. Op de voorgrond (loodrecht) : de retourleiding.



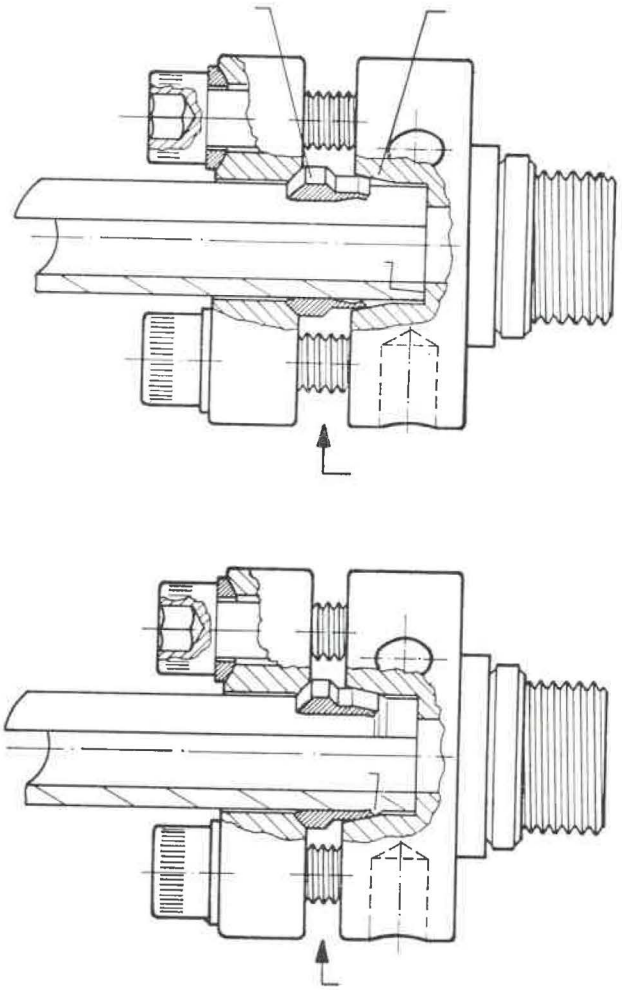


Fig. 17.

Accouplement Ermeto à brides. Les 3 vis extérieures forcent, par l'intermédiaire de la bride extérieure, une bague coupante dans le cône de la pièce de droite et dans la matière du tuyau. L'accouplement peut être démonté, tourné autour de son axe et remonté.
Ermeto-flenskoppeling. De drie buitenste schroeven drukken, bij middel van de buitenflens, een snijring in de kegel van het middenstuk en in de materie van de buis. De koppeling kan gelost, gedraaid en terug vastgezet worden.

Fig. 17 bis.

Accouplement Ermeto - Vue extérieure.
Ermeto-flenskoppeling - Buitenzicht.

Dans le cas présent, on a choisi des tuyauteries rigides car le burquin se trouve en dehors de l'influence des exploitations actuelles et futures, et, par conséquent, on escompte peu de mouvements de terrain.

de invloed staat van de huidige en toekomstige ontginning, en bijgevolg weinig grondbeweging te verwachten is.

De buizen zijn aan de betonwand bevestigd en moeten de vorm ervan volgen. Er viel niet aan te

Les tuyaux sont fixés à la paroi de béton et doivent en suivre la forme.

Il n'était pas question de souder sur place ou d'y courber des tuyaux. Ceux-ci devaient par conséquent être fournis, complètement parachevés, d'Allemagne. Le tracé a été étudié soigneusement de façon à réaliser le circuit, dans la mesure du possible, avec des éléments interchangeables, et grâce aux courbes nécessaires, à obtenir une certaine possibilité de déformation.

L'ajustement de la distance verticale, au moment du montage, a été rendu possible en sciant, sur place, deux tuyaux droits pour les mettre à longueur exacte. Au point haut de la tuyauterie, ont été prévus des bouchons de désaération.

La propreté de ces tuyaux est de la plus haute importance. En aucun cas, des poussières, de la rouille ou des scories de soudure ne peuvent se trouver sur la paroi intérieure. Avant de descendre dans le fond, les tuyaux ont été décapés intérieurement au moyen d'une solution chaude d'acide sulfurique à 10 %, puis ils ont été rincés avec le liquide hydraulique et refermés avec des bouchons de bois. Grâce à ces précautions, le montage lui-même s'est fait sans aucune difficulté. Bien entendu, les trous de fixation, dans la paroi en béton, ont été forés après montage de la tuyauterie.

3. Pompe auxiliaire et réservoir.

Le réservoir à liquide B se trouve 3,50 m en-dessous de la pompe principale (fig. 14), contre la paroi nord du burquin, de telle sorte que toutes les fuites peuvent facilement y être rassemblées et que le remplissage à partir de l'envoyage peut se faire par gravité. Ce réservoir est fermé et isolé de l'atmosphère par un filtre à air. Il a une contenance de 1500 litres et est divisé intérieurement par un écran pour favoriser la décantation de liquide. Sur le couvercle du réservoir est installée la pompe auxiliaire P_3 et P_4 avec le moteur de 5 ch qui l'entraîne. Cette pompe auxiliaire est constituée de deux pompes à ailettes Vickers dans un seul carter avec une aspiration commune à travers un filtre F_4 et deux refoulements séparés, l'un à 8 kg/cm² (circuit de gavage : 100 litres/min) et l'autre 40 kg/cm² (circuit de commande : 10 litres/min). Cependant le filtre F_4 est actuellement hors service. Il semble provoquer de la cavitation dans la pompe. Le réservoir contient normalement 1000 litres de HYDRAN 37 FR/B 2232 de Purfina (phosphate de tricrésyle). Au moment du remplissage, il faut soigneusement éviter toute pollution. Un interrupteur à flotteur et un thermostat contrôlent le niveau et la température du liquide.

denken ter plaatse te lassen of te buigen : de buizen moesten gans afgewerkt uit Duitsland geleverd worden. Het tracé werd zorgvuldig bestudeerd om zoveel mogelijk met uitwisselbare elementen uit te komen, en, dankzij de noodzakelijke bogen, een zekere vervormbaarheid te bekomen. Een bepaalde regelmogelijkheid van de vertikale afstand bij de montage werd voorzien door twee rechte buizen terplaatse op de juiste lengte te zagen.

In de hoogste punten werden ontluchtingsstoppen voorzien.

De zuiverheid van die buizen is van het grootste belang; stof, roest of lasslakken mogen in geen geval op de binnenwand aanwezig zijn. Alvorens in de ondergrond af te gaan werden de buizen met een warme 10 % H_2SO_4 oplossing gebeitst, met hydraulische vloeistof inwendig gespoeld, en met houten stoppen afgedicht. Dankzij deze voorzorgen leverde de eigenlijke montage geen enkele moeilijkheid. De bevestigingsgaten in de betonnen wanden werden vanzelfsprekend na de montage geboord.

33. Hulppompen en tank.

De vloeistoftank B bevindt zich 3,50 m onder de hoofdpomp (fig. 14), tegen de noordwand van de binnenschacht, zodat al de lekken er gemakkelijk kunnen afgevoerd worden, en de vulling van uit de laadplaats door de zwaartekracht kan geschieden. De tank is gesloten en met de buitenlucht over een luchtfilter verbonden. Zij heeft een inhoud van 1500 l en is inwendig door een scherm verdeeld om decantatie van de vloeistof te bevorderen. Op het deksel van de tank is de gecombineerde hulppomp (P_3 en P_4) met de aandrijvende motor (5 pk) gemonteerd. Deze hulppomp bestaat uit twee aaneengebouwde vleugelpompen Vickers, met een gemeenschappelijke aanzuiging over een filter F4, en twee gescheiden uitlaten op respectievelijk 8 kg/cm² (voedingskring 100 l/min) en 40 kg/cm² (stuurkring : 10 l/min). De filter F4 is echter tegenwoordig buiten dienst; hij scheen de oorzaak te zijn van cavitatie in de pomp.

De tank bevat normaal 1000 l Hydran 37 FR/B 2232 van Purfina (tricresylfosfaat-esther). Bij het vullen dient iedere bevuiling zorgvuldig vermeden te worden. Een vlotter-schakelaar en een thermostaat controleren het peil en de temperatuur van de vloeistof.

34. Appareillage et poste de commande.

Tout le reste de l'appareillage est rassemblé dans un poste de commande et autour de celui-ci, dans une niche de 2 m × 3 m, creusée dans la paroi de l'envoyage de 585, à ± 6 m du puits (fig. 18).

34. Apparatuur en stuurstand.

Alle andere apparatuur is samengebracht in en rond de stuurstand, in een nis van 2 × 3 m in de wand van de laadplaats van 585, op ± 6 m van de schacht (fig. 18).

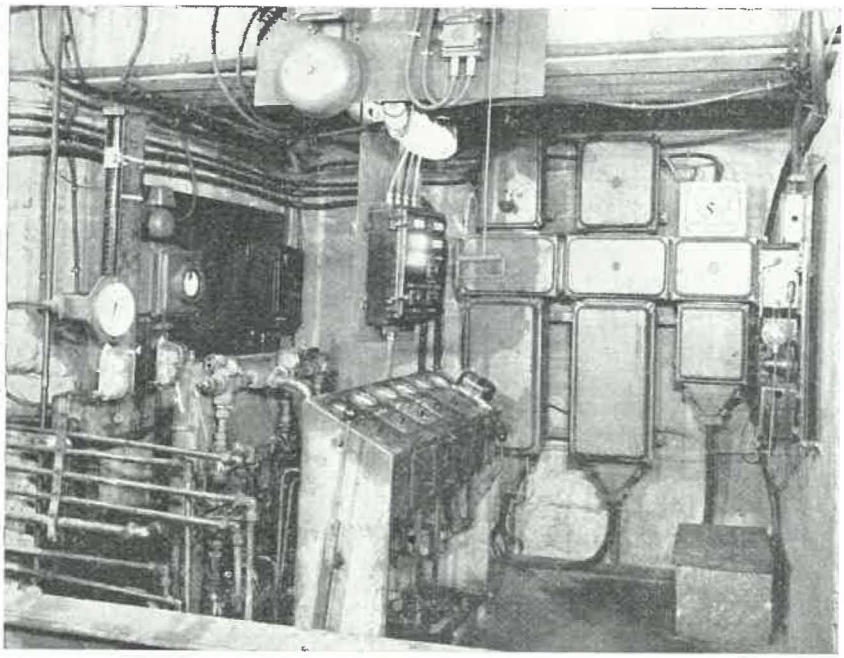


Fig. 18.

Poste de commande. Sur le pupitre on voit les manomètres, les boutons de commande et la double lampe indiquant la position de l'accouplement. Les distributeurs hydrauliques sont incorporés dans le pupitre. Derrière celui-ci, l'étagère avec les soupapes de sécurité, et les clapets anti-retour. Sur quelques appareils, on reconnaît les symboles de la fig. 19. A gauche, l'indicateur de profondeur avec tachymètre. Au-dessus du pupitre, les appareils de signalisation. Dans le fond de la niche, les appareils électriques et le téléphone.

Stuurstand. Op de lessenaar ziet men de manometers, de stuurknoppen en de dubbele lamp voor de standaanduiding van de koppeling. De hydraulische schuiven zijn ingebouwd. Achter de lessenaar: de rek met veiligheids- en terugslagkleppen (op enkele apparaten kan men de symbolen van fig. 19 herkennen). Links, de diepteaanwijzer met de tachymeter. Boven de lessenaar, de signalisatie-apparaten. Achterin de elektrische schakelkasten en de telefoon.

Le poste de commande a la forme d'un pupitre dans lequel sont rassemblés les appareils de mesure et les boutons poussoirs et leviers de commande. Les soupapes de sécurité et les clapets anti-retour sont placés avec l'accumulateur sur une étagère installée juste devant le poste de commande. Celui-ci est relié à la pompe principale, à la machine et au réservoir, par un réseau de tuyaux Ermeto avec accouplements ordinaires à écrous, qui sont fixés bien en ordre le long de la paroi. Autour du poste de commande se trouvent les appareils de conditionnement, d'alimentation électrique et de signalisation.

Le machiniste voit directement les cages à l'envoyage supérieur, dans la même direction que l'indicateur de profondeur et le tachymètre.

Nous décrirons la fonction des différents appareils hydrauliques, circuit par circuit (fig. 19).

De stuurpost heeft de vorm van een lessenaar waar de meetapparaten en de stuurknoppen, -schuiven en -hefbomen ingebouwd zijn. De veiligheids- en terugslagkleppen, met de akkumulator, zijn op één rek samengebouwd, juist vóór de lessenaar. De stand is met hoofdpomp, machine en tank door een stel Ermeto-buizen verbonden (gewone moerkoppelingen) die ordelijk langs de wand bevestigd zijn. Rond de stuurpost zijn de conditioneringsapparaten, de elektrische voeding en de signalisatieinrichtingen geschikt, terwijl de machinist rechtstreeks de kooien op de bovenste laadplaats ziet, in dezelfde blikrichting als de diepteaanwijzer en de tachymeter.

Het best kunnen wij de functie van de verschillende hydraulische apparaten kring per kring ontleden (fig. 19).

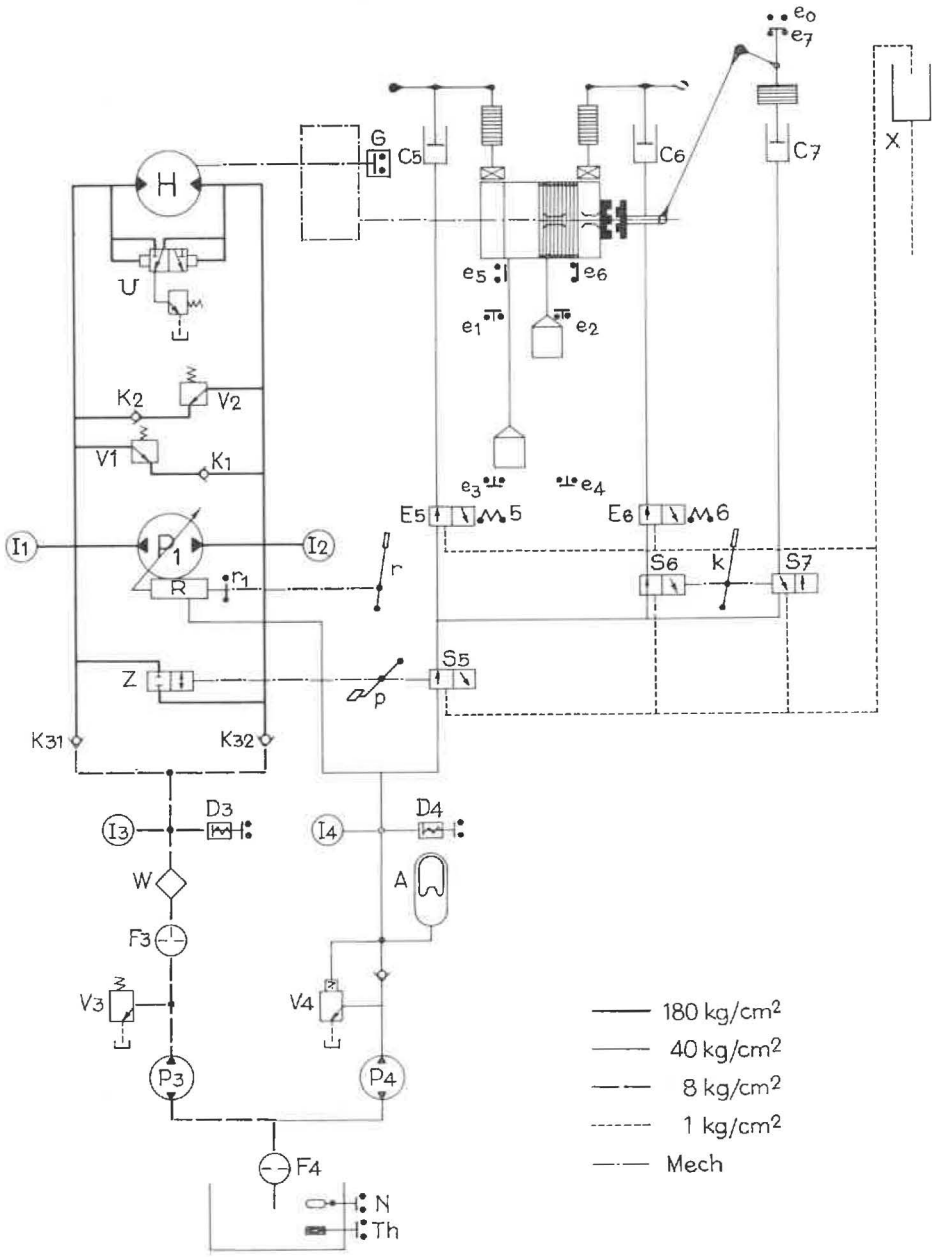


Fig. 19.
Schéma hydraulique — Hydraulisch schema.
Explication des repères — Symbolenverklaring.

A : Accumulateur - Akkumulator — B : Réservoir - Tank — C : Cylindre de commande - Bedieningscylinders — D : Manocontact - Drukkontakten — E : Electro-vanne - Elektroventielen — F : Filtre - Filters — G : Interrupteur centrifuge - Centrifugale schakelaar — H : Moteur hydraulique - Hydromotor — I : Manomètre - Manometer — K : Clapet anti-retour - Terugslagkleppen — N : Interrupteur à flotteur : Niveauschakelaar — P : Pompe - Pomp — R : Servo-régulateur - Servoregelaar — S : Tiroir de commande - Bedieningsschuiven — Th : Thermostat - Thermostaat — U : Soupape de rinçage - Spoelklep — V : Soupape de surpression - Overdrukklep — W : Echangeur de chaleur - Warmtewisselaar — X : Vase d'équilibre - Evenwichtsvat — Z : Soupape de court-circuit - Kortsluitklep — 1-2 :Circuit principal - Hoofdkring — 3 : Circuit de gavage - Voedingskring — 4 : Circuit de commande - Stuurkring — 5 : Frein du tambour fixe - Rem vaste trommel — 6 : Frein du tambour fou - Rem losse trommel — 7 : Commande de l'accouplement - Bediening koppeling — e : fin de course - eindekoersschakelaars — k : levier de débrayage - ontkoppelingshefboom — p : pédale de frein - rempedaal — r : levier de vitesse - snelheidshefboom — r1 : micro switch - microswitch

35. Circuit principal (index 1 et 2).

Le circuit principal comporte, pour chaque direction du couple de la charge, une soupape de sécurité V_1 ou V_2 (celles-ci sont, ici, dédoublées à cause du débit). Chaque soupape est protégée par

35. Hoofdkring (index 1 en 2).

De hoofdkring omvat, voor iedere koppelrichting van de belasting, een overdrukventiel V_1 of V_2. (Deze zijn hier, omwille van het te verwerken debiet, ontdubbeld). Ieder ventiel is door een

un clapet anti-retour K_1, K_2 contre la pression inverse. Ces soupapes limitent la pression à 180 kg/cm², et par conséquent, le couple de la machine à 3800 mkg. Elles fonctionnent en circuit fermé et renvoient le liquide, non pas vers le réservoir, mais vers le côté basse pression de la pompe principale.

En outre, celle-ci est court-circuitée par un distributeur Z au moment où les freins sont appliqués : ceci, de façon à écouler le débit résiduel qui subsiste à cause de l'inexactitude du rappel à 0 de la pompe et à éviter que la pression ne monte exagérément.

Enfin, deux manomètres I_1 et I_2 sont raccordés sur le circuit principal de sorte que le machiniste a toujours une idée de la charge qu'il y a sur la machine.

36. Circuit de gavage (index 3).

Le débit de gavage (80 litres/min) est fourni par la pompe P_3 à travers un filtre F_3 et un échangeur de chaleur eau-huile W, de sorte que c'est un fluide purifié et refroidi qui pénètre dans le circuit principal à travers les clapets anti-retours K_{31} et K_{32}.

Ce liquide revient au réservoir, partiellement par les fuites qui sont rassemblées dans les carters de la pompe principale et du moteur, et partiellement par la soupape de rinçage U qui crée, sous l'action d'un distributeur hydraulique, une fuite intentionnelle du côté basse pression du moteur hydraulique, de façon à réaliser, en toutes circonstances, un certain renouvellement du liquide qui s'échauffe dans le circuit principal. Logiquement, cette soupape de rinçage a été placée le plus loin possible des clapets d'alimentation.

Une soupape de sécurité V_3 limite la pression dans le circuit de gavage. En effet, la pompe P_3 est une pompe à ailettes, donc une pompe volumétrique. La différence entre le débit constant de cette pompe et la somme des débits de fuite et de rinçage doit pouvoir s'échapper vers le réservoir. Dans la soupape de surpression V_3, le liquide est laminé, mais comme la pression n'est pas très élevée, ce laminage ne provoque pas un échauffement exagéré.

Cette soupape de sécurité est placée en amont du filtre F_3, de façon à protéger la pompe dans le cas d'une obstruction de ce filtre. Par contre, les appareils de contrôle, manomètre I_3 et manostat D_3, ont été placés en aval.

L'échangeur de température W est raccordé également au réseau d'eau à 20 kg/cm², et de telle façon que le machiniste puisse voir l'eau s'écouler. Cet appareil peut écouler 14.000 kcal/heure, mais il n'est utilisé que d'une façon intermittente de façon à maintenir la température du liquide aux environs de 45° (le maximum permis est de 70°C).

terugslagklep K_1 — K_2 tegen de omgekeerde druk beschermd. Die ventielen beperken de druk op 180 kg/cm², en dus het koppel van de machine op 3800 mkg.

Zij werken in gesloten omloop, en sturen de vloeistof niet naar de tank, doch naar de lagedrukzijde van de pomp terug.

Verder wordt de hoofdpomp door een kortsluitventiel Z kortgesloten wanneer de remmen opgelegd worden; dit om het zeer klein debiet, dat door een onnauwkeurigheid van de nulstandregeling zou overblijven, af te leiden, en het oplopen van de druk te vermijden.

Op de hoofdkring zijn eindelijk twee manometers I_1 en I_2 aangesloten, zodat de machinist steeds een gedacht zou hebben van de machine belasting.

36. Voedingskring (index 3).

Het voedingsdebiet (80 liter/min) wordt door de pomp P_3 doorheen een filter F_3 en een water-oliewarmtewisselaar W gejaagd, zodat over de terugslagkleppen K_{31} en K_{32} een zuivere en afgekoelde vloeistof in de lagedrukzijde van de hoofdkring toegevoerd wordt. Die vloeistof komt naar de tank terug : gedeeltelijk langs de lekken die in de carters van hoofdpomp en motor vergaard worden, en gedeeltelijk langs de spoelklep U die aan de lage drukzijde van de hydromotor langs een hydraulisch gestuurde verdeler een kunstmatig lek schept, om steeds een bepaalde verversing van de in de hoofdkring verwarmde vloeistof tot stand te brengen. Logischerwijze werd de spoelklep zo ver mogelijk van het voedingspunt geplaatst.

Een overdrukklep V_3 beperkt de druk in de voedingskring.

Daar de vleugelpomp P_3 een volumetrische pomp is, moet inderdaad het verschil tussen het (vast) debiet van de pomp, en de som van de (veranderlijke) lekken en spoelingsdebieten, naar de tank afgevoerd kunnen worden. In de overdrukklep V_3 wordt de vloeistof wel gesmoord, doch aangezien de druk niet zeer hoog is veroorzaakt dit geen overmatige opwarming van de vloeistof.

De klep is stroomopwaarts van filter F_3 opgesteld, om de pomp ook tegen een verstopping van deze filter te beschermen. De controleapparaten (Manometer I_3 en drukschakelaar D_3) integendeel, werden stroomafwaarts geplaatst.

De warmtewisselaar W is anderzijds op het waternet op 20 kg/cm² aangesloten, en wel zodanig dat de machinist het water kan zien stromen. Het apparaat kan 14000 kcal/uur afvoeren, maar wordt slechts intermitterend in dienst gesteld, om de vloeistoftemperatuur rond 45° C te houden (toegelaten maximum 70° C).

Enfin on a encore raccordé sur le circuit de gavage, un petit tuyau qui n'est pas indiqué sur le schéma et qui apporte une petite quantité de liquide au palier extérieur du moteur hydraulique de façon à le lubrifier et à le refroidir (voir paragraphe 03).

37. Circuits de commande (index 4 à 7).

Les circuits de commande (servo-régulateur de la pompe, freins, accouplement) travaillent à une pression de 40 kg/cm² qui est fournie par la pompe P_4. Les appareils qui sont raccordés sur ce circuit ne consomment normalement aucun débit. Cependant, au moment où une manœuvre doit être effectuée (changement de l'angle d'inclinaison de la pompe, levée des freins), il faut disposer rapidement d'une quantité de liquide suffisante pour remplir les cylindres de manœuvre : entretemps, il n'y a pas d'autre consommation que les fuites.

Pour pouvoir fournir avec une petite pompe, sans variation de pression exagérée, des débits variant rapidement, on a installé dans ce circuit un accumulateur A : celui-ci est une bouteille d'acier dans laquelle se trouve une vessie remplie d'azote sous une pression de 35 kg/cm². Aussi longtemps que les appareils ne consomment pas d'huile, l'accumulateur se remplit avec le liquide débité par la pompe, tandis que la vessie est comprimée. Lorsque la pression de 40 kg/cm² est atteinte, la pression du liquide fait ouvrir la soupape de décharge V_4 : le refoulement de la pompe est alors court-circuité vers le réservoir, sans laminage, et la pompe ne consomme théoriquement plus de puissance, tandis qu'elle est séparée du réseau par un clapet anti-retour. Lorsqu'un des cylindres doit être rempli, le gaz se détend, et l'accumulateur fournit la quantité d'huile nécessaire. La soupape V_4 se ferme automatiquement dès que la pression dans la tuyauterie tombe en dessous de 35 kg/cm². De cette façon, la pression se trouve stabilisée, sans devoir laminer un liquide à 40 kg/cm² de pression.

Comme le circuit de gavage, le circuit de commande est pourvu de manomètre I_4 et manostat D_4; l'installation est arrêtée automatiquement en cas d'absence de pression de gavage ou de commande.

La pression de commande alimente :

1. L'espace annulaire du servo-régulateur R de la pompe principale (fig. 20). Un petit piston pilote, actionné mécaniquement, se déplace dans l'alésage central du piston principal. Aussitôt que la tête de ce petit piston pilote ne se trouve pas en face d'une ouverture latérale dans le piston principal, la plus grande face de celui-ci se trouve, ou bien alimentée en liquide sous pression, ou

Op de voedingskring is eindelijk nog een kleine leiding aangesloten (op het schema niet aangeduid) om aan het buitenleger van de hydromotor een kleine hoeveelheid vloeistof voor smering en afkoeling aan te voeren (zie 03).

37. Stuurkringen (index 4 tot 7).

De stuurkringen (pompregelaar, remmen, koppeling) werken op een druk van 40 kg/cm², die door de pomp P_4 geleverd wordt. De toestellen die hierop aangesloten staan verbruiken normaal niets. Doch op het ogenblik van een maneuver (verandering van de zwenkhoek van de pomp, lichten van de remmen) moet heel snel vloeistof genoeg toestromen om de bedieningscylinders te vullen; tussenin is er echter geen ander verbruik dan de lekken.

Om zonder overdreven drukschommelingen plots veranderende debieten met een kleine pomp te kunnen leveren, heeft men in deze kring een accumulator A ingebouwd : dit is een stalen fles waarin zich een blaas bevindt met stikstof onder een druk van 35 kg/cm² gevuld. Zolang de toestellen geen olie verbruiken vult zich de fles met de vloeistof die door de pomp wordt afgegeven, terwijl de blaas samengedrukt wordt. Wanneer de druk 40 kg/cm² bereikt dan drukt de vloeistof het ontlastingsventiel V_4 open : de pompuitlaat wordt zonder smoring naar de tank kortgesloten en de pomp verbruikt dus geen vermogen meer, terwijl zij door een ingebouwde terugslagklep van het net gescheiden wordt. Wanneer een cylinder gevuld moet worden, dan ontspant zich het gas, en levert de accumulator de nodige hoeveelheid vloeistof. Ventiel V_4 sluit zich automatisch zodra de druk in het net onder 35 kg/cm² terug valt. Op die wijze wordt de druk gestabiliseerd, zonder vloeistof onder 40 kg/cm² bestendig te moeten smoren.

Zoals de voedingskring is de stuurkring voorzien van manometer I_4 en drukschakelaar D_4; de installatie wordt stilgezet bij afwezigheid van voedings- of stuurdruk.

De stuurdruk voedt :

1. De ringvormige ruimte van de servo-regelaar R van de hoofdpomp (fig. 20); een mechanisch bediend pilootzuigertje beweegt zich in een boring van de hoofdzuiger. Zodra de kop van de pilootzuiger zich niet tegenover een zijdelingse boring in de hoofdzuiger bevindt wordt het hoofdvlak van deze laatste met olie onder druk gevoed ofwel

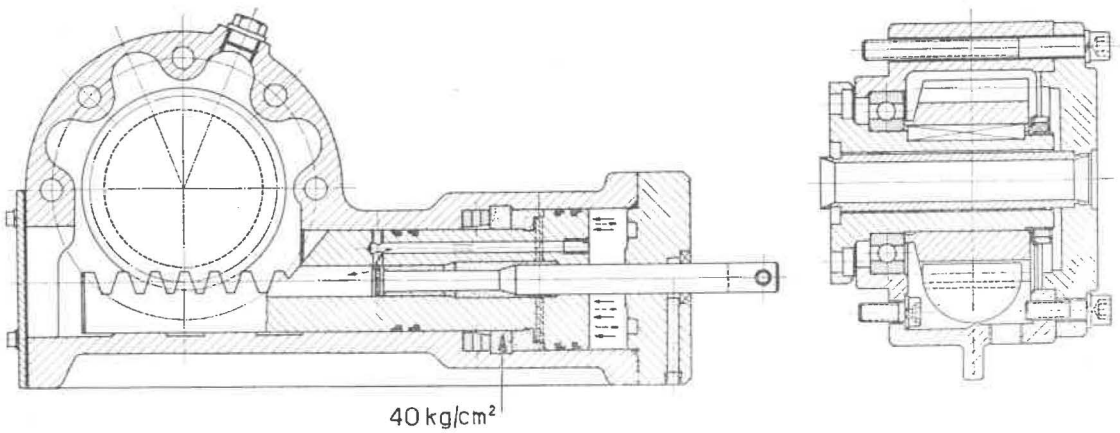


Fig. 20.

Servo-régulateur pour le balancement de la pompe. Lors d'un déplacement vers la gauche du piston pilote, l'huile suit les flèches en plein. La grande surface du piston est mise sous pression et le piston se déplace vers la gauche. Lors d'un déplacement vers la droite, l'huile suit les flèches interrompues. La surface du piston est déchargée et le piston différentiel se déplace vers la droite.

Servoregelaar voor de uitzwenking van de pomp. Bij een verplaatsing naar links van de pilootzuiger volgt de olie de volle pijlen : de grote zuigeroppervlakte wordt onder druk gezet en de zuiger verplaatst zich naar links. Bij een verplaatsing naar rechts volgt de olie de onderbroken pijlen. De zuigeroppervlakte wordt ontlast en de differentiale zuiger verplaatst zich naar rechts.

bien réunie au réservoir, et le piston différentiel se déplace jusqu'à ce que sa position corresponde de nouveau avec celle du piston pilote. Le piston principal forme une seule pièce avec une crémaillère qui provoque le pivotement de la poire de la pompe par l'intermédiaire d'un engrenage.

2. Les cylindres de freins C_5 et C_6 sont généralement alimentés simultanément par l'action de la pédale de frein p sur le distributeur à trois voies S_5 (la pédale p agit simultanément sur la soupape de court-circuit Z). Cependant, les freins ne peuvent pas être levés si les électro-vannes E_5 et E_6 ne sont pas excitées (circuits de sécurité). De plus le frein C_6 du tambour fou est séparé par le distributeur S_6 de la source de pression et mis au réservoir au moment où on actionne le levier k qui commande le débrayage du tambour.

3. Le cylindre qui commande l'accouplement C_7 est manœuvré par le distributeur S_7; la liaison mécanique entre le levier k et le distributeur S_6 et S_7 est telle qu'il faut nécessairement appliquer le frein avant de pouvoir ouvrir l'embrayage. Ce verrouillage hydraulique est complété par des contacts « fin de course » e_0-e_7 qui verrouillent supplémentairement l'électro-vanne E_6. Pour permettre aux trois cylindres C_5, C_6 et C_7 de pivoter légèrement, ils sont reliés aux tuyauteries par des flexibles en téflon avec tresses de protection extérieures en fil d'acier, de 1 m de longueur, visibles sur les figures 9, 12 et 13.

38. Circuit de retour.

En principe, toutes les fuites pourraient être rassemblées avec les échappements des distributeurs de manœuvre et être ramenées directement au réservoir. Cependant, les cylindres de manœuvre

met de tank verbonden, en verplaatst de zuiger zich totdat zijn stand weer met die van de piloot overeenkomt. De hoofdzuiger is uit een stuk met een heugel die langs een tandwiel het zwenken van de « peer » bepaalt.

2. De remcylinders C_5 et C_6 worden normaal langs het rempedaal p over de driewegenschuif S_5 gelijktijdig gelicht (pedaal p bedient tevens het kortsluitventiel Z). De remmen kunnen echter niet gelicht worden wanneer de elektroventielen E_5 en E_6 niet bekrachtigd worden (veiligheidsketen). Verder wordt de rem C_6 van de losse trommel door S_6 van de drukbron afgesneden en met de tank verbonden wanneer hefboom k voor de ontkoppeling van de losse trommel bediend wordt.

3. De koppelingcylinder C_7 wordt langs schuif S_7 bediend : de mechanische verbinding van hefboom k met S_6 en S_7 is zo dat steeds eerst de rem opgelegd moet worden voordat de koppeling kan opengaan. Die hydraulische vergrendeling wordt aangevuld met eindekoerskontakten e_0 — e_7 die elektroventiel E_6 andermaal elektrisch vergrendelen.

Om de drie cylinders C_5, C_6, C_7 toe te laten lichtjes te zwenken, zijn zij met de buizen over teflon darmen (met stalendraad vlechtwerk beschermd) van 1 m lengte verbonden (op fig. 9, 12, 13 zichtbaar).

38. Retourkring.

Principieel zouden al de lekken samen met de uitlaten van de bedieningsschuiven rechtstreeks naar de tank afgevoerd mogen worden. Aangezien echter de bedieningscylinders zich hier circa 12 m

se trouvent ici à peu près 12 m plus haut que le réservoir, et l'on pourrait craindre qu'après un arrêt de fonctionnement de quelque durée, le liquide descende par gravité vers le réservoir, tandis que l'air serait aspiré par les joints de cylindre dans la partie supérieure du système. La présence d'air dans les cylindres de manœuvre rendrait leur fonctionnement trop lent ou incertain. Pour éviter cet inconvénient, les échappements de tous les distributeurs et soupapes ont été réunis par une tuyauterie montante à un vase d'équilibre X placé un peu plus haut que les cylindres. Ceux-ci se trouvent donc toujours soumis à une pression statique positive de sorte que toute aspiration d'air peut être évitée avec certitude, tandis que l'on a, à l'échappement des distributeurs au poste de commande, une contre-pression de l'ordre de 1,4 kg/cm²; ces appareils doivent pouvoir supporter cette contre-pression. Un autre inconvénient, c'est que dans la conduite de retour de X vers le réservoir, de l'air peut être aspiré avec le liquide. Celui-ci ne doit donc présenter aucune tendance à la formation d'écume.

Cette tuyauterie descendante rassemble également les fuites et aboutit dans le réservoir, sous le niveau de liquide, derrière un écran perforé qui empêche le liquide de tourbillonner.

hoger bevinden dan de tank kon men vrezen dat, bij een bedrijfsoponthoud van enige duur, de vloeistof door de zwaartekracht uit de leidingen naar de tank zou zakken, terwijl lucht langs de cylinderdichtingen e.d. in het bovenste deel van het systeem ingezogen zou worden. De aanwezigheid van lucht in de bedieningscylinders zou hun werking traag of onzeker maken. Om dit te vermijden werden de uitlaten van alle schuiven en ventielen over een stijgende leiding met een evenwichtsvat X verbonden, dat iets hoger staat als de cylinders. Deze worden dus steeds aan een positieve statische druk onderworpen, zodat iedere luchtaanzuiging met zekerheid vermeden wordt, terwijl men aan de uitlaten van de schuiven, in de stuurstand, een tegendruk heeft van 1,4 kg/cm² : die apparaten moeten erop voorzien zijn. Nadelig is ook dat in de valleiding, van X naar de tank, lucht met de vloeistof meegesleept wordt; de vloeistof mag dus geenszins neiging vertonen tot schuimvorming.

Die valleiding verzamelt ook de lekken en mondt in de tank, onder het vloeistofniveau, uit, achter een geperforeerde tussenwand die opwerveling van de vloeistof belet.

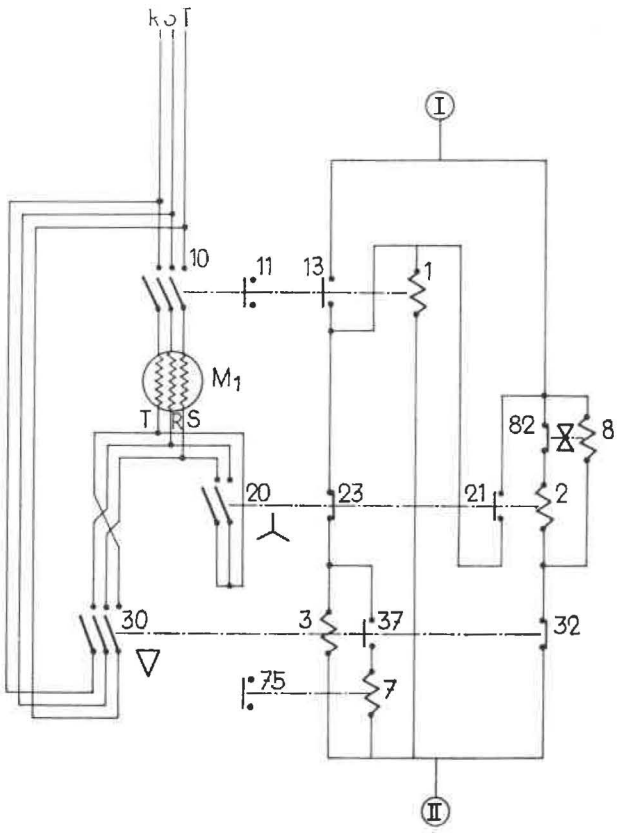


Fig. 21.

Démarrage en étoile-triangle. Les points I et II se rapportent à la fig. 22.
Ster-driehoekaanloopschakeling. Punten I en II verwijzen naar fig. 22.

Bobines de contacteurs - Contactspoelen
1 : contacteur ligne - lijncontactor — 2 : contacteur étoile - « ster » contactor — 3 : contacteur triangle - « driehoek » contactor — 7 : relais pour électro-vannes - relais voor elektroventielen — 8 : relais à temps (12 s) - tijdsrelais (12 s) — M1 : moteur principal - hoofdmotor

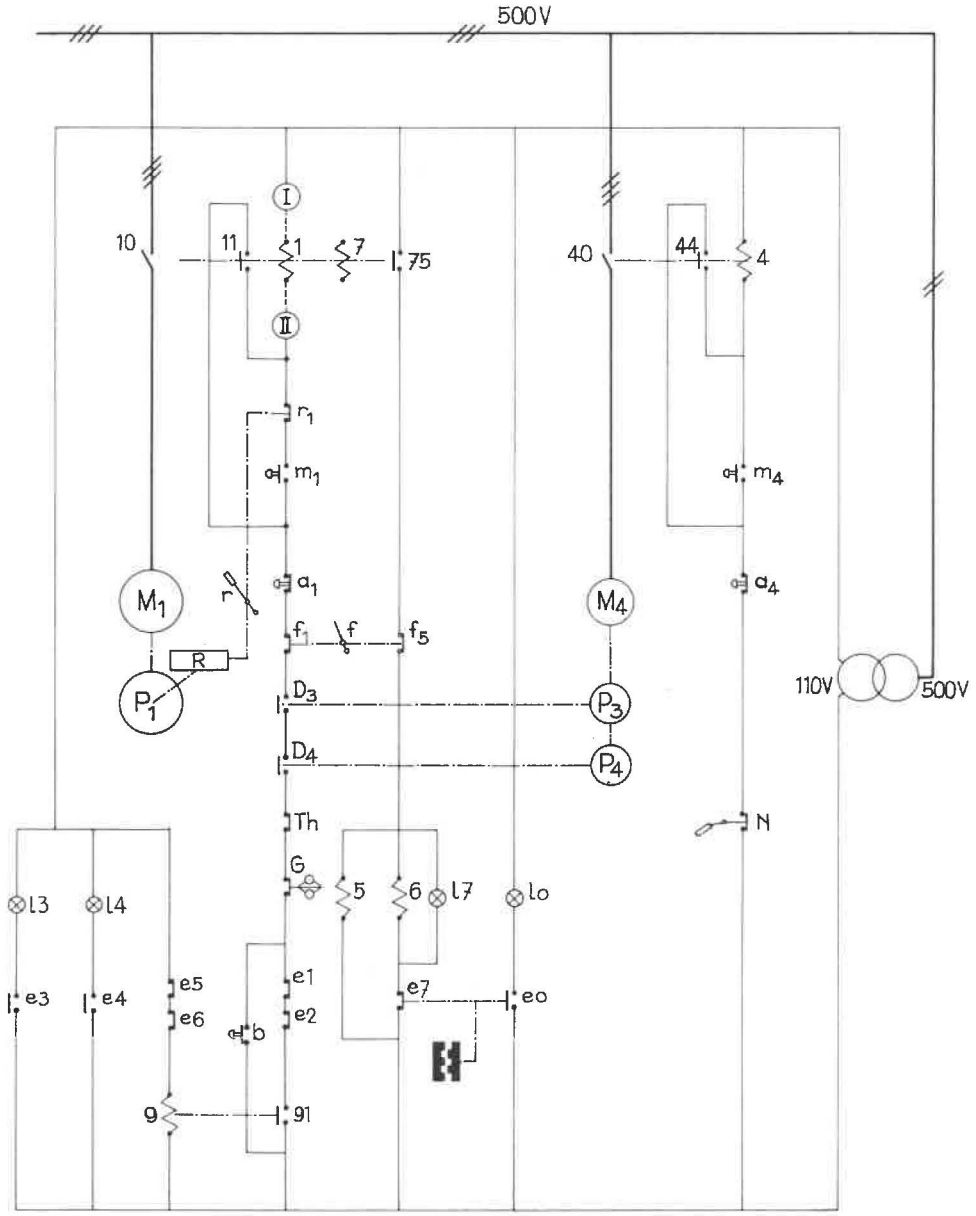


Fig. 22.

Schéma de verrouillage (le schéma de la fig. 21 vient s'insérer entre les points I et II).
Schema van de vergrendelingen (het schema fig. 21 wordt tussen punten I en II ingeschakeld).

M1 : moteur principal - hoofdmotor — M4 : moteur auxiliaire - hulpmotor — a : bouton d'arrêt - haltknoppen — b : bouton de pontage — overbruggingsknop — l : lampes - lampen — m : boutons de démarrage - startknoppen — f : manette du frein de sécurité : noodremhandle — rl : micro-switch - microswitch — e1-e2 : fin de course à 585 - eindekoersschakelaars op 585 — e3-e4 : fin de course à 660 - eindekoersschakelaars op 660 — e5-e6 : fin de course à 575 (le long du câble) - eindekoersschakelaars op 575 (langs de kabel) — e7-e0 : fin de course sur l'embrayage - eindekoersschakelaars op de koppeling — 4 : contacteur du moteur auxiliaire - hulpmotorcontactor — 5-6 : bobines des électrovannes - elektroventielspoelen — 9 : bobine de relais - relaisspoel — Autres symboles, voir fig. 19 - Andere symbolen, zie fig. 19.

4. EQUIPEMENT ELECTRIQUE

41. Moteur principal - démarrage.

Le moteur principal (130 ch, 1500 tr/min, 500 V, moteur à cage) démarre à vide (Cd/Cn = 0,33 — η = 93 %). Pour limiter l'à-coup de courant dans le réseau, le moteur est démarré en étoile-triangle au moyen de trois contacteurs

4. ELEKTRISCHE UITRUSTING

41. Hoofdmotor — Aanloopprocedure.

De hoofdmotor — 130 pk, 1500 tr/min, 500 V kooiankermotor — loopt onbelast aan (Cd/Cn = 0,33 — η = 93 %). Om de stroompiek in het net te beperken wordt hij in ster-driehoekschakeling over drie contactoren aangesloten (fig. 21);

(fig. 21) : un contacteur de ligne 10, un contacteur « étoile » 20 et un contacteur « triangle » 30, avec leurs bobines respectives 1, 2 et 3. Les deux dernières se verrouillent l'une l'autre au moyen des contacts 23 et 32.

Lorsqu'on pousse sur le bouton de marche m_1, on applique une tension de 110 V entre les points I-II de l'appareillage. La bobine 2 est excitée et la bobine 1 est alimentée, d'abord par le contact 21, ensuite par 13 (contact de maintien), tandis que la bobine 3 reste verrouillée par le contact 23 (démarrage étoile). Mais, simultanément, le relais temporisé 8 est excité : après 12 secondes, le contact 82 s'ouvre, ce qui déclenche la bobine 2 : la bobine 3 est alors alimentée par le contact 23 (connexion triangle), et la bobine 7 par le contact 37 (alimentation des électro-vannes).

42. Asservissements et freins.

Le fonctionnement du groupe principal (moteur-pompe) est empêché par un certain nombre de conditions auxquelles correspondent des contacts d'interrupteurs dans le circuit de sécurité (fig. 22) :

— lors du démarrage au moyen du bouton-poussoir m_1, la pompe principale doit être en position 0 (débit nul) : à cet effet, un microswitch r_1 a été monté sur le servo; ces deux contacts sont court-circuités après le démarrage par le contact de maintien 11
— la manœuvre du bouton d'arrêt a_1
— la manœuvre du frein de sécurité f
— un manque de pression dans le circuit de gavage D_3 ou de commande D_4
— une température trop élevée du liquide (thermostat Th)
— une vitesse exagérée : interrupteur centrifuge G sur le treuil
— atteinte des contacts fin de course e_1, e_2 ou e_5, e_6. Pour pouvoir remettre la machine en marche, ceux-ci peuvent être temporairement court-circuités par un bouton-poussoir b sur le poste de commande.

Lorsque le courant, pour une raison quelconque (déclenchement d'un des organes de sécurité ou manque de tension) est coupé sur le groupe principal, ou si la manette du frein de sécurité est déplacée, les deux freins s'appliquent puisque l'alimentation des électro-vannes 5, 6 par le contact 75 ou f_5 est interrompue. En outre, le frein du tambour fou est verrouillé avec l'ouverture du mécanisme de débrayage par l'interrupteur fin de course. Ceci est indiqué par l'allumage de lampe l_7, tandis que la lampe l_0 confirme l'achèvement de la manœuvre de débrayage (accouplement complètement ouvert).

een lijncontactor 10, een « ster » contactor 20 en een « driehoek » contactor 30, met hun respectievelijke spoelen 1, 2 en 3. De laatste beide vergrendelen elkaar over de kontakten 23 en 32.

Bij het indrukken van de startknop m_1 wordt over de punten I - II van de startapparatuur de hulpspanning van 110 V aangelegd. Spoel 2 wordt bekrachtigd en 1 wordt eerst over 21, vervolgens over 13 gevoed (onderhoudskontakt), terwijl 3 door 23 gesperd blijft (sterschakeling). Maar tevens wordt tijdsrelais 8 bekrachtigd : na 12 seconden gaat kontakt 82 open, waardoor 2 uitvalt : 3 wordt dan over 23 gevoed (driehoeksschakeling), en 7 over 37 (voeding van elektroventielen).

42. Beveiliging en remmen.

De werking van de hoofdgroep (motor-pomp) is afhankelijk gesteld van een aantal voorwaarden, waarmee onderbrekingskontakten in de veiligheidsketen overeenkomen (fig. 22) :

— bij het starten met drukknop m_1 moet de hoofdpomp op nulstand (geen debiet) staan : hiertoe dient microswitch r_1 op de servoregelaar; die beide kontakten worden na de aanloop door het onderhoudskontakt 11 overbrugd
— bediening van « halt »-knop a_1
— bediening van noodrem f
— te weinig druk in voedings- (D_3) of stuurkring (D_4)
— te hoge vloeistoftemperatuur (thermostaat Th)
— te hoge snelheid : centrifugale schakelaar G op lier
— bereiken van de einde-koerskontakten e_1, e_2 of e_5, e_6. Deze kunnen, om de machine terug in gang te zetten, bij middel van een drukknop b op de stuurstand tijdelijk kortgesloten worden.

Wanneer de stroom, om welke reden ook (aanspreken van een der veiligheidsorganen of onderbreking van de spanning) op de hoofdgroep uitvalt, of wanneer de noodremhandle f bediend wordt, vallen beide remmen af, vermits de voeding van de elektroventielen 5 - 6 over kontakt 75, resp. f_5, uitvalt. Bovendien is de rem van de losse trommel over het einde-koerskontakt e_7 met de opening van het koppelingsmechanisme vergrendeld. Dit wordt eveneens door lamp l_7 gemeld, terwijl lamp l_0 het voleindigen van het ontkoppelingsproces (koppeling gans open) bevestigt.

43. Moteur de la pompe auxiliaire et protection.

Le moteur auxiliaire M_4 (5 ch, 1500 tr/min, 500 V) s'enclenche directement au moyen du contacteur 40 par la combinaison habituelle, bouton de démarrage m_4, bouton d'arrêt a_4, et circuit de maintien 44. La pompe auxiliaire est protégée par un contact à flotteur N, dans le réservoir, contre un manque de liquide. Dans ce cas, le groupe principal est arrêté également par l'intermédiaire des manostats D_3 et D_4.

44. Contacts dans le puits.

Comme les positions des cages se prêtent à de nombreuses combinaisons, des contacts dans le puits sont indispensables. Ils fonctionnent tous magnétiquement.

Les interrupteurs magnétiques e_1-e_2 sont installés 40 cm au-dessus de l'envoyage supérieur à 585. Ils sont actionnés par des aimants permanents montés sur les deux cages (distance d'influence 2 à 4 cm) et ils agissent directement sur le circuit de sécurité.

A l'envoyage inférieur (660), on a également installé des interrupteurs magnétiques. Cependant, comme les cages viennent buter là contre des blocs de bois fixes, ces « fins de course », selon leur position, ou bien ne seraient jamais atteints, ou bien provoqueraient l'arrêt du groupe principal à chaque translation. C'est pourquoi ils servent uniquement à commander des lampes de signalisation l_3, l_4 qui sont placées sur l'indicateur de profondeur et qui avertissent le machiniste que les cages ont atteint la position inférieure et qu'il ne peut pas continuer à dérouler le câble. A ce moment se trouvent encore sur les tambours les trois tours de sécurité réglementaires.

Cependant pour prévenir d'une façon automatique que le câble ne se déroule complètement (avec comme conséquences possibles, prise de mou, enroulement en sens inverse, et dégradation du câble), on a installé juste en dessous du treuil des interrupteurs de « proximité » qui, du fait du déplacement latéral du câble lors du déroulement, détectent sa présence dans les deux derniers tours de la rainure du tambour (fig. 23).

Ces interrupteurs contiennent un double circuit magnétique, qui se trouve déséquilibré par la proximité d'un objet en fer et qui inverse un microcontact. Cet appareil peut détecter la présence du câble à 2 cm de distance. Comme le pouvoir de coupure de ces appareils est nécessairement limité, ils agissent sur le circuit de sécurité par l'intermédiaire d'un relais 9.

Lorsque le groupe a été arrêté sous l'action d'un des relais « fin de course », le machiniste peut

43. Hulppompmotor en beveiliging.

De hulpmotor M_4 (5 pk, 1500 tr/min, 500 V) wordt rechtstreeks ingeschakeld over kontaktor 40 met de gewone combinatie startknop m_4, haltknop a_4, en onderhoudskring 44. De hulppomp is door het kontakt van een vlotter schakelaar N, in de tank, tegen een tekort aan vloeistof beveiligd. In dat geval wordt ook de hoofdgroep over de drukschakelaars D_3 - D_4 stopgezet.

44. Schachtkontakten.

Daar de kooistanden zich tot veel kombinaties lenen zijn eindstandkontakten in de schacht onontbeerlijk. Zij werken allen magnetisch.

De magnetische schakelaars e_1 - e_2 zijn 0,40 m boven de bovenste laadplaats (585) gemonteerd. Zij worden bediend door permanente magneten die op beide kooien bevestigd zijn (bedieningsafstand : 2 tot 4 cm) en werken rechtstreeks op de veiligheidsketen in.

In de onderste laadplaats (660) zijn eveneens magneetschakelaars e_3 - e_4 aangebracht. Aangezien echter de kooien daar op vaste aanslagen komen te rusten zouden de eindkontakten, naargelang hun stand, ofwel nooit bereikt worden, ofwel bij iedere translatie de hoofdgroep doen stilvallen. Zij worden daarom slechts gebruikt om de signalisatielampen l_3 - l_4 te bedienen, die op de diepteaanwijzer aangebracht zijn, en de machinist verwittigen dat de kooien de onderste stand bereikt hebben, en dat hij de kabels niet verder mag afrollen (er blijven op dat ogenblik juist de 3 voorgeschreven veiligheidswindingen op de machinetrommel).

Om echter automatisch te verhinderen dat de kabel te ver afgewikkeld zou worden (met, als mogelijk gevolg, slap worden, omgekeerd oprollen en beschadigen van de kabel) werden juist onder de lier « aanwezigheids »-schakelaars geplaatst, die, dank zij de zijdelingse verplaatsing van de kabel bij het afrollen, zijn aanwezigheid in de twee laatste windingen van de trommelgleuf vaststellen (fig. 23).

Die schakelaars bevatten een dubbele magnetische keten, die door de nabijheid van een ijzeren voorwerp uit balans gebracht wordt en een microkontakt omwerpt. De aanwezigheid van de kabel kan op 2 cm vastgesteld worden. Daar het schakelvermogen uiteraard beperkt is, werken deze schakelaars over een relais 9 op de veiligheidsketen in.

Nadat de groep door de werking van een der eindkontakten tot stilstand gebracht werd, kan de machinist de installatie terug doen starten door op een kortsluitknop b blijvend te drukken, totdat de kooien of de kabels terug buiten het bereik van de magneetschakelaars gekomen zijn.

remettre l'installation en marche en appuyant d'une façon permanente sur le bouton b, jusqu'à ce que les cages et les câbles se trouvent en dehors de la zone d'action des interrupteurs magnétiques.

45. Signalisation.

La signalisation doit pouvoir être réalisée entre deux envoyages choisis arbitrairement, tandis que l'émission de signaux des autres envoyages doit être rendue impossible.

En principe, lorsque deux envoyages sont en service, c'est le supérieur qui est « maître », c'est-à-dire qui transmet ses propres signaux et ceux de l'envoyage inférieur vers le machiniste, tandis que l'envoyage inférieur, ou « suiveur » n'est relié qu'avec le « maître ».

C'est pourquoi chaque envoyage est pourvu d'une sonnette B, pour envoyer les signaux vers le haut, et (sauf l'envoyage inférieur) d'une contre-sonnette TB pour répéter éventuellement les signaux vers le bas et pour recevoir des signaux qui viennent d'en bas (fig. 24).

C'est le machiniste qui, à la suite d'une demande téléphonique, choisit l'étage « maître » et l'étage

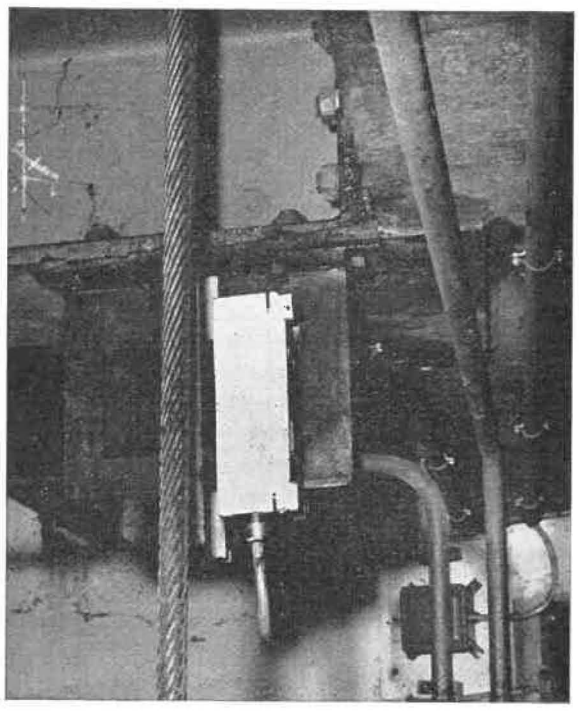


Fig. 23.

Montage des « fins de course » magnétiques e5 - e6 le long des câbles sous le treuil. Lors du déroulement, le câble se déplace de gauche à droite sur la photo. Un de ces interrupteurs est visible à la fig. 9.

Opstelling van de magneetschakelaars e5 - e6 langs de kabels onder de lier. Bij het afwikkelen verplaatst de kabel zich van links naar rechts op de foto. Een schakelaar is op fig. 9 zichtbaar.

45. Signalisatie.

De signalisatie moet tussen twee willekeurig gekozen laadplaatsen mogelijk zijn, terwijl het uitgeven van seinen uit de andere laadplaatsen verhinderd wordt.

Het beginsel is dat, van de twee in bedrijfzijnde laadplaatsen, de bovenste « meester » is, d.w.z. haar eigen seinen en die van de onderste naar de machinist doorstuurt, terwijl de onderste, of « slaaf » slechts met de « meester » verbonden is.

Daarom is ook iedere laadplaats met een bel B voorzien, om de seinen naar boven door te geven, en (behalve de onderste) met een tegenbel TB om de seinen gebeurlijk naar beneden te herhalen en seinen die van onder komen te ontvangen (fig. 24).

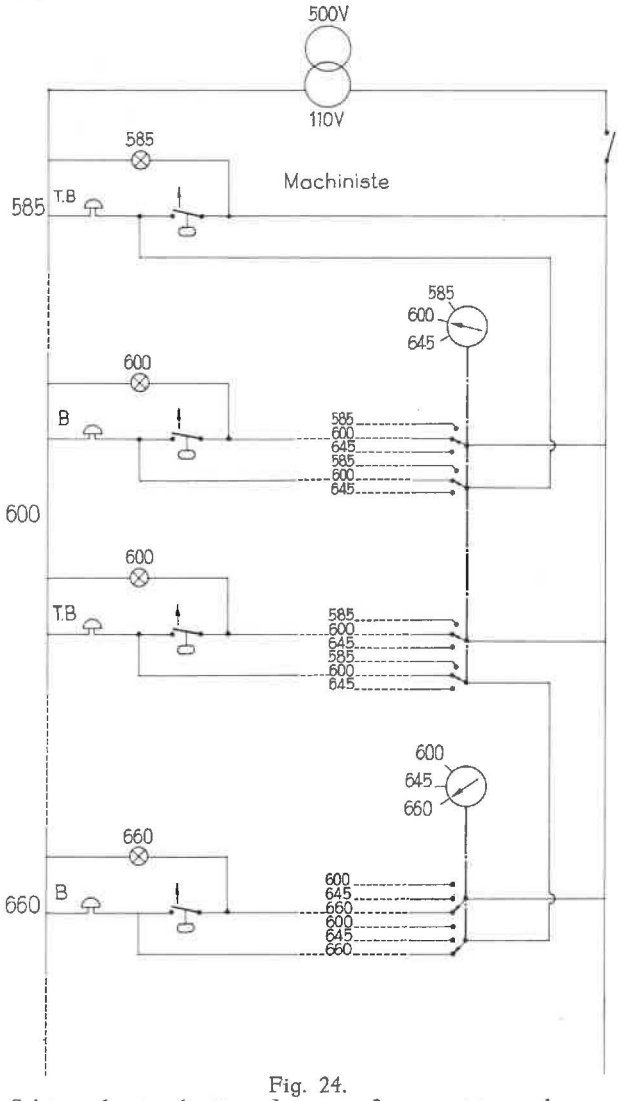


Fig. 24.

Schéma de signalisation. Avec ses 2 commutateurs, le machiniste peut choisir un des envoyages de 585, 600 et 645 comme « maître » et ceux de 600, 645 ou 660 comme « suiveurs ». Les traits interrompus sur le schéma indiquent les conducteurs qui sont placés dans le puits.

Signalisatieschema. Met zijn twee omschakelaars kan de machinist de laadplaatsen van 585, 600 en 645 als « meester » kiezen, en die van 600, 645 en 660 als « slaaf ». De stippellijnen op het schema duiden de draden aan die langs de schacht gevoerd worden.

« suiveur », au moyen de deux commutateurs qui sont installés au-dessus de son poste de commande. Il donne ainsi le courant d'alimentation à 110 V pour les sonnettes, réunit la sonnette de l'étage « maître » avec sa propre contre-sonnette, et celle de l'étage « suiveur » avec la contre-sonnette du « maître ». Des lampes de signalisation s'allument sur les sonnettes actives. Un autre système de lampes colorées (qui ne sont pas représentées sur le schéma) permet au machiniste et aux envoyages actifs d'indiquer que du personnel est présent dans la cage (rouge), que les cages sont découplées (bleu) ou que les cages ne peuvent pas bouger (vert).

Ce schéma permet de raccorder un nombre quelconque d'étages avec le machiniste. Les traits interrompus sur le schéma indiquent les conducteurs qui doivent être placés dans le puits : 4 par étage, mais 2 seulement pour l'étage inférieur qui n'est jamais maître, plus un fil commun de retour.

46. Réalisation matérielle.

En résumé, l'installation électrique du treuil comporte :

— un interrupteur général avec transformateur de courant et ampèremètre
— 4 contacteurs (1 à 4) avec leur protection magnéto-thermique
— un transformateur auxiliaire 500/110 V, 2,4 kVA
— 3 relais (7, 8, 9).

Pour la signalisation, il y a un transformateur, un coffret avec les deux commutateurs pour le choix de l'étage, et les lampes de signalisation.

Ces appareils sont contenus dans des coffrets blindés dans la niche du poste de commande (fig. 18). De même que les moteurs et les interrupteurs de puits, ils sont en exécution non antidéflagrante. Sont seuls en exécution antidéflagrante, l'interrupteur centrifuge sur le réducteur et l'interrupteur « fin de course » sur le dispositif d'accouplement du treuil.

L'installation électrique a été fournie par ACEC, les interrupteurs magnétiques par Tiefenbach, la signalisation par Amelco.

5. CONDUITE DU TREUIL

51. Pupitre de commande (fig. 25).

A la partie supérieure de son pupitre, le machiniste a devant lui un ampèremètre petit format, les deux manomètres haute pression (I_1 et I_2) qui lui donnent une idée de la charge de la cage, les manomètres I_3 et I_4 pour la pression de gavage et de commande, et un thermomètre à distance Tm qui indique la température dans le réservoir.

Het is de machinist die, op telefonische aanvraag, bij middel van twee omschakelaars die boven zijn stuurpost hangen, de « meester » en « slaaf » verdiepingen uitkiest, aan die beide verdiepingen de voedingsstroom (110 V) voor de bellen geeft, de bel van de meester met zijn eigen tegenbel verbindt en die van de slaaf met de tegenbel van de meester. Signalisatielampen melden welke bellen werkzaam zijn. Een ander stel gekleurde lampen (op het schema niet voorgesteld) laten aan de machinist en actieve laadplaatsen toe te melden dat personeel in de kooi aanwezig is (rood), dat de kooien ontkoppeld zijn (blauw) of dat de kooien niet mogen bewegen (groen).

Met dit schema zou een willekeurig aantal verdiepingen met de machinist verbonden kunnen worden. De stippellijnen op het schema duiden de geleiders aan die in de schacht gelegd moeten worden : vier per verdieping, doch slechts twee voor de onderste (die nooit meester is), plus een retourleiding.

46. Materiële uitvoering.

Samengevat bestaat de elektrische apparatuur voor de lier uit :

— een algemene schakelaar met stroomtransformator en ampèremeter
— 4 kontaktoren (1 tot 4) met magnetothermische beveiliging
— een hulptransformator 500/110 V 2,4 kVA
— 3 relais (7, 8, 9).

Voor de signalisatie hebben wij een transformator, het kastje met de twee omschakelaars voor de verdiepingskeuze, en de signalisatielampen.

Die apparaten zitten in gepantserde kasten, in de nis van de stuurpost (fig. 18). Zowel als de motoren en schachtschakelaars zijn zij in niet mijngasveilige uitvoering. Werden alleen mijngasveilig uitgevoerd de centrifugale schakelaar op de lier en de eindstandschakelaar op het koppelmechanisme.

De elektrische installatie werd door ACEC geleverd, de magneetschakelaars door Tiefenbach, de signalisatie door Amelco.

5. BEDIENING

51. Stuurbord (fig. 25).

Op de bovenkant van zijn lessenaar heeft de machinist naast elkaar : een ampèremeter (klein formaat), de twee hogedruk manometers (I_1 en I_2) die hem een gedacht geven van de kooibelasting, de manometers I_3 en I_4 voor voedings- en stuurdruk, en een afstandsthermometer Tm die de temperatuur in de tank aangeeft.

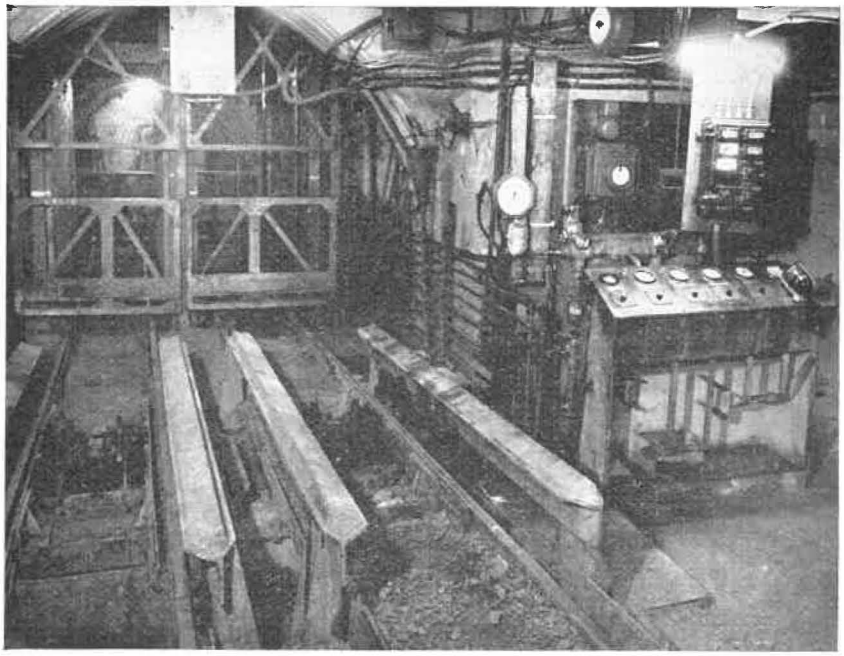


Fig. 25.
L'envoyage vu à partir du poste de commande. Au pupitre, on remarque à l'extérieur gauche, le levier de commande de vitesse r, En dessous, à gauche la pédale de frein p ; et à droite à l'intérieur le levier de débrayage k ; à l'extrême-droite à l'extérieur, la manette du frein de sécurité f. Au-dessus du pupitre, les commutateurs de signalisation.
De laadplaats vanuit de stuurstand gezien. Aan de lessenaar herkent men : aan de buitenkant links, de snelheidshefboom r ; vanonder links, het rempedaal p ; rechts binnen, de koppelingshefboom k ; uiterst rechts buiten. de noodremhandel f. Boven de lessenaar, de signalisatieomschakelaars.

Sur une deuxième rangée, sont disposés l'un à côté de l'autre, le bouton de pontage des interrupteurs de puits b, les boutons de démarrage et d'arrêt de la pompe principale et de la pompe auxiliaire (m_1-a_1-m_4-a_4) et les lampes vertes et rouges l_0 et l_7 indiquant la position de l'accouplement. A la même hauteur, à droite du pupitre se trouve la manette f pour le frein de sécurité, manette à deux positions fixes.

Op een tweede rij staan naast elkaar : de overbruggingsknop b van de schachteindkontakten, de start- en haltknoppen van de hoofd- en hulppompen (m_1-a_1-m_4-a_4) en de groene en rode lampen l_0 en l_7 voor de stand van de koppeling. Op dezelfde hoogte aan de rechterkant van de lessenaar zit de handel f voor de noodrem (twee vaste standen).

52. Translation normale.

Au côté gauche extérieur du pupitre, se trouve le levier de vitesse r qui commande le servo de la pompe.

Le piston différentiel du servo suit les mouvements d'un petit piston pilote qui est lui-même réuni, par un système de tringles, avec le levier de vitesses du machiniste, à plus ou moins 6 m de distance. La transmission souple Flexball, prévue à l'origine, s'est révélée trop déformable pour pouvoir transférer avec exactitude le mouvement.

Un ressort dans un cylindre rempli d'huile, ramène cette transmission automatique en position 0 quand on lâche le levier, et amortit, dans une certaine mesure, les mouvements du machiniste, pour éviter des accélérations trop élevées (fig. 26).

52. Normale translatie.

Aan de linker buitenkant bevindt zich de snelheidshefboom r, die de servoregelaar van de pomp stuurt. De differentiale zuiger van de servo volgt de bewegingen van een pilootverdeelzuiger, die zelf over een stangensysteem met de snelheidshefboom van de machinist, op ± 6 m afstand, verbonden is (de aanvankelijke soepele Flexballverbinding bleek de beweging niet nauwkeurig genoeg te kunnen overbrengen). Een veer, in een met olie gevulde cylinder, brengt die overbrenging automatisch in de nulstand terug wanneer de hefboom losgelaten wordt, en dempt enigszins de bewegingen van de machinist om overdreven versnellingen te voorkomen (fig. 26).

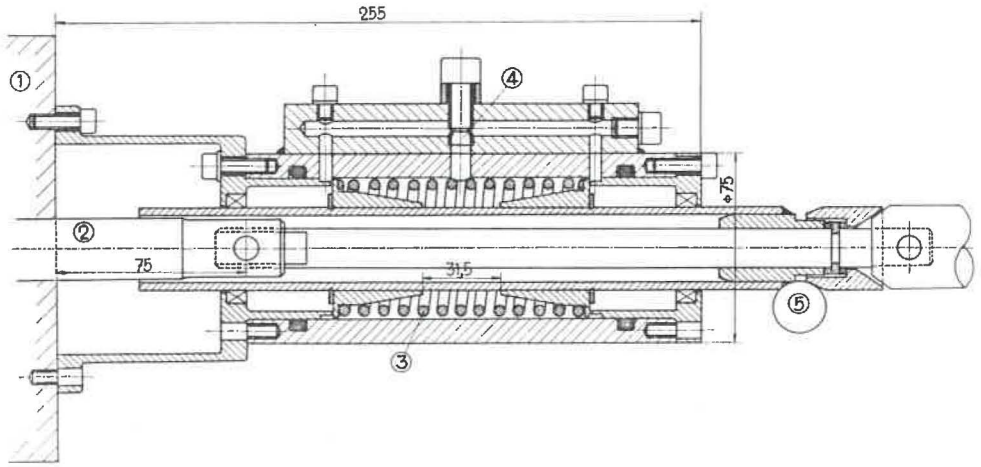


Fig. 26.
Système d'amortisseur et de ressort sur la commande de la pompe.
Demp- en veersysteem op de pompbediening.
1 : corps du servo - lichaam van de servo — 2 : piston pilote - pilootzuiger — 3 : ressort pré-comprimé - voorgespannen veer — 4 : étranglement pour réglage de l'amortissement - smooropening voor regeling van de demping — 5 : roulette du micro-switch (r1) - aandrijfrol van de microswitch (r1).

La pédale de frein se trouve sous le pupitre; elle est réunie par des tiges verticales avec deux cames; la première ferme la soupape de court-circuit Z, de sorte que la pompe principale se met en pression; ensuite, le machiniste appuie à fond sur la pédale de sorte qu'une seconde came ouvre le distributeur S_5 et que les freins se soulèvent. A partir de ce moment, la course est réglée par le levier de vitesse r, qui est déplacé progressivement par le machiniste pendant l'accélération dans l'une ou l'autre direction et est ramené pendant le ralentissement jusqu'à ce que la cage reste immobile en sa position finale. A ce moment, en lâchant la pédale de frein, le machiniste provoque la fermeture des freins et l'ouverture de la soupape de court-circuit. Il peut suivre la course sur l'indicateur de profondeur et le tachymètre qui sont placés devant lui. Dans la même direction, il peut observer le déplacement des cages dans l'envoyage de 585.

53. Manœuvre de l'accouplement.

Lorsque le réglage des cages doit être modifié, le machiniste s'assure d'abord que les deux cages sont vides et il allume une lampe bleue. Il amène la cage folle (côté nord) à la position souhaitée et découple la colonne correspondante, celle de droite, de l'indicateur de profondeur. Ensuite, il tire vers le bas le levier k, à droite de son pupitre. Ce mouvement se fait également en deux fois; la première position ferme le distributeur S_6 au moyen d'une came, de sorte que le frein du tambour fou est verrouillé. Dans la position finale, le distributeur S_7 s'ouvre de sorte que l'accouplement est ouvert sous l'action du cylindre C_7. La fin de ce processus est indiquée par l'extinction de la lampe

Het rempedaal p zit onder de lessenaar : het is verbonden over vertikale stangen met twee nokken : de eerste nok sluit het kortsluitventiel Z zodat de druk van de hoofdpomp opkomt. Dan drukt de machinist door, zodat een tweede nok schuif S_5 opent en de remmen gelicht worden.

Van dat ogenblik af wordt de vaart geregeld door de snelheidshefboom r die door de machinist geleidelijk gedurende de versnelling in de een of andere richting wordt uitgezwenkt, en gedurende de vertraging teruggetrokken wordt, totdat de kooi in de eindstand onbeweeglijk blijft. Dan pas worden, door het rempedaal te lichten, de remmen gesloten en het kortsluitventiel geopend.

De vaart kan nagegaan worden op de diepteaanwijzer en de tachymeter die vóór de machinist geplaatst staan. Deze kan trouwens in dezelfde richting de kooien in de laadplaats van 585 zien.

53. Ontkoppeling.

Wanneer de kooienregeling gewijzigd moet worden, vergewist zich de machinist eerst ervan dat de kooien leeg zijn, en steekt hij een blauwe lamp aan. Hij brengt de « losse » kooi (Noordkant) in de gewenste stand en ontkoppelt de overeenkomende (rechtse) kolom van de diepteaanwijzer. Dan trekt hij hefboom k, aan de rechterkant onder zijn lessenaar, af. Dit geschiedt ook in twee trappen : in de eerste stand sluit een nok schuif S_6, zodat de rem van de losse trommel vergrendeld wordt. In de eindstand gaat S_7 open, zodat de koppeling door cylinder C_7 opengetrokken wordt. Het einde van dit proces wordt gemeld door het uitgaan van lamp l_7 (groen) en het oplichten van

l_7, verte, et l'allumage de la lampe l_0 (rouge). On manœuvre alors comme normalement pour amener la cage fixe (côté sud) à la place souhaitée.

Pour refermer l'accouplement, le machiniste remet dans sa position initiale le levier k : le cylindre d'accouplement C_7 est mis hors pression. Cependant l'accouplement ne se ferme pas toujours immédiatement. En effet, le machiniste ne voit pas la machine et, la plupart du temps, les dents de la roue dentée viennent buter contre celles de la couronne. Dans ce cas, le frein du tambour fou C_6 reste verrouillé par le contact « fin de course » e_7, même si le levier k a été poussé complètement à fond, et le machiniste en est averti par le fait que la lampe l_7 (verte) ne s'allume pas. Alors, il lève le frein du tambour fixe C_5 et essaie prudemment d'avancer en avant et en arrière : aussitôt que l'axe de la machine bouge, les dents de l'accouplement rentrent les unes dans les autres. Au besoin, en manœuvrant le levier de vitesse, on inverse le couple deux ou trois fois jusqu'à ce que l'accouplement soit complètement refermé (allumage de la lampe 7). Cette manœuvre dure, au maximum, une vingtaine de secondes, ce qui est parfaitement admissible puisqu'il ne faut modifier le réglage des cages qu'une ou deux fois par poste.

Avant d'effectuer d'autres manœuvres, il faut bien entendu réaccoupler la colonne de droite de l'indicateur de profondeur.

54. Asservissements.

Comme indiqué ci-dessus, le groupe principal s'arrête et les freins s'appliquent :

— en cas de vitesse exagérée ou de température trop élevée du liquide
— en cas de manque de pression de commande ou de gavage (manostats D_3-D_4)
— en cas de dépassement de l'envoyage supérieur ou de déroulement exagéré des câbles (interrupteurs magnétiques)
— dans le cas de la manœuvre du frein de sécurité f ou de l'absence de tension.

De plus, il est impossible de démarrer le groupe si le régulateur ne se trouve pas en position 0 (microswitch r_1).

La pompe auxiliaire s'arrête quand le niveau de liquide descend trop bas dans le réservoir. Ceci provoque, par conséquent, par l'intermédiaire des manostats, l'arrêt du groupe principal et l'application des freins.

Les verrouillages hydrauliques et électriques, entre accouplement et frein, ont été discutés ci-dessus.

Si, pendant la marche, le machiniste abandonnait ses commandes (pédale et levier), les freins tomberaient automatiquement et la pompe principale serait court-circuitée, tandis que le levier

lamp l_0 (rood). Dan vaart men zoals gewoon om de « vaste » kooi (zuidkant) op de gewenste plaats te brengen.

Om terug in te koppelen beweegt de machinist hefboom k terug : de koppelingscylinder C_7 wordt drukloos. De koppeling sluit echter niet altijd onmiddellijk; de machinist ziet inderdaad de machine niet, en meestal blijven de tanden van het wiel en van de kroon tegen elkaar stoten. De rem van de losse trommel C_6 blijft in dat geval door het eindkontakt e_7 vergrendeld, zelfs indien k volledig terug ingeduwd werd, en de machinist wordt ervan verwittigd doordat de groene lamp l_7 niet brandt.

Nu licht hij de rem van de vaste trommel C_5 en tracht voorzichtig vooruit en achteruit te varen : zodra de as van de machine draait vallen de tanden van de koppeling in elkaar. Zonodig wordt het koppel (met de snelheidshefboom) een paar maal omgekeerd, totdat de koppeling volledig ineengeschoven is (lamp l_7 gaat aan). Die handeling duurt hoogstens een twintigtal seconden, hetgeen gemakkelijk aanneembaar is, vermits de kooien hoogstens een paar maal per post verzet moeten worden.

Alvorens verdere bewegingen uit te voeren, moet dan nog de rechtse kolom van de diepteaanwijzer terug gekoppeld worden.

54. Beveiligingen.

Zoals hoger gemeld valt de hoofdgroep stil en worden de remmen gesloten :

— bij overdreven snelheid of vloeistoftemperatuur
— bij onvoldoende stuur- of voedingsdruk (drukschakelaars D_3 - D_4)
— bij overschrijden van bovenste laadplaats of te ver afwikkelen van de kabels (magneetschakelaars)
— bij bediening van de noodrem (f) of uitvallen van de spanning.

Bovendien kan de groep onmogelijk gestart worden indien de pompregelaar zich niet op nulstand bevindt (microswitch r_1).

De hulppomp valt stil wanneer het vloeistofpeil te diep zakt. Dit veroorzaakt bijgevolg, langs de drukschakelaars om, het stopzetten van de hoofdgroep en het opleggen van de remmen.

De hydraulische en elektrische vergrendelingen tussen koppelingsmechanisme en rem werden reeds besproken.

Moest de machinist tijdens de vaart zijn bedieningsorganen loslaten, dan vallen de remmen af en wordt de hoofdpomp kortgesloten, terwijl de snelheidshefboom door de veer in de overbrenging terug in de nulstand gebracht wordt.

de vitesse serait ramené par le ressort de la transmission en position O.

Tous les circuits électriques et hydrauliques sont raccordés de telle façon qu'un manque de tension ou de pression agit dans le sens de la sécurité : fermeture des freins ou de l'accouplement. En particulier, toute rupture ou fuite importante dans les conduites provoquerait l'intervention des manostats D_3 ou D_4. Comme seconde sécurité, peut intervenir l'interrupteur centrifuge.

Une fuite de moindre importance mais permanente serait détectée par le détecteur de niveau, si on n'intervenait pas à temps.

6. CONSIDERATIONS ENERGETIQUES

61. Diagramme d'extraction.

Quoique, depuis sa mise en service, le puits intérieur serve surtout pour le transport de matériel, où les charges sont essentiellement variables, nous avons bien dû prendre un diagramme type pour effectuer le calcul des rendements. A cet effet, on a choisi l'extraction de charbon de 660 à 600, parce que ce genre de marche est concevable avec la cadence la plus élevée, et parce que la charge des cages pendant le transport du charbon correspond aux sollicitations les plus fortes pendant le transport du matériel.

Les données correspondantes sont rassemblées au tableau II, et le résultat des calculs est donné au tableau III.

Le chemin parcouru pendant l'accélération a été fixé à 10 m, d'où on peut déduire une accélération de 0,45 m/s² et une durée d'accélération de 6,67 s.

$$10 \text{ m} = \tfrac{1}{2} \times 0{,}045 \times \overline{6{,}67}^{2}$$

et $$3 \text{ m/s} = 0{,}045 \times 6{,}67.$$

Le ralentissement est symétrique de l'accélération. En outre, on a compté sur une marche d'approche près de l'envoyage pendant 3,33 s, à vitesse très faible, et sur un arrêt de 10 s pour encager et décager les wagonnets. On obtient de cette façon un temps de cycle de 40 s ou 90 voyages par heure.

Dans la cage montante, on a une berline de charbon remplie (2200 + 800 kg), dans la cage descendante, un wagonnet vide (800 kg). Au poids de la cage s'ajoute le poids du câble : 22 m à 600, 82 m à 660.

Le PD² des parties tournantes est de 7000 kgm². Réduit à la jante du tambour, ceci correspond à une masse de

$$7000 : (1{,}2)^2 = 4860 \text{ kg}.$$

Alle elektrische en hydraulische omlopen zijn zodanig aangesloten dat het wegvallen van de spanning of van de druk in de zin van de veiligheid werkt : sluiten van de remmen of van de koppeling. In het bijzonder zou iedere breuk of belangrijk lek in de leidingen de drukschakelaars D_3 of D_4 doen aanspreken. Als tweede veiligheid kan de centrifugale schakelaar tussenkomen.

Een kleinere, doch aanhoudende lekkage zou door de niveauschakelaar verklikt worden, indien niet tijdig ingegrepen werd.

6. ENERGETISCHE BESCHOUWINGEN

61. Ophaaldiagramma.

Alhoewel de binnenschacht sedert zijn inbedrijfstelling vooral voor het vervoer van materieel dient, met uiteraard veranderlijke belastingen, hebben wij een type-diagram ten gronde moeten leggen van de rendementsberekeningen. Hiervoor werd de ophaling van steenkolen van 660 naar 600 gekozen, omdat dit bedrijf het best met een hoge kadans denkbaar is, en omdat de kooienbelasting bij kolenvervoer met de zwaarste materieelbelastingen overeenkomt.

De gegevens zijn uit tabel II te halen, en de uitslagen van de berekening werden in tabel III samengebracht.

De versnellingsweg werd op 10 m vastgesteld, zodat de versnelling 0,45 m/s² bedraagt en de versnellingstijd 6,67 s. Inderdaad :

$$10 \text{ m} = \tfrac{1}{2} \times 0{,}045 \times \overline{6.67}^{2}$$

en $$3 \text{ m/s} = 0{,}045 \times 6{,}67.$$

De vertraging verloopt symmetrisch met de versnelling. Verder werd gerekend op een nadering van de laadplaats gedurende 3,33 s op zeer kleine snelheid, en op een stilstand van 10 s om de wagens in en uit te stoten. Men bekomt op die wijze een cyclustijd van 40 s, of 90 reizen per uur.

In de stijgende kooi heeft men een volle wagen kolen (2200 + 800 kg), in de dalende kooi een lege wagen (800 kg). Bij het kooigewicht voegt zich het gewicht van de kabel : 22 m op 600, 82 m op 660.

Het PD² van de draaiende delen is 7000 kgm². Herleid op de trommelomtrek komt dit overeen met een massa van

$$7000 : (1{,}2)^2 = 4860 \text{ kg}.$$

TABEL II

Poids berlaine vide	800 kg	Gewicht lege wagens
Capacité d'une berlaine : charbon	2 200 kg	Inhoud van een wagen : kolen
pierres	3 200 kg	stenen
Poids d'une cage	2 000 kg	Gewicht kooi
Attache câble Heuer Hammer + chaînes	164 kg	Kabelkous Heuer Hammer + kettingen
Câbles	28 mm Ø, 50 t, 3,275 kg/m	Kabels
Profondeur maximum d'extraction	83 m	Maximum ophaaldiepte
Diamètre tambour	1 200 mm	Trommel doormeter
Déséquilibre max. (pierres/berl. vide)	3 200 kg - 1 920 mkg	Maximum onevenwicht (stenen/ lege w.)
Déséquilibre normal (charbon/berl. vide)	2 200 kg - 1 320 mkg	Normaal onevenwicht (kolen/lege wagen)
Déséquilibre avec tambours découplés	2 500 kg - 1 500 mkg	Onevenwicht met ontkoppelde trommels
Couple des freins	2 × 3 185 mkg	Remkoppel
Vitesse charbon et matériaux	3 m/s	Snelheid kolen en materieel
Vitesse personnel et pierres	1,50 m/s	Snelheid personeel en stenen
Accélération, décélération	0,45 m/s²	Versnelling, vertraging
PD² des parties tournantes	7 000 kgm²	PD² draaiende delen
Total masses à accélérer	13 250 kg	Totaal te versnellen massa's
Effort et couple dynamiques	607 kg - 365 mkg	Dynamische krachten en koppel
Effort de frottement (5 % poids cages)	390 kg - 235 mkg	Wrijvingskrachten (5 % kooigewicht)
Rendement transmission mécanique	0,9	Rendement mechanische overbrenging
Rapport de réduction	28,1	Reductie verhouding tandwielkast
Moteur à pistons axiaux HAM 40/7	0 - 1 500 tr/min	Axiaal zuiger motor HAM 40/7
Couple et puissance à 100 kg/cm²	72 mkg - 150 pk	Koppel en vermogen op 100 kg/cm²
Pompe à pistons axiaux HAP 40/7	1 500 tr/min	Axiaalzuigerpomp HAP 40/7
Débit réglable	0 - 675 liter/min	Regelbaar debiet
Puissance à 100 kg/cm²	165 pk	Vermogen op 100 kg/cm²
Réglage soupapes de sécurité	180 kg/cm²	Veiligheidskleppen ingesteld op
Pression moyenne effective (transp. ch.)	91 kg/cm²	Gemiddeld effectieve druk (kolenvervoer)
Puissance effective moyenne	104 pk	Gemiddeld effectief vermogen
Puissance nom. moteur électrique	130 pk	Nominaal vermogen elektromotor
Conduites HP - Ø et vitesse du fluide	65/49 - 5,9 m/s	Hoofdleidingen : Ø en vloeistofsnelheid
Pertes de charge (P + C + M) max.	3,2 + 5,6 + 3,2 kg/cm²	Max. ladingsverliezen (P + L + M)
Pertes volumétriques (P + M) (glissement)	29 liter/min - 4,5 %	Volumetrische slip (P + M)
Couples de frottement (P + M)	3,5 + 3,3 mkg	Wrijvingskoppels (P + M)
Rendement transmission hydrostatique	76,5 %	Rendement hydrostatische overbrenging
Soupape de rinçage	10 liter/min	Spoelklep
Pompe de gavage	8 kg/cm² - 90 liter/min	Voedingspomp
Pompe de commande	40 kg/cm² - 10 liter/min	Stuurpomp
Moteur auxiliaire	5 pk 1 500 tr/min	Hulpmotor
Réservoir : remplissage/capacité	1 000 liter/1 500 liter	Tank : vulling/inhoud
Echangeur de chaleur	14 000 kcal/h	Warmtewisselaar
Phosphate de tricrésyle - Densité	1,15 kg/liter	Tricresylfosfaat : Sp. gew.
Température : maximum/réelle	70°C/45°C	Temperatuur max./werkelijk
Viscosité Engler	20°C : 28,3 - 50°C : 4,89	Engler viskositeit

TABLEAU II

En l'additionnant aux autres parties mobiles (charge, 2 cages, 180 m de câbles), on obtient, comme somme des masses à accélérer :

$$4860 + 4000 + 3800 + 590 = 13250 \text{ kg}$$

d'où on déduit la force d'accélération :

$$13250 \times 0{,}45/9{,}81 = 607 \text{ kg.}$$

Le frottement dans le puits a été estimé à 5 % du poids des cages + charge. Pour le rendement mécanique du tambour et du réducteur, on a pris seulement 90 %. Ces valeurs défavorables tiennent compte du guidonnage latéral des cages et du

Samen met de andere beweeglijke delen (belasting, 2 kooien, 180 m kabels) geeft dit als som van de te versnellen massas :

$$4860 + 4000 + 3800 + 590 = 13250 \text{ kg}$$

waaruit volgt de versnellingskracht :

$$13250 \times 0{,}45/9{,}81 = 607 \text{ kg.}$$

De wrijving in de schacht werd op 5 % geraamd van het gewicht der kooien + belasting. Voor het mechanisch rendement van trommel en tandwielkast heeft men slechts 90 % aangenomen. Deze ongunstige waarden houden rekening met de zijdelingse geleiding van de kooien en met het schuin

déroulement oblique des câbles. Elles sont certainement pessimistes et nous donnent un coefficient de sécurité supplémentaire.

Le couple du moteur est obtenu à partir de la charge totale au tambour multipliée par le rayon du tambour (0,6 m) et divisée ensuite par le rapport de réduction (28,1) et le rendement 0,9 de transmission. Ceci permet de déterminer les 13 premières lignes du tableau III.

62. Calcul des pertes.

621. Le couple de frottement mécanique Cw, dans les pompes à pistons axiaux et les moteurs, dépend de la vitesse n, de l'angle d'inclinaison α et de la pression P. Des diagrammes fournis par le constructeur, on peut déduire pour des machines du type 40/7 ($x = \alpha/25°$) :

Cw en mkg =

$$0{,}9\ \left(\frac{n}{1500}\right)^2 + 1{,}38\ \left(\frac{n}{1500}\right)^{1{,}5}\ x^{1{,}33} + 1.15\ \frac{P}{100}.$$

Si nous appliquons cette formule au moteur hydraulique (vitesse proportionnelle à la vitesse de la machine, inclinaison constante : $x = 1$, couple moteur $C = 72$ mkg $\times$ P/100), nous obtenons :

Cw moteur en mkg =

$$0{,}9\ \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2 + 1{,}38\ \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^{1{,}5} + 1{,}6\ \frac{C}{100}.$$

Ce couple doit être ajouté à celui de la machine pour obtenir le couple total du moteur, d'où on peut déduire la pression théorique P_{th} (lignes 14, 15, 16).

622. Le débit théorique du moteur (Q_{th}) est égal à sa cylindrée multipliée par le nombre de tours :

$$Q_{th} = 0{,}45 \times \frac{v \times 60}{2\pi \times 0{,}6} \times 28{,}1$$
$$= 201\ v\ (l/min).$$

Les pertes volumétriques (fuites intérieures) dépendent essentiellement de la pression et, dans une mesure complémentaire, de l'angle d'inclinaison (x ou α). On a approximativement :

$$Q_v = 0{,}17\ P\ (1 - 0{,}15\ x)\ \text{litres/min.}$$

Pour le moteur $x = 1$, tandis que pour la pompe, pendant l'accélération et le ralentissement x varie de 0 à 1 et inversement. Cette formule permet d'obtenir les chiffres des lignes 18 et 21.

623. Les pertes de charge dans la pompe, le moteur et les conduites sont proportionnelles au carré du débit en circulation, donc au carré de la vitesse du treuil.

afrollen van de kabels. Zij zijn zeker pessimistisch en geven ons een bijkomende veiligheidscoëfficiënt.

Het motorkoppel wordt bekomen door de totale trommelkracht te vermenigvuldigen met de trommelstraal (0,6 m), en vervolgens te delen door de reductieverhouding (28,1) en het rendement 0,9 van de overbrenging. Hiermee zijn de 13 eerste regels van tabel III ingevuld.

62. Berekening van de verliezen.

621. Het mechanisch wrijvingskoppel Cw in de axiaalzuigerpompen en motoren hangt af van het toerental n, de zwenkhoek α en de druk P. Uit de diagrammen van de constructeur kan men voor de 40/7 machines de formule afleiden ($x = \alpha/25°$) :

Cw in mkg =

$$0{,}9\ \left(\frac{n}{1500}\right)^2 + 1{,}38\ \left(\frac{n}{1500}\right)^{1{,}5}\ x^{1{,}33} + 1{,}15\ \frac{P}{100}.$$

Indien wij deze formule op de hydromotor toepassen (toerental evenredig met de snelheid van de machine, constante hoek : $x = 1$, motorkoppel $C = 72$ mkg $\times$ P/100), dan wordt dat :

Cw motor in mkg =

$$0{,}9\ \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^2 + 1{,}38\ \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^{1{,}5} + 1{,}6\ \frac{C}{100}.$$

Dit koppel wordt met dat van de machine gevoegd om het totaal motorkoppel te bepalen, waaruit als theoretische motordruk P_{th} afgeleid wordt (regels 14-15-16).

622. Het theoretisch debiet door de motor (Q_{th}) is gelijk aan zijn cylinderinhoud vermenigvuldigd door het toerental :

$$Q_{th} = 0{,}45 \times \frac{v \times 60}{2\pi \times 0{,}6} \times 28{,}1$$
$$= 201\ v\ (\text{liter/min}).$$

De volumetrische verliezen (inwendige lekken) hangen hoofdzakelijk af van de druk, en, in bijkomende mate, van de zwenkhoek (α of x). Men heeft benaderend :

$$Q_v = 0{,}17\ P\ (1 - 0{,}15\ x)\ \text{liters/min.}$$

Voor de motor is $x = 1$, terwijl voor de pomp, gedurende de versnelling en de vertraging, x van 0 tot 1, en omgekeerd, varieert. Door deze formule werden de cijfers op regels 18 en 21 bekomen.

623. De ladingsverliezen in pomp, motor en leidingen zijn evenredig met het kwadraat van het rondstromend debiet, dus met het kwadraat van de snelheid van de lier.

Les diagrammes de Mannesmann donnent, pour le débit nominal de 675 litres/min, pour pompe et moteur 40/7, une perte de charge de, chaque fois, 3,2 kg/cm².

Les tuyauteries du circuit principal, avec diamètre intérieur de 49 mm, ont une paroi lisse et un développement total de 30 m, avec de nombreuses courbes, pour lesquelles nous comptons un supplément de 33 %, ou une longueur équivalente de 40 m.

Pour le débit nominal, la vitesse du fluide c = 5,9 m/s et, à 50° (viscosité 5°E = 40 cst), le nombre de Reynolds vaut :

$$R = \frac{4{,}9 \times 590}{0{,}4} = 7200$$

A ce nombre correspond, pour les tuyauteries lisses, un coefficient de frottement :

$$\lambda = 0{,}034.$$

La perte de charge dans les tuyaux vaut donc :

$$\Delta P_{675} = \lambda \frac{L}{d} \frac{c^2}{2g} \gamma$$

$$= 0{,}034 \times \frac{4000}{4{,}9} \times \frac{590^2}{2 \times 981} \times 1{,}15 \cdot 10^{-3}$$

$$= 5{,}6 \text{ kg/cm}^2.$$

La perte de charge totale pour 675 litres/min, vaut donc :

$$3{,}2 + 3{,}2 + 5{,}6 = 12 \text{ kg/cm}^2.$$

Pendant la période de régime (v = 3 m/s), le débit moyen (Q_{th} + Q_v moteur) vaut environ 618 litres/min. On a donc :

$$P_v = 12 \left(\frac{618}{675}\right)^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

(tableau III, ligne 19).

624. Le pression théorique de la pompe est égale à la pression du moteur plus les pertes de charge (ligne 20).

Le débit de la pompe est celui du moteur augmenté des pertes volumétriques des deux machines (lignes 21-22).

La puissance de la pompe résulte du débit théorique et de la pression (23). Il faut encore y ajouter les pertes mécaniques de la pompe. Pour la pompe (nombre de tours constant, x variable) on déduit de la formule du paragraphe 621 :

Cw pompe en mkg =

$$0{,}9 + 1{,}38 \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^{1{,}33} + 1{,}15 \frac{P}{100}.$$

Ceci donne les chiffres de la ligne 24.

De diagrammen van Mannesmann geven voor het nominaal debiet van 675 liters/min, voor pomp en motor 40/7, een ladingsverlies aan van elk 3,2 kg/cm².

De buizen van de hoofdkring, met inwendige doormeter 49 mm, hebben een gladde binnenwand en een totale ontwikkeling van 30 m met talrijke bochten, waarvoor wij een toeslag van 33 % rekenen, of een equivalente lengte van 40 m.

Voor het nominaal debiet is de vloeistofsnelheid c = 5,9 m/s, en op 50°C (viskositeit 5°E = 40 cst) is het Reynoldsgetal :

$$R = \frac{4{,}9 \times 590}{0{,}4} = 7200$$

waarmee, voor gladde buizen, een wrijvingscoëfficiënt overeenkomt van :

$$\lambda = 0{,}034.$$

Het ladingsverlies in de buizen is dus :

$$\Delta P_{675} = \lambda \frac{L}{d} \frac{c^2}{2g} \gamma$$

$$= 0{,}034 \times \frac{4000}{4{,}9} \times \frac{590^2}{2 \times 981} \times 1{,}15 \cdot 10^{-3}$$

$$= 5{,}6 \text{ kg/cm}^2.$$

Het totaal ladingsverlies, voor 675 liters/min, is dus :

$$3{,}2 + 3{,}2 + 5{,}6 = 12 \text{ kg/cm}^2.$$

Gedurende de regimeperiode (v = 3 m/s) is het gemiddeld debiet (Q_{th} + Q_v motor) ongeveer 618 liters/min. Men heeft dus :

$$P_v = 12 \left(\frac{618}{675}\right)^2 = 10 \text{ kg/cm}^2$$

(tabel III, regel 19).

624. De theoretische pompdruk is gelijk aan de motordruk plus de ladingsverliezen (regel 20).

Het pompdebiet is dat van de motor vermeerderd met de volumetrische verliezen van beide machines (regels 21 - 22).

Het vermogen van de pomp resulteert uit theoretisch debiet en druk (23). Hieraan moeten nog de mechanische verliezen bijgevoegd worden. Voor de pomp (constant toerental, veranderlijk x) leidt men uit de formule van paragraaf 621 af :

Cw pomp in mkg =

$$0{,}9 + 1{,}38 \left(\frac{v}{v_{max}}\right)^{1{,}33} + 1{,}15 \frac{P}{100}.$$

Dit geeft de cijfers van regel 24.

TABEL III — **TABLEAU III**

				KOLEN OPHALING — EXTRACTION CHARBON											STENEN - PIERRES (Regime - Régime)		
				Versnelling Accélération		Regime Régime			Vertraging Décélération			Nadering Approche		Stilstand Arrêt	Op Montée	Af Descente	
(1)	Tijd Temps	s	Tab. II	0	3,33	6,67	13,33	20	23,33	26,67	30	40			26,67	26,67	(1)
(2)	Afstand Distance	m	Tab. II	0	2,50	10,00	30,00	50,00	57,50	60,00					30	30	(2)
(3)	Kabelgewicht Poids de câble	kg	268 — (2) × 3,275	268	260	235	170	105	80	72					170	170	(3)
(4)	Stijgende last Charge montante	kg	5 000 + (3)	5 268	5 260	5 235	5 170	5 105	5 080	5 072					6 170	2 970	(4)
(5)	Dalende last Charge descendante	kg	— 2 872 — (3)	— 2 872	— 2 880	— 2 905	— 2 970	— 3 035	— 3 060	— 3 068					— 2 970	— 6 170	(5)
(6)	Wrijving in de schacht Frottement dans puits	kg	(5.000 + 2 800) × 5 %	390	390	390	390	390	390	390	390	390	0		440	440	(6)
(7)	Snelheid Vitesse	m/s	Tab. II	0	1,50	3,00	3,00	3,00	1,50	~ 0	~ 0	0			1,50	1,50	(7)
(8)	Versnelling Accélération	m/s²	Tab. II	0,45	0,45	0,45	0	0	0	— 0,45	— 0,45	— 0,45	0	0	0	0	(8)
(9)	Versnellingskracht Effort dynamique	kg	13 250 × (8) : g	607	607	607	0	0	0	— 607	— 607	— 607	0	0	0	0	(9)
(10)	Totale kracht Effort total	kg	Σ (4) (5) (6) (9)	3 393	3 377	3 327	2 720	2 590	2 460	1 853	1 803	1 787	2 394	2 004	3 640	— 2 760	(10)
(11)	Trommelkoppel Couple au tambour	mkg	(10) × 0.6	2 036	2 026	1 996	1 632	1 554	1 476	1 112	1 082	1 072	1 436	1 202	2 184	— 1 656	(11)
(12)	Koppel reductiekast Couple au réducteur	mkg	(11) : (28,1 × 0,9)	80,6	79,8	79,0	64,6	61,5	58,4	44,0	43,2	42,4	56,8	0	86,4	— 53	(12)
(13)	Vermogen reductiekast Puissance réducteur	kgm/s	(10) × (7) : 0,9	0	5 570	11 100	9 075	8 640	8 205	6 180	3 040	0	0	0	6 070	— 3 730	(13)
(14)	Wrijvingskoppel motor Couple frottement moteur	mkg	F [(7), (12)]	1,3	2,0	3,6	3,3	3,3	3,2	3,0	1,4	0,7	0,9	0	2,1	1,6	(14)
(15)	Totaal koppel motor Couple total moteur	mkg	(12) + (14)	81,9	81,8	82,6	67,9	64,8	61,6	47,0	44,6	43,1	57,7	0	88,5	— 51,4	(15)
(16)	Theoretische druk motor Pression théorique moteur	kg/cm²	(15) × 100/72	114	113⁵	116	95	90,5	86	66	62	60	81	0	123	— 71,4	(16)
(17)	Theoretisch debiet motor Débit théorique moteur	l/min	(7) × 201,3	0	302	604	604	604	604	604	302	0	0	0	302	302	(17)
(18)	Inwendige lekken motor Fuites internes moteur	l/min	(16) × 0,145	16,5	16,5	17	14	13	12,5	9,5	9	9	12	0	18	— 11	(18)
(19)	Ladingsverliezen (M + P + L) Pertes de charges (M + P + C)	kg/cm²	(7)² × 1,11	0	2,5	10	10	10	10	10	2,5	0	0	0	2.5	2,5	(19)
(20)	Theoretische druk pomp Pression théorique pompe	kg/cm²	(16) + (19)	114	116	126	105	100,5	96	76	64,5	60	81	0	125,5	— 68,9	(20)
(21)	Inwendige lekken pomp Fuites internes pompe	l/min	F [(7), (20)]	19,5	18,5	18	15	14,5	14	11	11	10	14	0	20	— 11	(21)
(22)	Theoretisch debiet pomp Débit théorique pompe	l/min	(17) + (18) + (21)	36	337	639	633	632	630⁵	624⁵	322	19	26	0	340	280	(22)
(23)	Vermogen pomp Puissance pompe	kgm/s	(20) × (22) : 6	684	6 450	13 419	11 077	10 582	10 088	7 910	3 461	190	351	0	7 105	— 3 220	(23)
(24)	Wrijvingskoppel pomp Couple frottement pompe	mkg	F [(7), (20)]	2,2	2,8	3,7	3,5	3,4	3,3	3,1	2,2	1,6	1,8	0,9	2,9	2,2	(24)
(25)	Wrijvingsverliezen pomp Pertes mécaniques pompe	kgm/s	(24) × 157	345	440	580	550	535	520	488	345	252	283	142	455	350	(25)
(26)	Vermogen elektromotor Puissance moteur électrique	kgm/s	(23) + (25)	1 029	6 890	14 000	11 627	11 117	10 608	8 400	3 806	442	634	142	7 560	— 2 870	(26)
(27)	Vermogen elektromotor Puissance moteur électrique	pk-ch	(26) : 75	13,7	92,0	186,7	155,5	148,4	141,4	112 0	50,7	5,9	8,5	1,9	100,8	— 38.3	(27)
(28)	Rendement Rendement	%	(13) : (26)	0	80,9	79,3	78,0	77,8	77,5	74,5	79,9	0	0	0	80,3	77	(28)
(29)	Rendement met hulppomp Rendement avec pompe auxiliaire	%	(13) : [(26) + 375]	0	76,6	77,3	75,6	75,3	74,8	70,5	72,8	0	0	0	76,6	70	(29)

625. Remarquons que les débits correspondent à des vitesses et les pressions à des couples. C'est pourquoi on a indiqué sur la figure 27, sur le diagramme des vitesses, les pertes volumétriques, comme un glissement entre vitesse théorique et vitesse réelle et, sur le diagramme des couples, les pertes par frottement dans le moteur et les pertes de charge dans le circuit, comme une perte de couple utile.

63. Balance énergétique.

Pour obtenir la puissance (en kgm/s) il faut multiplier les couples par les vitesses ou bien les pressions par les débits, et le produit est ensuite intégré par rapport au temps. Pendant les périodes de régime et d'approche, les couples et les vitesses sont à peu près constants et on peut travailler sur des moyennes. Pour l'accélération et le ralentissement, la vitesse varie linéairement avec le temps de sorte que l'intégration est très facile. Par exemple, les pertes de charge sont proportionnelles à v^2, la puissance ou plutôt la perte de puissance résultante est proportionnelle à v^3, et la puissance moyenne, pendant la variation de 0 à v_{max}, est égale à 1/4 de la valeur correspondant à v_{max}. On obtient ainsi le bilan suivant (tableau IV).

625. Laat ons nogmaals opmerken dat de debieten met snelheden overeenkomen, en de drukken met koppels. Daarom werden op fig. 27 op het snelheidsdiagram de volumetrische verliezen ingedragen als een slip tussen theoretische en werkelijke snelheid, en op het koppeldiagram de motorwrijvingsverliezen en de ladingsverliezen als een verlies van nuttig koppel.

63. Energie balans.

Om het vermogen (in kgm/s) te bekomen moeten de koppels met de hoeksnelheden vermenigvuldigd worden, of de drukken met de debieten, en het produkt wordt vervolgens ten opzicht van de tijd geïntegreerd. Tijdens de regime- en naderingsperioden zijn de koppels en snelheden nagenoeg constant en kan men met gemiddelden werken. Voor de aanloop en vertragingsperioden varieert de snelheid lineair met de tijd, zodat de integratie zeer gemakkelijk is. Bijvoorbeeld, de ladingsverliezen zijn evenredig met v^2, het hiermee gepaard gaande vermogenverlies is evenredig met v^3, en het gemiddeld vermogen, tijdens de variatie van 0 tot v_{max}, is gelijk aan 1/4 van hetgeen met v_{max} overeenkomt. Men bekomt aldus de volgende balans (tabel IV).

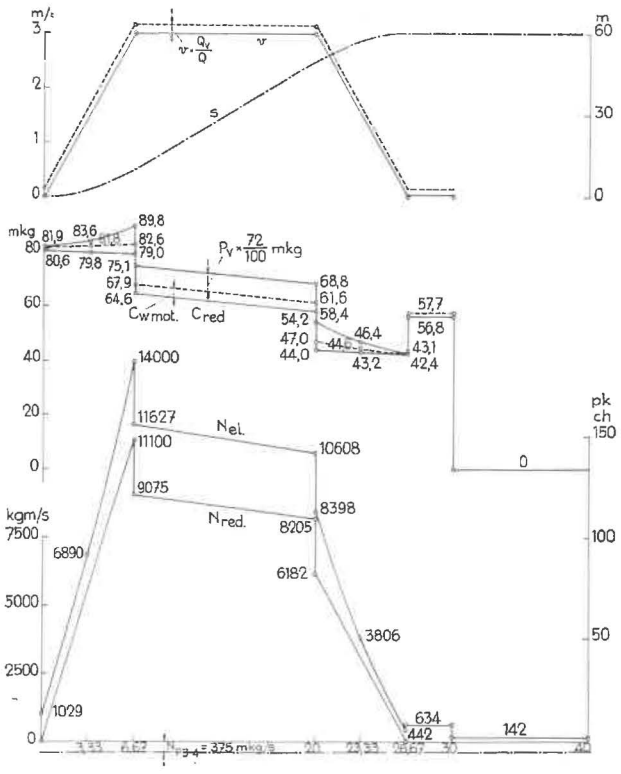


Fig. 27.

Diagramme de l'extraction de charbon de 660 à 600 (voir tableau III). Les fuites intérieures provoquent un glissement entre vitesse réelle (en traits pleins) et vitesse théorique (en traits discontinus) (diagramme supérieur). Les frottements mécaniques dans le moteur hydraulique (traits discontinus) et les pertes de charge s'additionnent au couple utile (diagramme central). Pour obtenir le diagramme des puissances complet (à gauche en kgm/s, à droite en ch), on a rajouté les pertes mécaniques de la pompe principale. La puissance de la pompe auxiliaire a été reportée à la même échelle vers le bas.

Diagram van de kolenophaling van 660 naar 600 (zie tabel III). De inwendige lekken veroorzaken een slip tussen werkelijke (volle lijn) en theoretische (stippellijn) snelheden (bovenste diagram). De mechanische wrijving in de hydromotor (stippellijn) en de stromingsverliezen (dunne lijn) werken zich uit als toeslag op het nuttig koppel (middelste diagram). Om het totaal vermogendiagram te bekomen (links in kgm/s, rechts in pk) werden hieraan nog de mechanische verliezen van de hoofdpomp toegevoegd. Het vermogen van de hulppomp werd op dezelfde schaal naar onder (aslijn) uitgedragen.

TABLEAU IV (kgm)

	Accélération	Régime	Ralentissement	Approche	Arrêt	Total
Puissance utile (entrée réducteur)	37000	115200	20600	~ 0	0	172800
Pertes volumétriques	4600	5900	1400	1200	—	13100
Pertes par écoulement	1700	13800	1700	—	—	17200
Pertes par frottement dans le moteur	1200	6100	900	—	—	8200
Frottement dans la pompe	3000	7100	2400	900	1400	14800
Total des pertes	10500	32900	6400	2100	1400	53300
Total à l'accouplement de la pompe	47500	148100	27000	2100	1400	226100
Pompe auxiliaire	(5 ch pendant 40 s)					15000
Total général						241100

TABEL IV (kgm)

	Versnelling	Regime	Vertraging	Nadering	Stilstand	Totaal
Nuttig vermogen (ing. redukt. kast)	37000	115200	20600	~ 0	0	172800
Volumetrische verliezen	4600	5900	1400	1200	—	13100
Stromingsverliezen	1700	13800	1700	—	—	17200
Wrijving in motor	1200	6100	900	—	—	8200
Wrijving in pomp	3000	7100	2400	900	1400	14800
Totaal verliezen	10500	32900	6400	2100	1400	53300
Totaal koppeling pomp	47500	148100	27000	2100	1400	226100
Hulppomp	(5 pk gedurende 40 s)					15000
Algemeen totaal						241100

Le rendement global de la transmission hydrostatique est donc :

— sans tenir compte de la pompe auxiliaire :

172800 : 226100 = 76,5 %

— en tenant compte de la consommation de la pompe auxiliaire :

172800 : 241100 = 71,6 %.

Dans les conditions optimales, la pompe et le moteur pourraient atteindre chacun un rendement de 91 à 93 %, ce qui donne, pour l'ensemble de la transmission, un rendement global de 84 %. Ce chiffre n'est pas atteint ici parce que la pression moyenne se trouve inférieure à la pression optimale et parce que la vitesse maximale n'est réalisée que pendant une partie du temps. Les conduites entre pompe et moteur participent également, d'une façon non négligeable, au total des pertes.

Het globaal rendement van de hydrostatische overbrenging is dus :

— zonder rekening te houden met de hulppomp :

172800 : 226100 = 76,5 %

— met de hulppomp in rekening te brengen :

172800 : 241100 = 71,6 %.

In optimale voorwaarden zouden pomp en motor elk een rendement van 91-93 % kunnen bereiken, of een gezamenlijk rendement van 84 % voor de overbrenging. Dit cijfer wordt hier niet bekomen omdat de gemiddelde druk lager ligt dan de optimale, en omdat de maximum snelheid slechts gedurende een breukdeel van de tijd verwezenlijkt wordt. De leidingen dragen ook voor een belangrijk deel in de stromingsverliezen bij.

64. Dégagement de chaleur.

La chaleur dégagée par le système correspond à la somme de toutes les pertes. Les pertes mécaniques du treuil et les pertes électriques dans le moteur d'entraînement, restent ici en dehors de considération, parce qu'on retrouverait ces mêmes pertes avec n'importe quel système d'entraînement et parce que la chaleur correspondante est, de toute façon, emportée par l'air environnant.

Les autres pertes sont propres à la transmission hydrostatique et les calories correspondantes aboutissent dans le liquide.

Pour un cycle de 40 s nous avons (tableau IV) :

Pertes dans le circuit principal :	53300 kgm
Pertes dans les circuits auxiliaires :	15000 kgm
	68300 kgm

$= 160$ kcal.

Ceci correspond à 4 kcal/s ou 14400 kcal/h.

L'échangeur de chaleur peut évacuer 14000 kcal/h vers le circuit d'eau; ceci est largement suffisant, même pour la cadence élevée qui a été admise ici, vu qu'une partie notable de la chaleur du liquide est également transmise directement à l'air. En pratique, une cadence pareille n'est jamais maintenue longtemps et, pour maintenir le liquide à la température optimale de 45°-50°C, le machiniste est obligé de réduire le débit de l'eau et parfois même de le couper complètement.

Le système contient 1000 litres ou 1150 kg d'Hydran, avec une chaleur spécifique de 0,36 kcal/kg et °C. Si nous supposons que la machine travaille à la cadence maximale et qu'il n'y a aucun refroidissement par l'air, l'accroissement de température atteindrait :

$$\frac{14400}{1150 \times 0{,}36} = \frac{14400}{414{,}5} = 35°\text{C/h.}$$

Si la température initiale est de 20°C et le maximum autorisé de 70°, il faut donc un temps de $(70 - 20) : 35 = 1{,}45$ h, avant que le thermostat ne coupe le courant. Le volant thermique est donc important.

65. Charge effective du moteur électrique et de la pompe.

La puissance effective du moteur d'entraînement se calcule à partir de la moyenne quadratique de la puissance à l'accouplement (tableau III, ligne 27).

On obtient :

$$N_{eff}^2 \times 40 \text{ s} = \int_0^{40} N^2 \, dt$$

d'où l'on déduit $N_{eff} = 104$ ch.

64. Warmteontwikkeling.

De warmte die door het systeem ontwikkeld wordt komt overeen met de som van al de verliezen. De mechanische verliezen van de lier en de elektrische verliezen in de elektromotor zelf laten wij hier echter buiten beschouwing, omdat zij met eender welk aandrijvingssysteem praktisch dezelfden zouden blijven, en omdat de overeenkomende warmte alleszins door de omgevende lucht opgenomen wordt.

De andere verliezen zijn eigen aan de hydraulische overbrenging en de overeenkomende kalorieën komen in de vloeistof terecht.

Voor een cyclus van 40 s hebben wij (tabel IV) :

Verliezen in de hoofdkring :	53300 kgm
Verliezen in de hulpkringen :	15000 kgm
	68300 kgm

$= 160$ kcal.

Dit komt overeen met 4 kcal/s of 14400 kcal/h.

De koeler kan 14000 kcal/uur naar de waterkringloop afleiden. Dit is dus ruim voldoende, zelfs voor de zeer hoge kadans die hier aangenomen werd, aangezien een groot deel van de warmte van de vloeistof eveneens rechtstreeks aan de lucht afgegeven wordt. Praktisch wordt zulke kadans nooit lang volgehouden, en om de optimale vloeistoftemperatuur van 45°-50°C te handhaven moet de machinist het water smoren en zelfs van tijd tot tijd afzetten.

Het systeem bevat 1000 l, of 1150 kg Hydran, met een specifieke warmte van 0,36 kcal/kg - °C. Indien wij veronderstellen dat de machine op de maximale kadans werkt en dat er helemaal geen afkoeling is, dan zou de temperatuurtoename bedragen :

$$\frac{14400}{1150 \times 0{,}36} = \frac{14400}{414{,}5} = 35°\text{C/uur.}$$

Indien de aanvang-temperatuur 20°C is, en het toegelaten maximum 70°C, dan duurt het $(70 - 20) : 35 = 1{,}45$ uur voordat de thermostaat de stroom uitschakelt. Het thermisch vliegwiel is dus aanzienlijk.

65. Effectieve belasting van elektromotor en pomp.

Het effectief vermogen van de aandrijvende elektromotor wordt berekend uit het kwadratisch gemiddelde van het vermogen aan de koppeling (tabel III, regel 27).

Men bekomt :

$$N_{eff}^2 \times 40 \text{ s} = \int_0^{40} N^2 \, dt$$

waaruit $N_{eff} = 104$ pk.

Pour la durée de vie de la pompe, c'est la charge sur les roulements qui est déterminante; donc, la puissance troisième de la pression. On calcule, par conséquent, la pression effective à partir des chiffres du tableau III, ligne 20, par la formule :

$$P_{eff}^3 \times 40 \text{ s} = \int_0^{40} P_{th}^3 \, dt$$

d'où l'on déduit $P_{eff} = 91$ kg/cm².

Pour une pression de 91 kg/cm², la pompe Mannesmann a une durée de vie nominale de 4000 h, ou, si nous supposons 8 h de travail intensif par jour, 200 jours par an, environ 2 ½ ans. Bien entendu, la durée de vie réelle, ainsi que celle des roulements qui la détermine, peuvent varier largement autour de cette valeur repère.

66. Comparaison avec un moteur à bagues.

Il est intéressant de comparer l'entraînement hydrostatique avec un entraînement électrique direct par moteur à bagues.

Le moteur accouplé directement à la machine ne devra pas fournir les pertes hydrauliques, mais par contre il devra fournir le plein couple de la machine pendant les périodes d'accélération, de ralentissement et d'approche. Ces couples, nous les trouvons au tableau III, ligne 12.

$$C_{eff}^2 \times 40 \text{ s} = \int_0^{40} C^2 \, dt \text{ d'où } C_{eff} = 72 \text{mkg.}$$

$$N_{eff} = C_{eff} \times 140{,}5 = 101 \text{ ch.}$$

La puissance effective est donc à peu près égale dans les deux cas.

On voit cependant que le couple du moteur électrique de 101 ch est insuffisant pour extraire une charge de pierres (3200 kg); dans ce cas, on devrait avoir un moteur de 140 ch, tandis que l'entraînement hydrostatique permet, grâce au « rapport de transmission réglable », d'extraire les pierres, éventuellement à une vitesse réduite, avec le moteur qui a été dimensionné pour l'extraction de charbon.

La limite pratique est fixée ici par le « couple d'arrachement » du moteur hydraulique, qui est plus faible que celui qui correspondrait théoriquement à la pression fixée par les soupapes de sécurité. La plus grande charge qui puisse être arrachée est légèrement inférieure à 4000 kg (sans contrepoids), contre 5000 kg théoriquement.

Avec un diagramme d'accélération linéaire, le dégagement de chaleur dans le rhéostat d'un moteur à bagues est égal au travail utile fourni pendant cette même période. La même règle vaut pour le ralentissement, aussi longtemps que le couple reste positif. Pendant la période d'approche, tout le travail absorbé (couple × vitesse

Voor de levensduur van de pomp is de belasting van de rollenlegers, dus de derde macht van de druk, bepalend. Men berekent dan ook de effectieve druk P_{eff} uit de cijfers van tabel III, regel 20 :

$$P_{eff}^3 \times 40 \text{ s} = \int_0^{40} P_{th}^3 \, dt$$

waaruit $P_{eff} = 91$ kg/cm².

Voor een druk van 91 kg/cm² heeft de Mannesmannpomp een nominale levensduur van 4000 uur, of, indien wij 8 uur intensbedrijf per dag aannemen, 200 dagen per jaar, ongeveer 2 ½ jaar. Vanzelfsprekend zal de werkelijke levensduur, zowel als die van de kogellegers waardoor het bepaald is, rond die richtwaarde aanzienlijk kunnen schommelen.

66. Vergelijking met sleepringmotor.

Het is interessant de hydrostatische aandrijving met een rechtstreekse elektrische aandrijving (sleepringmotor) te vergelijken.

De rechtstreeks met de machine gekoppelde motor zal de hydraulische verliezen niet moeten leveren, maar zal tijdens de versnellings-, vertragings- en naderingsperioden het volle koppel van de machine moeten leveren. Die koppels vinden wij in tabel III, regel 12.

$$C_{eff}^2 \times 40 \text{ s} = \int_0^{40} C^2 \, dt, \text{ dus } C_{eff} = 72 \text{ mkg.}$$

$$N_{eff} = C_{eff} \times 140{,}5 = 101 \text{ pk.}$$

Het effectief vermogen is in beide gevallen ongeveer gelijk.

Men ziet echter dat het koppel van de elektrische motor van 101 pk onvoldoende is om stenen op te trekken (3200 kg); in dit geval zou men een motor van 140 pk moeten hebben, terwijl de hydrostatische aandrijving het mogelijk maakt, dankzij de « regelbare overbrengingsverhouding », weze het dan op een kleinere snelheid, stenen met de motor te vervoeren die voor kolenophaling bemeten is.

De praktische grens hangt af van het « losrukkoppel » van de hydromotor, die kleiner is dan hetgeen theoretisch met de ingestelde druk van de veiligheidskleppen zou overeenkomen. De grootste last die « losgerukt » kan worden is iets minder dan 4000 kg (zonder tegengewicht), tegen theoretisch 5000 kg.

Met een lineair versnellingsdiagramma, is de warmteontwikkeling in de rheostaat van een sleepringenmotor gelijk aan de nuttige arbeid gedurende dezelfde periode verricht. Hetzelfde geldt voor de vertraging, zolang het koppel positief blijft. Gedurende de naderingsperiode gaat gans

nominale) est transformé en chaleur. Le dégagement de chaleur total est donc :

$$37000 + 20600 + (56{,}8 \times 140{,}5 \times 3{,}33)$$
$$= 37000 + 20600 + 26600 = 84200 \text{ kgm}$$
$$= 198 \text{ kcal/trait} = 17800 \text{ kcal/h}$$

c'est-à-dire 25 % de plus que pour l'entraînement hydraulique, quoique le cas présent soit spécialement favorable pour l'entraînement électrique (charge montante, pas d'inversion de couple, pas de freinage à contre-courant). Pour une charge descendante, le dégagement de chaleur, pendant les périodes d'accélération et de ralentissement, serait environ 3 fois aussi grand (total 199400 kgm par translation = 45400 kcal/heure) !

Pour un entraînement par accouplement Voith, le dégagement de chaleur est en principe le même que pour un moteur à bagues, avec cette différence néanmoins que les calories peuvent être plus facilement évacuées à partir de l'huile, dans un échangeur de température, qu'à partir d'un rhéostat, qui ne peut les céder qu'à l'air environnant.

Par contre, la dernière colonne du tableau III montre qu'avec une transmission hydrostatique, la descente d'une charge correspond à une certaine récupération d'énergie (chiffres de consommation négatifs).

het opgeslorpt vermogen (koppel × nominale snelheid) in warmte over. De totale warmteontwikkeling is dus :

$$37000 + 20600 + (56{,}8 \times 140{,}5 \times 3{,}33)$$
$$= 37000 + 20600 + 26600 = 84200 \text{ kgm}$$
$$= 198 \text{ kcal/reis} = 17800 \text{ kcal/uur}$$

t.t.z. 25 % meer dan voor de hydraulische aandrijving alhoewel dit geval voor de elektrische aandrijving gunstig is (stijgende belasting, geen koppelomkering, geen tegenstroomremming). Voor een dalende belasting zou de warmteontwikkeling gedurende de aanloop- en vertragingsperioden ongeveer 3 maal zo groot worden (totaal 199400 kgm per reis = 45400 kcal/uur) !

Voor een Voith-aandrijving is de warmteontwikkeling principieel dezelfde als voor de sleepringenmotor, met dit verschil nochtans dat de kalorieën uit de olie gemakkelijker afgevoerd kunnen worden (warmtewisselaar) dan uit een rheostaat (omgevende lucht).

Daartegenover toont de laatste kolom van tabel III aan dat, met de hydrostatische aandrijving, het aflaten van een belasting met een bepaalde energieterugwinning geschiedt (negatieve verbruikscijfers).

7. CONCLUSIONS

71. Prix de l'installation.

Une analyse du prix de l'installation (sans la signalisation) donne la répartition suivante (tableau V) :

7. BESLUITEN

71. Kostprijs.

Een ontleding van de kostprijs van de installatie (zonder signalisatie) geeft de volgende indeling (tabel V).

TABLEAU V

1. Treuil (Thiriau)		
Partie mécanique	745.000	
Chaudronnerie (châssis, réservoir, poste de commande)	242.000	
		987.000
2. Equipement électrique (moteurs, coffrets)	150.000	
3. Transmission hydrostatique (pompe avec servo, moteur avec soupape de rinçage)	250.000	
4. Appareillage hydraulique, appareils de contrôle et de mesure	113.000	
5. Tuyauteries	88.000	
6. Liquide hydraulique (1er remplissage)	50.000	
		651.000
7. Montage à blanc et mises au point		413.000
		2.051.000

TABEL V

1. Lier (Thiriau)		
Mechanisch gedeelte	745.000	
Plaatwerk (grondramen, tank, stuurpost)	242.000	
		987.000
2. Elektrische uitrust. (motoren, schakelkasten)	150.000	
3. Hydrostatische overbrenging (pomp + servo, motor + spoelklep)	250.000	
4. Hydraulische apparatuur, controle- en meetapparaten	113.000	
5. Buizen	88.000	
6. Hydraulische vloeistof (1ste vulling)	50.000	
		651.000
7. Proefmontage + aanpassingen		413.000
		2.051.000

Le poste 7 représente le coût d'« engineering » propre à une nouvelle installation, et pourrait pratiquement tomber complètement pour une seconde exécution.

A titre de comparaison, nous donnons ci-après les prix offerts en 1961 pour d'autres systèmes d'entrainement. Cependant, les chiffres du tableau V sont une synthèse des factures payées réellement. Ils contiennent, par conséquent, les taxes, frais de douane et de transport, et les réajustements de prix entre 1961 et 1963. Pour comparer les prix d'offre de 1961 avec ces derniers, il faudrait donc les augmenter de ± 20 % (tableau VI).

Post 7 vertegenwoordigt de ontwikkelingskosten eigen aan een nieuwe installatie, en zou, voor een tweede uitvoering, praktisch wegvallen.

Ter vergelijking geven wij hierna de in 1961 aangeboden prijzen voor andere aandrijvingswijzen. De cijfers van tabel V zijn echter een samenvatting van de werkelijk betaalde fakturen. Zij omvatten dus de taksen, douane- en vervoerkosten en de prijsaanpassingen tussen 1961 en 1963. Om de aanbiedingsprijzen van 1961 hiermee te kunnen vergelijken zou men ze met ± 20 % moeten verhogen (tabel VI).

TABLEAU VI

Système d'entraînement	Prix 1961	+ 20 %
Ward Léonard	1.250.000	1.500.000
Voith Sinclair	900.000	1.080.000
Moteur à bagues	850.000	1.020.000
Transmission hydrostatique		651.000
idem + treuil		1.634.000
Treuil à air comprimé	1.300.000	1.560.000

TABEL VI

Aandrijfsysteem	Prijs 1961	+ 20 %
Ward Leonard	1.250.000	1.500.000
Voith Sinclair	900.000	1.080.000
Sleepringmotor	850.000	1.020.000
Hydrostatische aandrijving		651.000
idem + lier		1.634.000
Persluchtlier	1.300.000	1.560.000

Quoique le prix de la transmission hydrostatique comprenne la commande des freins et de l'accouplement, elle reste beaucoup meilleur marché que les systèmes électriques. Elle reste même comparable si l'on y ajoute les frais de mise au point. Seule, la solution à air comprimé est meilleur marché. Cette dernière cependant était exclue à cause de la consommation élevée.

Il faut cependant noter ici qu'il existe actuellement, pour la commande de grues ou de treuils de burquin, des solutions à groupe Ward-Leonard meilleur marché que celles qui étaient disponibles en 1961.

72. Expérience acquise en service.

Le treuil, commandé en 1961, a été mis en service en juillet 1964. Ce long délai résulte du fait que les différents éléments étaient d'origines extrêmement dispersées, que beaucoup de détails d'exécution, vu notre manque d'expérience, n'ont pu être fixés qu'au cours de la construction, que les commandes passées aux différents sous-traitants n'ont pu être clairement définies au départ et ont dû être modifiées en cours de route. A la livraison, en septembre 1963, il a fallu attendre, pour le montage du treuil, que d'autres travaux plus pressants aient été achevés.

Le montage a posé quelques problèmes à cause des grandes dimensions de certaines pièces. Il a été facilité par un pont roulant rudimentaire installé dans la coupole au-dessus du treuil. Les principales difficultés ou adaptations à faire pendant le montage et les premiers mois de service ont été les suivantes :

1. A la suite d'une faute de montage, de l'huile s'est échappée d'un roulement du réducteur et est venue souiller les jantes de frein; il a fallu remplacer les garnitures des freins.

2. La trop grande déformabilité du Flex-Ball entre levier de vitesse et servo-régulateur de la pompe, rendait un fonctionnement précis impossible; le Flex-Ball a dû être remplacé par un système de tringles.

3. L'interrupteur « fin de course » sur l'accouplement, sur lequel n'était prévu qu'un seul contact, a dû être équipé d'un second contact pour permettre un meilleur contrôle des manœuvres (e_0-e_7 : voyez paragraphes 4.2. et 5.3.).

4. L'usure dans les cames commandant les distributeurs (S_5 et Z) nécessita un réglage après quelques mois.

5. Le filtre F_4, sur l'aspiration dans le réservoir, provoqua de la cavitation dans la pompe auxiliaire et dut être mis hors service.

6. La pompe auxiliaire était surchargée par une résistance anormale à l'écoulement, côté huile de

Alhoewel de prijs van de hydrostatische aandrijving de bediening van remmen en koppeling bevat, is ze veel goedkoper dan de elektrische aandrijvingssystemen, en kan er zelfs nog mee concurreren indien de ontwikkelingskosten erbij berekend worden. Alleen de persluchtoplossing viel goedkoper uit. Zij kon echter, omwille van het verbruik, niet weerhouden worden.

Hier dient nochtans aangestipt dat er heden, voor kraan- of blindschachtlieren, goedkopere Ward Leonard-aandrijvingen bestaan dan in 1961.

72. Bedrijfservaring.

De lier, in 1961 besteld, werd in juli 1964 in bedrijf genomen. Dit lang termijn is te wijten aan het feit dat de onderdelen van zeer uiteenlopende oorsprong waren, dat veel uitvoeringsdetails wegens ons gebrek aan ervaring slechts tijdens de uitvoering vastgelegd konden worden, dat de opdrachten van verschillende onderleveranciers moeilijk vooraf te bepalen waren en tijdens de uitvoering gewijzigd moesten worden. Bij de levering, in september 1963, moest eindelijk vóór de montage van de lier de voorrang aan andere opdrachten gegeven worden.

De montage stelde enkele problemen gezien de omvang van de stukken. Zij werd vergemakkelijkt door een vereenvoudigde rolbrug, in de koepel boven de lier opgesteld. De voornaamste moeilijkheden of aanpassingen tijdens de montage en de eerste bedrijfsmaanden zijn de volgende geweest :

1. Tengevolge van een montagefout kwam lekolie, uit een rollenleger van de tandwielkast, op de remschijven terecht : de remgarnituren moesten vervangen worden.

2. De te grote vervormbaarheid van de Flex-Ball verbinding tussen snelheidshefboom en servo-regelaar van de pomp maakte een nauwkeurige instelling onmogelijk; de flex-ball moest door een stangensysteem vervangen worden.

3. De eindekoersschakelaar, op de koppeling, die met een enkel kontakt voorzien was, werd met een tweede kontakt uitgerust om de maneuvers beter te kunnen kontroleren (e_0-e_7 : zie 4.2 en 5.3.).

4. Slijtage in de nokken die de bedieningsschuiven (S_5 en Z) aandrijven maakte na enkele maanden een bijregeling noodzakelijk.

5. De filter F_4, op de aanzuiging in de tank, veroorzaakte cavitatie in de hulppomp en moest verwijderd worden.

6. De hulppomp werd overbelast door een abnormale stromingsweerstand aan de oliekant in

l'échangeur. A cause d'une négligence dans la construction, un des écrans intérieurs, dans l'espace réservé à l'huile, n'était pas percé et formait une obstruction pour l'écoulement du liquide.

7. La soupape de décharge V_4 avait un fonctionnement instable; elle a été remplacée.

8. Le fonctionnement des organes de commande (freins et accouplement) dut être amélioré en procédant à un honage des cylindres, en remplaçant les joints des pistons et en chanfreinant les dents de l'accouplement.

9. Lors du remplacement de ces cylindres, les flexibles en téflon qui servent à les raccorder, ont été abîmés. Ces flexibles ne peuvent pas être foulés aux pieds ou pliés brutalement. Ils ont commencé à fuir et on a dû les remplacer quelques semaines après.

10. Une partie des joints originaux ne résistaient pas aux fluides synthétiques, malgré les renseignements transmis aux fournisseurs. Les nouveaux joints, en téflon ou silicone, donnent satisfaction.

11. Par suite d'une confusion, 200 litres d'huile minérale (Hydran 46) ont été introduits dans le réservoir. Le mélange avec le fluide synthétique donne une émulsion qui fut utilisée pendant 1 mois sans incident. Lors du rinçage du système cependant, il fallut éliminer soigneusement les dépôts gélatineux formés dans le réservoir et le carter de la pompe. Depuis lors, nous avons obtenu du fournisseur que les fûts contenant du fluide incombustible soient peints en couleur orangée, tandis que l'huile normale est livrée en fûts bleus.

12. Un incident plus sérieux s'est produit après 9 mois de service. Lorsqu'on inclinait la pompe, elle se mettait à vibrer et à faire du bruit. De petits éclats de métal furent trouvés dans le carter. Le samedi suivant, la pompe fut ramenée à la surface et démontée. La surface sphérique, entre la « poire » et la rotule d'appui du disque, était fortement grippée, probablement par des particules de métal, dont l'origine n'a pas pu être déterminée, et qui ont été laminées entre les deux pièces. Ces surfaces furent rodées avec de la pâte et enduites de molykote. Le roulement à l'entrée d'arbre fut remplacé. Pour le reste, la pompe se trouvait dans un état excellent. Elle fut remise en service, le même week-end, et fonctionne depuis d'une façon tout à fait normale.

Les mises au point ou interventions citées ci-dessus n'ont jamais provoqué la mise hors service de l'installation pendant plus d'un poste. Il est spécialement encourageant de constater que, si l'on fait exception de l'incident n° 12, la partie haute pression n'a jamais donné lieu à des difficultés et que, même après cet incident, elle paraît être moins vulnérable qu'on ne s'y attendait à l'origine.

de koeler; wegens een nalatigheid bij de constructie, was een van de binnenschermen in de olieruimte niet geboord en vormde een opstopping voor de stroming van de vloeistof.

7. De ontlastingsklep V_4 werkte onstabiel, en werd vervangen.

8. De werking van de bedieningsorganen (remmen en koppeling) moest verbeterd worden door de cylinders uit te honen, de dichtingen te vervangen en de tanden van de koppeling af te schuinen.

9. Bij het vervangen van deze cylinders werden de teflon-darmen waarmee zij aangesloten worden, beschadigd. Die darmen mogen inderdaad niet betrapt of scherp geplooid worden. Zij begonnen te lekken en moesten een paar weken later vervangen worden.

10. Een deel van de oorspronkelijke dichtingen waren tegen de synthetische vloeistoffen niet bestand, niettegenstaande de inlichtingen die aan de leveranciers medegedeeld werden. De nieuwe dichtingen (teflon of silicone) geven voldoening.

11. Tengevolge van een vergissing kwamen 200 l minerale olie (Hydran 46) in de tank terecht. Het mengsel gaf een emulsie die zonder incident gedurende een maand gebruikt werd. Bij het uitspoelen van het systeem moesten echter gelatineachtige afzetsels uit de tank en de carter van de pomp zorgvuldig verwijderd worden. Sedertdien hebben wij van de leverancier bekomen dat de vaten met onbrandbare vloeistof in oranje kleur geverfd zouden worden, terwijl normale olie in blauwe vaten geleverd wordt.

12. Een ernstiger voorval deed zich voor na 9 maanden dienst. Bij grote uitzwenkingen daverde de pomp en gaf ze een abnormaal lawaai. Kleine metaalschilfers werden in de carter gevonden. De daaropvolgende zaterdag werd ze op de bovengrond opengemaakt. De kogeloppervlakte tussen de « peer » en het rotulevormig steunstuk van de schijf was sterk ingevreten. Waarschijnlijk zijn er metaaldeeltjes, waarvan de oorsprong niet vastgesteld kon worden, tussen beide stukken gewalst geweest. De oppervlakten werden met rodeerpasta op elkaar afgeslepen en met molykote ingewreven. Het kogelleger aan de asingang werd vervangen. Voor het overige was de pomp in uitstekende toestand. Zij werd hetzelfde weekend terug in dienst gesteld, en werkt sindsdien volmaakt normaal.

De hierboven opgesomde oppuntstellingen of tussenkomsten hebben de installatie nooit een post buiten bedrijf gesteld. Bijzonder aanmoedigend is het feit dat, afgezien van voorval 12, het hogedrukgedeelte nooit tot moeilijkheden aanleiding gaf, en dat het, zelfs na dat voorval, minder kwetsbaar bleek te zijn dan aanvankelijk verwacht werd.

Les pertes de liquide sont faibles. En dehors des pertes anormales, lors du montage, des essais ou de l'incident n° 11, nous avons eu jusqu'ici une consommation de ± 50 litres/mois, qui comprend d'ailleurs les pertes de liquide lors de la rupture des tuyaux en téflon, du remplacement des cylindres, etc... Dans l'avenir cette consommation doit se réduire encore beaucoup.

Après 6 mois de service, le liquide a été contrôlé par le fournisseur; la viscosité n'avait diminué que de 10 %, ce qui indique un très bon comportement. Même le liquide souillé par de l'huile a été décanté et récupéré partiellement. Il sert pour l'appoint.

73. Modifications envisagées.

Quoique l'installation, dans son état actuel, fonctionne d'une façon satisfaisante, on peut encore beaucoup l'améliorer. Lors du projet de cette première transmission hydrostatique, nous avions tenu à ce qu'elle soit aussi simple que possible et à ce que les commandes, dans la mesure du possible, soient réalisées mécaniquement, de façon à pouvoir mieux voir comment elles fonctionnaient ou éventuellement pourquoi elles ne fonctionnaient pas. L'expérience a montré que les liaisons mécaniques ont également leurs inconvénients et nous envisageons maintenant de réaliser, par voie hydraulique, la télécommande du servo de la pompe; les verrouillages entre freins, accouplement et soupape de court-circuit, pourraient également être réalisés d'une façon beaucoup plus élégante, par voie purement hydraulique plutôt que par les cames des leviers de commande.

Les soupapes et distributeurs furent prévus, à l'origine, pour être insérés dans le réseau de tuyauteries. Plus tard, sur le conseil des fournisseurs de matériel hydraulique, nous avons rassemblé tous les organes dans le poste de commande. Cette solution est cependant difficile avec des appareils qui n'ont pas été prévus dans ce but et elle augmente le nombre de tuyaux. Lors d'une transformation éventuelle, nous rassemblerons les soupapes de sécurité et les clapets anti-retour en un bloc, ainsi que le filtre et le réfrigérant, près de la pompe principale, tandis que les tiroirs de commande seront groupés sur une plaque de montage dans laquelle seront forées les liaisons nécessaires, ce qui permettra de supprimer beaucoup de tuyaux.

De cette façon, le poste de commande deviendra plus petit et son raccordement sera beaucoup plus facile.

Le liquide d'échappement des soupapes de sécurité des circuits auxiliaires (V_3 et V_4), qui, maintenant, remonte dans la coupole du burquin vers le vase d'équilibre avec l'échappement des tiroirs de commande, pourra être ramené directement

De vloeistoflekken zijn gering. Buiten de abnormale verliezen bij de montage, de proeven, of voorval 11, hebben wij tot nu toe een verbruik van ± 50 liters/maand, waarbij echter de verliezen begrepen zijn bij het begeven der teflondarmen, het vervangen van de cylinders, enz... In het vervolg moet dit verbruik veel kleiner worden.

Na zes maanden dienst werd de vloeistof door de leverancier gecontroleerd; de viskositeit had slechts met 10 % afgenomen, hetgeen op een zeer goede gedraging wijst. Zelfs de met olie bevuilde vloeistof werd door decantatie gescheiden en gedeeltelijk teruggewonnen. Zij wordt voor het bijvullen gebruikt.

73. Ontworpen wijzigingen.

Alhoewel de installatie, zoals zij nu bestaat, goed werkt, kan er nog veel aan verbeterd worden. Bij het ontwerpen van deze eerste hydrostatische aandrijving had men eraan gehouden de installatie zo eenvoudig mogelijk te maken, en de bedieningen, zover als het ging, mechanisch te verwezenlijken, zodat men beter « zien » kon hoe zij werkten of waarom zij niet werkten. De ervaring heeft getoond dat de mechanische verbindingen hun nadelen hebben, en wij overwegen het thans de afstandsbediening van de servo hydraulisch te verwezenlijken; de vergrendelingen tussen remmen, koppeling en kortsluitventiel zouden ook veel eleganter op zuiver hydraulische wijze kunnen verwezenlijkt worden als door de verplaatsing van de bedieningshefbomen.

De ventielen en kleppen werden aanvankelijk voorzien om rechtstreeks in het buizennet ingelast te worden. Later raadden ons de hydraulica-leveranciers aan alle organen in de stuurpost bijeen te brengen. Met apparaten die niet daartoe voorzien zijn is dat omslachtig, en hierdoor wordt het aantal buizen vergroot. Bij een gebeurlijke ombouw zullen wij de veiligheids- en terugslagkleppen in een blok, samen met filter en koeler, dicht bij de hoofdpomp plaatsen, terwijl de bedieningsschuiven op een montageplaat bijeenkomen waarin de nodige verbindingen geboord zijn, zodat veel buizenverbindingen wegvallen.

Hierdoor zou de stuurstand veel kleiner, en zijn aansluiting veel gemakkelijker worden.

De retour vloeistof uit de veiligheidskleppen van de hulpkringen (V_3 en V_4), die nu samen met de uitlaat der bedieningsschuiven naar het evenwichtsvat in de koepel stijgt, zal afzonderlijk rechtstreeks naar de tank terugstromen; hierdoor

dans le réservoir. De cette façon, nous pourrons réduire, d'une façon importante, le débit et l'aspiration d'air dans le vase d'équilibre.

74. Conception d'une nouvelle installation.

Pour une nouvelle installation, on pourrait, bien sûr, appliquer des modifications plus fondamentales. Dans la plupart des cas, on n'aura pas besoin de tambours débrayables et on pourra s'en sortir avec une simple poulie Koepe. De cette façon, la commande deviendra beaucoup plus simple. Pour le frein, suffira une seule conduite d'alimentation.

Comme moteur de treuil, on pourrait utiliser un ou deux moteurs lents, de sorte que le réducteur serait supprimé.

La liaison entre treuil et indicateur de profondeur pourrait être réalisée par un selsyn (axe électrique), au lieu d'un câble Bowden.

Le réservoir peut être plus petit et on ferait mieux de l'installer à un endroit plus accessible.

Pour la pompe, nous choisirions un type pouvant atteindre des pressions de 250 kg/cm².

Un rappel à zéro hydraulique peut rendre la soupape de court-circuit inutile. Certains constructeurs livrent la pompe avec les soupapes de sécurité et les clapets d'alimentation incorporés.

Le machiniste n'aurait plus qu'un seul levier de vitesse à manœuvrer; la pédale de frein pourrait être remplacée par un asservissement électrique ou hydraulique. A noter cependant qu'il faut laisser au machiniste la possibilité de mettre le moteur sous pression avant de lever le frein.

75. Remerciements.

En terminant cette trop longue description, nous tenons à remercier la Direction de la Division Charbonnages de la S.A. Espérance-Longdoz pour la permission de publier les données ci-dessus et pour la confiance qu'elle a bien voulu nous témoigner pour la réalisation d'une installation originale.

Nous sommes également redevables d'un cordial merci à tous ceux qui ont aidé à la réalisation de cette installation, aussi bien chez les fournisseurs qui nous ont aidés de leur expérience, que chez nos collaborateurs qui n'ont pas épargné leurs peines pour venir à bout des difficultés d'une nouvelle technique. Plus que jamais, nous sommes persuadés que l'hydraulique a un vaste domaine d'application dans la mine et peut contribuer d'une façon appréciable à y améliorer la rentabilité de l'effort des hommes. Mais comme toute technique, elle ne pourra pas percer sans le dévouement résolu de quelques techniciens enthousiastes.

Enfin, nous remercions Inichar pour les encouragements amicaux qu'il nous a donnés, pour la confection des clichés et la traduction du texte en français.

zullen het debiet en de luchtaanzuiging in het evenwichtsvat verminderen.

74. Opvatting van een nieuwe installatie.

Voor een nieuwe installatie zouden natuurlijk grondigere wijzigingen kunnen ingevoerd worden. In de meeste gevallen zullen ontkoppelbare trommels niet nodig zijn, en zal men met een eenvoudige Koëpe-schijf uitkomen. Hierdoor wordt de bediening veel eenvoudiger. Voor de rem volstaat één voedingsleiding.

Als liermotor zouden een of twee langzaamlopende motoren kunnen dienen, zodat de reductiekast wegvalt.

De verbinding tussen lier en diepteaanwijzer zou met een selsyn (elektrische as) geschieden, in plaats van een Bowden-kabel.

De tank mag gerust kleiner worden, en zou best op een beter toegankelijke plaats komen.

Voor de pomp zou een type gekozen worden waarmee drukken tot 250 kg/cm² bereikt kunnen worden.

Een nulstelinrichting kan de kortsluitklep overbodig maken. Sommige constructeurs leveren de pomp met de veiligheids- en voedingskleppen aangebouwd.

De machinist blijft dan maar een snelheidshefboom te bedienen; het rempedaal kan zelfs door een elektrische of hydraulische vergrendeling vervangen worden. Hier moet echter opgelet worden, dat het de machinist steeds mogelijk moet zijn de motor onder druk te zetten alvorens de rem te lichten.

75. Dankwoord.

Bij het besluiten van deze te lange beschrijving houden wij eraan de Directie van de Afdeling Kolenmijnen van de N.V. Espérance-Longdoz te bedanken voor de toelating om deze gegevens te publiceren en voor haar vertrouwen bij de verwezenlijking van een originele installatie.

Een hartelijke dank verdienen ook al degenen die tot de uitvoering ervan bijgedragen hebben, zowel bij de leveranciers die ons geholpen hebben met hun ervaring, als bij onze medewerkers die hun moeite niet bespaard hebben om de moeilijkheden van een nieuw gebied onder de knie te krijgen. Meer dan ooit zijn wij overtuigd dat de hydraulica in de mijnen een ruim toepassingsgebied verdient en aanzienlijk bij kan dragen om er de inspanning van de mensen meer rendabel te maken. Maar, zoals iedere techniek, zal zij niet kunnen doorbreken zonder de resolute toewijding van enkele begeesterde techniekers.

Eindelijk weze nog Inichar bedankt voor de vriendelijke aanmoediging, de uitvoering van de cliché's en de vertaling van de tekst in het Frans.

BIBLIOGRAPHIE

BREUER, K. : Die Verwendung des hydrostatischen Axialkolben-Oeldruckgetriebes beim Antrieb von Förderhäspeln — Glückauf 91 (1955) Heft 27/28, p. 776-778.

THOMA, H. : Merkmale der hydrostatischen Kraftübertragung. Aufbau, Charakteristik, Wirkungsgrad. Technische Mitteilungen, Häus der Technik 50 (1957) Heft 3.

BREUER, K. : Hydrostatische Antriebe für Krane, Förderhäspel und neue andere Anwendungsgebiete. Techn. Mitt. HdT. 50 (1957) Heft 3, p. 128-134.

BREUER, K. und WIRTH, R. : Anwendungen der Oelhydrostatik im Bergbau. Schlägel und Eisen, 1957, n° 12, p. 905-906.

GERRETZ, P. : Vorteile des Einsatzes ölhydrostatischer Antriebe im Untertage Bergbau. Schlägel und Eisen 1959 p. 630-632.

KANTOR, J. : Die Hydraulik beim Antrieb von Untertagemaschinen. Techn. Mitt. HdT. 54 (1961) p. 336-344.

SCHMITT, G. : Die Axialkolbenpumpe, System Thoma. Bergbau 1962 Januar, p. 12-16.

HARTLIEB-WALLTHOR, R. : Hydrostatische Kraftübertragung im Steinkohlenbergbau unter Tage. Glückauf 99 (1963), Heft 18, p. 987-993.

OSTERMANN, W. : Hydrostatische Getriebe für Bergwerkmaschinen unter Tage. Glückauf 1963, 4 Dez., p. 1397-1413.

BENTHAUS, F. : Ein neuer Hobel mit Hebelwirkung zur vollmechanischen Kohlengewinnung in steiler Lagerung. Glückauf 99 (1963), Heft 26 - 18 Dez., p. 1464-1470.

SCHMITT, G. : Hydromotoren. Rechnerische Grundlagen und Betriebsverhalten. Bergbau 1964, März, p. 69-79.

BERCHEM, M. : Hydrostatische Anfahrhilfe bei schwer anlaufenden Zweiketten-Kratzerförderern. Glückauf 100 (1964), Heft 17. 12 Aug., p. 1043-1045.

SCHRIEVER, K. und OSTERMANN, W. : Auslegung, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit elektrohydraulischer Antriebe für mittlere und kleine Seilfahrtanlagen. Glückauf 101 (1965), Heft 8, 13 Apr., p. 473-481.

CECA — Organe Permanent pour la Sécurité dans les Mines de houille. — Deuxième Rapport concernant les spécifications et conditions d'essai relatives aux liquides difficilement inflammables pour transmission mécanique — Luxembourg 16.10.1964.

KAY, K. : Hydraulics in Mining. Applications on a coal-plough face. Iron and Coal T.R. 1960, 30 dec., p. 1399-1404.

CURRIE, W.J. : Hydraulics and the mining industry, Colliery Guardian, 1962, 26 Apr. and 3 May.

MONKS, H. : Hydraulics in Mining. The Mining Electrical and Mechanical Engineer — 1962. Nov. p. 117-121.

CHAMBERLAIN Ind. Ltd. : Twin bank hydraulic motor. Colliery Guardian 1963, 26 déc., p. 792-793.

BECKET and ANDERSON Ltd. : Hydrostatic mine haulers. Colliery Guardian 1964, 19 juin, p. 822.

SUTCLIFFE, R. : Hydraulic drive heads for face conveyors. Colliery Guardian 1965, 5 feb., p. 195.

SUTCLIFFE, R. : New hydraulic drive head. Colliery Engineering 1965, March, p. 124.

GREAVES, R.M. : Fluid Transmissions in the coal mining industry. Colliery Guardian 1965, 26 March, p. 423-429.

PETTIT, J. : Hydraulic Machinery in Coalmines with particular reference to Installation, Operation and Maintenance. The Mining Electrical and Mechanical Engineer, 1965, june, p. 443-455.

NCB CENTRAL ENGINEERING ESTABLISHMENT : Bretby Reports 1962 - 1963 - 1964.

LEFEVRE, M. : Les liquides et lubrifiants difficilement inflammables pour transmissions hydrauliques. Revue Universelle des Mines. 1962, novembre, p. 617-632.

MELLET, M. : Entraînement hydrostatique des rabots aux Houillères du Bassin de Provence. Revue de l'Industrie Minérale, 1963, nov., p. 907-917.

X... : Bloc d'alimentation hydraulique Staffa. Mécanique-Electricité, 1963, nov., p. 88.

CHAMBERLAIN Ind. Ltd. : Un moteur hydraulique à arbre creux. Mécanique-Electricité, 1964, mai, p. 86.

SCHLOESSER, W.M.S. : Snellopende of langzaamlopende hydraulische motoren? Schip en Werf 1961, n° 1.

STALMAN I.M.E. : Proefinzet hydrostatische aandrijving op de mijn Julia. De Mijnlamp, 1963, 15 nov., p. 644-647.

EVERS, H. : Mechanische simpel met hydraulische aandrijving. De Mijnlamp, 1963, 15 nov., p. 648-653.

Matériel Minier

Notes rassemblées par INICHAR

SYSTEME DE CHARGEMENT RAPIDE DES DEBLAIS (1)

Ce procédé, de conception italienne, a été réalisé et appliqué pour le chargement et le transport des pierres provenant du creusement d'une galerie de faible section (2,30 m × 2,40 m). Font partie de l'ensemble (fig. 1) : une pelle à godet (1), une plate-forme (2), une benne (3), un chariot à plan incliné (4), une série de wagons (5), un chariot avec treuil (6), une locomotive (7).

1°) *Pelle.*

Il s'agit d'une pelle sur roues de la firme Atlas-Copco T2GH, avec trémie d'une capacité utile de 0,75 m³. Cet engin permet un travail autonome à front d'une voie non munie de rails.

2°) *Plate-forme de chargement.*

Il s'agit d'un chemin de roulement, chemin muni d'une pente suffisante, pour permettre à la pelle une vidange aisée de sa trémie. Elle offre, en outre, l'intérêt de garder constante, la position de la trémie vis-à-vis de celle de la benne au moment du basculage.

3°) Benne.

C'est une caisse montée sur 4 roues, dont la capacité est légèrement supérieure à la capacité de la trémie de la pelle, soit environ 0,86 m³. Le fond de la benne est constitué par 2 secteurs qui s'ouvrent simultanément pour la vidange au moyen d'un piston télescopique à air comprimé, commandé à distance par le machiniste de la locomotive. L'ouverture des 2 secteurs crée un orifice de dimensions telles qu'il autorise une vidange très rapide des déblais, même si ceux-ci sont humides et de forte granulométrie. La benne circule sur des profilés spéciaux dont est munie la partie supérieure des wagons.

(1) Extrait de « Industria Mineraria » n° 12, 1964, p. 709/714.

Mijnmateriaal

Nota's verzameld door INICHAR

SYSTEEM VOOR HET SNEL LEDEN VAN STENEN (1)

Het betreft een Italiaans procédé, ontworpen en uitgewerkt voor het laden en vervoeren van de stenen voortkomend van het delvingsfront in een galerij met kleine sektie (2,30 × 2,40 m). Het geheel bevat (fig. 1) : een laadschop (1), een platform (2), een wagentje (3), een wagen met hellend vlak (4), een reeks wagens 5), een wagen met lier (6), een lokomotief (7).

1°) *Laadschop.*

Het is een laadwagen op wielen van de firma Atlas-Copco, voorzien van een bunker met een nuttige inhoud van 0,75 m³. Deze machine is in staat om zelfstandig te werken aan een front waar geen sporen liggen.

2°) *Laadplatform.*

Bedoeld wordt een rolweg waarvan de helling voldoende is om een gemakkelijk ledigen van de bunker mogelijk te maken. Deze helling heeft ook het voordeel dat de bunker op het ogenblik van het ledigen steeds dezelfde stand inneemt ten opzicht van het wagentje.

3°) *Het wagentje.*

Het wagentje is in feite een kist op vier wielen met een inhoud die iets groter is dan die van de bunker, namelijk ongeveer 0,86 m³. De bodem wordt gevormd door twee sektoren die voor het ledigen gelijktijdig geopend worden ; dit gebeurt door middel van een teleskopische persluchtcylinder die op afstand bediend wordt door de machinist van de lokomotief. Door het bewegen der sektoren ontstaat een opening langs waar de wagen in elk geval zeer snel geledigd wordt, ook als zijn inhoud vochtig is of bestaat uit grote stukken. De wagen rijdt over

(1) Uittreksel uit « Industria Mineraria » nr 12, 1964, p. 709/714.

gons. Entre les berlines, on intercale des bouts de rails de façon à assurer la continuité du chemin de roulement. C'est un treuil de scraper qui assure le mouvement de va-et-vient de la benne. Ce treuil fonctionne à l'air comprimé et il est commandé par le machiniste de la locomotive.

4°) *Chariot à plan incliné.*

C'est un simple châssis monté sur roues et profilé de telle sorte qu'il relève le niveau du chemin de roulement depuis l'endroit du chargement, sous la trémie de la pelle, jusqu'à la partie supérieure des berlines. La pente de ce plan incliné atteint 30°.

5°) *Wagons.*

Ce sont des wagons du type Granby, très connus dans les mines métalliques. Ils ont une capacité de 2,200 m³, ce qui représente environ 3 fois la capacité de la trémie de la pelle ou de la benne. Les bords supérieurs de ces wagons sont simplement munis de profilés d'un type spécial. Aux extrémités, on a prévu des logements spéciaux pour intercaler les bouts de rails qui permettent d'assurer la continuité du chemin de roulement entre 2 berlines.

6°) *Treuil monté sur chariot.*

Il s'agit d'un treuil de scraper à air comprimé, à 2 tambours, d'une puissance de 8 ch. Il prend donc place entre la locomotive et le premier wagon du convoi. Il est actionné par le machiniste ou encore par une télécommande pneumatique fonctionnant sur le courant de la batterie de la locomotive.

7°) *Locomotive électrique.*

C'est une locomotive électrique à accumulateurs, d'une puissance de 9 ch.

8°) *Accessoires divers.*

a) Dispositif électrique relié à la batterie de la locomotive et destiné aux signalisations acoustiques et lumineuses.

b) Tuyaux flexibles de 1" et 2" pour la commande de la benne et de la pelle.

c) Câbles en acier d'un diamètre de 8 ou 10 mm, pour la translation de la benne.

Fonctionnement du système.

Sitôt les fumées du tir disparues, on relie les flexibles à air comprimé à la pelle et au treuil de translation. La pelle commence immédiatement le chargement des déblais ; simultanément, le train de chargement est amené à front, poussé par la locomotive qui reste ainsi en tête. On abaisse la portion de voie qui fait partie du chariot à plan incliné et qui est susceptible de pivoter pour venir se raccorder

speciale profielen die aan de bovenkant der wagens zijn aangebracht. Tussen de verschillende wagens worden eindjes spoor aangebracht om onderbrekingen in de rolweg te voorkomen. De kist wordt heen en weer bewogen door middel van een scraperlier. Deze werkt met perslucht en wordt door de machinist van de lokomotief bediend.

4°) *Wagen met hellend vlak.*

Het is een eenvoudig raamwerk op wielen, zo gebouwd echter dat het de rolweg opvoert van het peil waar het vullen plaats vindt, onder de bunker, tot op het bovenste peil van de wagens. De helling bereikt 30°.

5°) *Wagens.*

Deze zijn van het type Granby dat wel bekend is in de ijzermijnen. Ze hebben een inhoud van 2,200 m³, dit is ongeveer driemaal die van de bunker van de laadwagen of van de kist. Op de bovenranden van de wagens werden de speciale profielen op eenvoudige wijze bevestigd ; aan de uiteinden zijn gleuven voorzien voor het aanbrengen van de eindjes spoor die de verbinding tussen twee wagens moeten tot stand brengen.

6°) *Lier op een wagen.*

Deze scraperlier wordt met perslucht aangedreven heeft twee trommels en een vermogen van 8 pk. Ze wordt geplaatst tussen de lokomotief en de eerste wagen van de trein. Ze wordt bediend door de machinist en is verder uitgerust met een pneumatische afstandsbediening die eveneens gebruik maakt van de stroom geleverd door de accumulator van de lokomotief.

7°) *Elektrische lokomotief.*

Het betreft een elektrische accumulatorenlokomotief met een vermogen van 9 pk.

8°) *Verschillende bijhorigheden.*

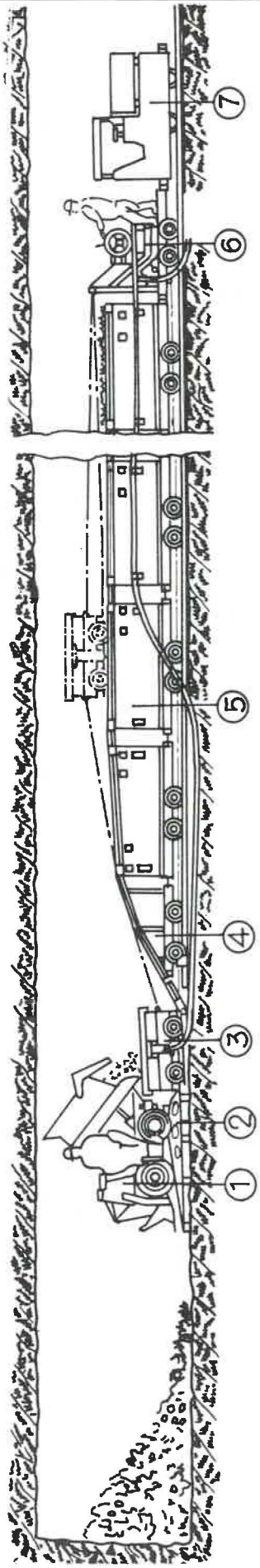
a) Elektrische inrichting verbonden met de accumulator van de lokomotief en gebruikt voor het overbrengen van licht- en geluidssignalen.

b) Persluchtslangen van 1" en 2" voor de aandrijving van de laadschop en de kist.

c) Stalen kabels met een doormeter van 8 of 10 mm voor het verplaatsen van de kist.

Werking van het systeem.

Zohaast de schietdampen opgetrokken zijn worden de luchtslangen op de laadschop en de transportlier aangebracht. De laadschop begint onmiddellijk met het laden der stenen ; terzelfdertijd wordt de trein naar het front gestuwd door de lokomotief die bijgevolg altijd aan de kop blijft. Men laat een gedeelte van het spoor op het hellend vlak neer, het gedeelte namelijk dat draaibaar bevestigd is om te kunnen aansluiten met de basis van het



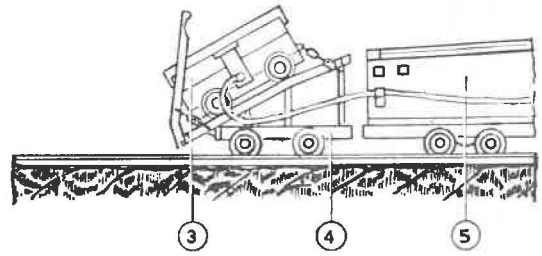


Fig. 2.
Mode de fixation de la benne au chariot à plan incliné.
Het vastleggen van het wagentje op het hellend vlak.

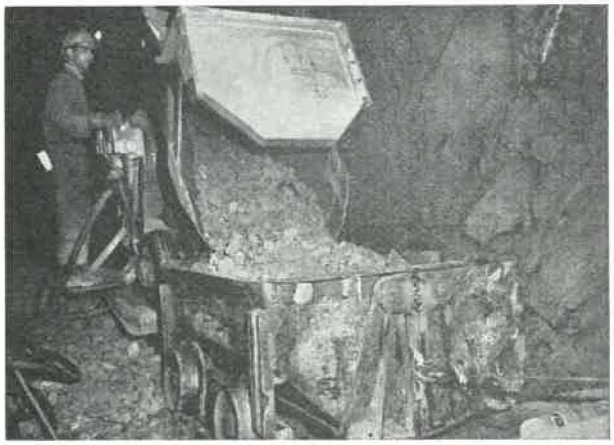


Fig. 3.
L'autopelle A.C.M. T2GH effectue le chargement de la benne.
De laadschop A.C.M. T2GH vult het wagentje.

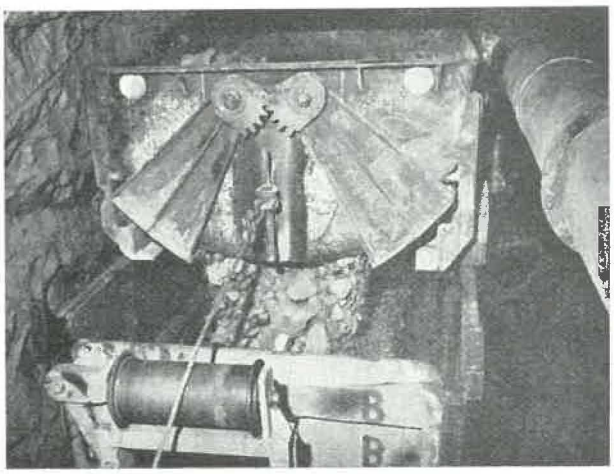


Fig. 4.
Déchargement de la benne dans le wagonnet. La vidange se réalise par commande à distance d'un piston actionné penumatiquement.
Het ledigen van het wagentje in de treinwagens. Het ledigen gebeurt door middel van een met perslucht op afstand bediende zuiger.

←

Fig. 1.
Le train à chargement rapide « Montevecchio ».
De trein voor snel laden « Montevecchio ».

par son extrémité au marche-pied du chargement (fig. 2). Le machiniste de locomotive prend position aux commandes du treuil de translation ; de cet endroit, il fait descendre la benne le long du plan et l'amène en position requise pour le chargement des déblais basculés depuis la trémie de la pelle (fig. 3). Cette dernière, dans l'intervalle, a entamé le chargement à front de galerie. Lorsque sa trémie a été remplie, elle est revenue en arrière, est montée sur sa plate-forme et a basculé son contenu dans la benne. Elle retourne ensuite à front, tandis que le machiniste ramène la benne à l'aplomb du premier wagon et la décharge au moyen d'une soupape pneumatique (fig. 4). Cette opération se répète 3 fois pour le remplissage de chaque wagon et pour tous les wagons qui font partie du train. Lorsque le chargement est entièrement terminé, le treuilliste ramène la benne sur le plan incliné où elle est assujettie au moyen d'une chaîne (fig. 2). On soulève la portion de voie pivotante et on la fixe également au moyen d'une chaîne. On enlève les flexibles de commande pour les poser dans des étriers disposés sur les parois latérales de chaque wagon. On retire également les bouts de rails de raccord entre berlines et on les dispose dans des logements spécialement prévus sur les parois des wagons. Le machiniste de locomotive peut alors partir avec tout son convoi et le décharger à l'endroit prévu.

Le cycle de travail pour le chargement et l'évacuation des déblais d'une volée est ainsi terminé et on peut s'atteler à la préparation de la nouvelle volée.

Dans ce système, l'élément qui est susceptible de variation est représenté par le nombre de wagons qui doit faire partie du convoi. Ce nombre sera déterminé en fonction de la profondeur de la volée, de la nature des roches et de la section de la galerie, pour permettre une utilisation optimale de la pelle.

Dans le cycle de travail qui a été décrit, les opérations sont effectuées par 3 hommes : le conducteur de la pelle, un manœuvre qui, avec l'aide de dispositifs électriques de signalisation acoustique et lumineuse, indique au treuilliste le point de déchargement de la benne et enfin un machiniste de locomotive-treuilliste.

Les deux premiers ouvriers sont en fait respectivement l'ouvrier de la voie et son aide qui, dans les premières phases du cycle, ont assuré la foration du front, le chargement et le tir de la volée. On ne comprend pas dans ce personnel, les ouvriers qui sont affectés aux services auxiliaires, à savoir : la pose des tuyauteries, de la voie, l'amenée du matériel, etc.

Le train de déblocage rapide « Montevecchio » est breveté en Italie et à l'étranger par la firme internationale Atlas-Copco.

platform (fig. 2). De lokomotiefmachinist neemt plaats aan de lier ; van hier uit laat hij het wagentje zakken langs het hellend vlak tot het zijn juiste positie heeft ingenomen om van uit de bunker van de laadschop te worden gevuld (fig. 3). Inmiddels is de laadschop bezig met het opruimen der stenen aan het front. Zodra de bunker vol is komt de terug, rijdt op het platform en stort haar inhoud in het wagentje. Terwijl de laadschop naar het front terugkeert brengt de machinist het wagentje boven de eerste treinwagen en ledigt hem door middel van ene pneumatische klep (fig. 4). Hetzelfde wordt driemaal gedaan vooraleer de wagen gevuld is, waarop de overige wagens op dezelfde wijze worden geladen. Wanneer de ganse trein geladen is, brengt de machinist het wagentje opnieuw op het hellend vlak, waar het door middel van een ketting wordt vastgelegd (fig. 2). Daarop wordt het draaibaar eind spoor eveneens opgelicht en met een ketting vastgehangen. De persluchtslangen worden afgekoppeld en opgehangen in daartoe bestemde beugels langszij elke wagen. Ook de verbindingssporen tussen de wagens worden weggenomen en in speciale kistjes langs de zijwanden van de wagens opgeborgen. De lokomotiefmachinist kan nu vertrekken met heel de sleep en zijn lading storten op de daartoe aangeduide plaats.

Daarmee is de arbeidscyclus betreffende het laden en afvoeren, in verband met een schietverrichting, geëindigd en kan men zich gereedmaken voor een nieuwe.

Het veranderlijk element in dit systeem is het aantal wagens waaruit de sleep bestaat. Het is een funktie van de lengte der mijnen, de aard van het gesteente en de sektie der galerij en moet zodanig gekozen worden dat er een optimaal gebruik wordt gemaakt van de laadschop.

Voor het uitvoeren van de hoger beschreven cyclus zijn drie personen nodig : de machinist van de laadschop, een handlanger die door middel van ene elektrische licht- en geluidssignalisatie aan de machinist van de lier de nodige aanduidingen geeft voor het ledigen van de kist, en tenslotte de machinist voor lokomotief en lier.

De eerste twee zijn dezelfden als de houwer en zijn helper, die gedurende de eerste faze van de cyclus het front hebben afgeboord, geladen en geschoten. Het hier beschreven personeel houdt zich niet bezig met bijkomende werken : plaatsen van buizen en sporen, aanvoeren van materiaal enz.

De trein voor snel transport « Montevecchio » is in Italië en het buitenland gebreveteerd op naam van de internationale firma Atlas-Copco.

PROTOTYPE DE RABOT FORTEMENT PERCUTANT (2)

Le rabot porte un nombre pair d'outils activés percutants (fig. 5). Il diffère du rabot classique en ce que l'effet du rabotage provoqué par la translation peut être augmenté au besoin par l'activation automatique d'un ou plusieurs outils.

Chacun de ceux-ci (fig. 6) est une entité autonome et comporte :

— un vérin avec, à l'extrémité libre, une lame en forme de ciseau ;

— un marteau lourd ;

— un mécanisme hydraulique permettant au marteau de frapper le vérin à coups répétés. Ce mécanisme ne fonctionne que si la lame a déjà pénétré dans le charbon d'une certaine quantité et en a reçu une certaine poussée de déclenchement, réglable entre de larges limites par un dispositif de contrôle. La poussée de déclenchement doit être suffisante, pour que le mécanisme percutant ne travaille pas inutilement, mais assez basse pour être certain qu'au moins un des outils percute avant le calage du rabot.

L'huile sous pression, nécessaire aux différents mécanismes percutants, est fournie par une pompe

(2) Extrait de « Colliery Engineering », janvier 1965, p. 4/7.

PROTOTYPE VAN EEN SCHAAF MET VERHOOGDE SLAGKRACHT (2)

De schaaf bevat een paar aantal geaktiveerde slagwerktuigen (fig. 5). In tegenstelling met de gewone schaaf kan het effekt veroorzaakt door de translatie zo nodig verbeterd worden door een of meerdere werktuigen die automatisch in werking treden.

Elk van deze werktuigen vormt een zelfstandige eenheid (fig. 6) en bevat :

— een cylinder met een schaarvormige beitel aan het vrije einde ;

— een zware hamer ;

— een hydraulisch mekanisme waardoor de hamer herhaaldelijk en krachtig tegen de cylinder wordt geslagen. Dit mekanisme treedt pas in werking nadat de beitel reeds over een zekere diepte in de laag gedrongen is en van deze laatste een reaktie ondervindt welke de hamer in beweging brengt, reaktie die door een kontroleapparaat binnen wijde grenzen regelbaar kan bepaald worden. De inschakeldruk moet hoog genoeg zijn opdat het mekanisme niet nutteloos zou werken, maar ook voldoende laag opdat steeds ten minste één werktuig zou tussenkomen vooraleer de schaaf vastloopt.

De olie onder druk nodig voor de verschillende slagmekanismen wordt geleverd door een in de

(2) Uittreksel uit « Colliery Engineering », januari 1965, p. 4/7.

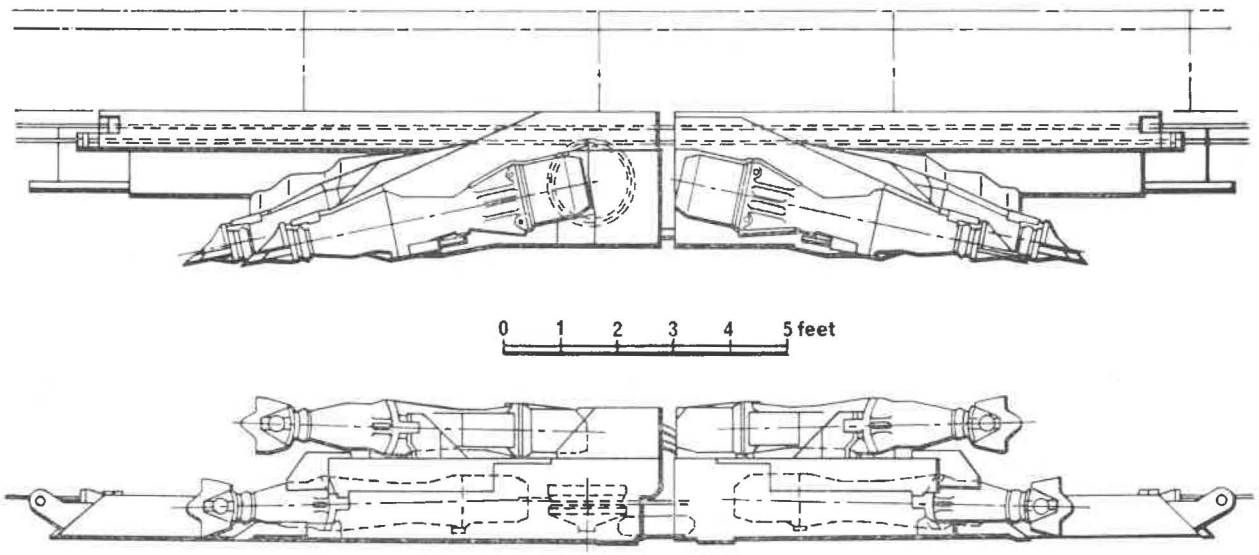


Fig. 5.

Schéma d'ensemble du rabot percutant.

Overzichtelijk schema van de schaaf met slaande beitels.

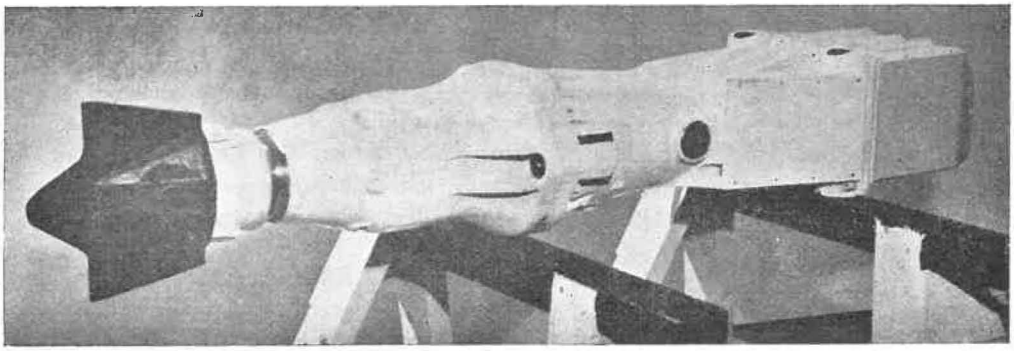


Fig. 6.

Vue d'un outil à lame percutant (unité de percussion).
Zicht op een werktuig met slaande beitels (slageenheid).

logée dans le corps du rabot. Un câble sans fin parcourt la taille ; en traversant le corps de rabot, il actionne une roue Clifton accouplée à la pompe ; la vitesse constante de ce câble est plusieurs fois supérieure à la vitesse maximal du rabot, afin que la pompe tourne toujours dans le même sens et ait un débit sensiblement constant.

Le choc, pour avoir son plein effet sur la rupture du charbon, doit essentiellement être donné par un marteau lourd, tandis que le vérin porte-lame doit avoir une masse plus faible. Ceci pour deux raisons. En premier lieu, le marteau en général ne pourra rebondir sur le vérin : sinon, une partie de l'énergie de percussion est renvoyée au marteau au lieu d'être transmise au massif. En second lieu, la vitesse de pénétration de la lame doit être lente pour effectuer un dégagement maximum du charbon abattu, car seule une petite partie de l'énergie cinétique des produits en mouvement provient de l'énergie interne du charbon comprimé par la lame. Pour produire un choc d'énergie donnée, plus lourd est le marteau, plus lente peut être sa vitesse au moment de l'impact. La relation entre ces éléments n'est pas précisée : elle dépend de la nature du métal et des caractéristiques de la veine. Cependant, on peut observer que la lame étant fortement poussée contre le massif au moment du choc, ne se sépare pas du marteau, sinon un très court instant ; donc la vitesse maximale de la lame dépend directement de celle du marteau, elles décroissent en même temps.

Le mécanisme de percussion fonctionne de la façon suivante : une fois la poussée de déclenchement atteinte, le marteau recule à une certaine distance du vérin-lame, et est immobilisé, pendant le temps qu'un piston écrase contre son arrière un réservoir déformable rempli de gaz inerte. Lorsque ce gaz atteint une pression suffisante, on libère le marteau, qui est alors chassé en avant par l'expansion du gaz et qui vient frapper le vérin-lame. Les

schaaf ingebouwde pomp. In de pijler loopt een kabel zonder einde ; hij loopt doorheen de schaaf en stelt daarin een Clifton-wiel in werking dat met de pomp verbonden is ; de snelheid van deze kabel is konstant en bedraagt verschillende malen de hoogste snelheid van de schaaf, zodat de pomp altijd in dezelfde zin draait en een nagenoeg konstant debiet heeft.

Opdat het effekt op de te breken kolenlaag zo hoog mogelijk zou zijn, moet men hoofdzakelijk gebruik maken van een zware hamer terwijl de cylinder met de beitel eer licht moet zijn. Hiervoor zijn twee redenen : ten eerste mag de hamer niet terugspringen op de cylinder, want dan wordt een gedeelte van de slagkracht terug in de hamer gezonden in plaats van aangewend te worden voor het afbouwen. Ten tweede moet de beitel met geringe snelheid in het massief dringen om het losmaken van grote hoeveelheden kolen te bevorderen, want van de kinetische energie der brukstukken komt slechts een klein gedeelte voort van de inwendige energie der door de beitel samengedrukte kolen. Wenst men per slag een bepaalde energie, dan zal de snelheid van de hamer kleiner zijn naarmate zijn gewicht groter is. Het veband tussen die twee grootheden is wel niet streng bepaald ; het hangt samen met de natuur van het staal en de aard van de laag. Wel ziet men dat een beitel die sterk tegen de kolen gedrukt wordt op het ogenblik van de slag, niet tenzij een zeer kort ogenblik van de hamer gescheiden wordt ; de hoogste snelheid van de beitel hangt dus rechtstreeks af van die van de hamer ; een vermindering van de laatste brengt een vermindering van de eerste mee.

Het slagmekanisme werkt als volgt : zohaast de inschakeldruk bereikt is wordt de hamer op een zekere afstand van de cylinder gebracht en daar vastgehouden, terwijl een hoeveelheid inert gas door middel van een zuiger wordt samengedrukt tegen zijn achterzijde. Wanneer de druk hoog genoeg

éléments autres que le marteau sont alors ramenés au repos par amortissement hydraulique.

On ne constate en général aucun recul du rabot au moment d'un choc, car l'effort de recul est inférieur à l'effort de translation + les frottements par glissement du rabot (exception : poussée de déclenchement choisie très faible).

Le mécanisme de percussion a une seconde fonction : réabsorber et dissiper l'énergie en excès pour l'abattage. Dans le cas extrême où le charbon est proche de la rupture, l'énergie à dissiper vaut pratiquement celle libérée par le choc, d'où nécessité de protéger le mécanisme contre toute détérioration. Dans cette éventualité, l'amortissement hydraulique déjà cité intervient : vérin-lame et marteau compriment le gaz détendu, qui se détend à nouveau, cette énergie de détente étant dissipée en chaleur.

Initialement, le mécanisme percutant était basé sur un système de ressorts, développant une énergie de 83 kgm contre 138 actuellement que l'on peut fournir à une cadence de deux fois par seconde si c'est nécessaire.

Jusqu'à présent, les essais ont eu lieu dans trois couches. Ils ont montré que l'effet supplémentaire de choc dépend de la nature du charbon. Cependant, celle-ci est très sensible aux effets de la percussion. En charbon tendre, de faible résistance à la pénétration de la lame, le résultat est le même que si on augmentait fortement l'effort de traction, la lame effectuant un travail de rabotage pur. En charbon dur, c'est très différent : l'effet s'étend assez loin de l'outil en travail ; la percussion provoque des ondes de choc se propageant dans le massif et rompant le charbon suivant ses plans de moindre résistance ; le résultat ressemble davantage à un minage. Dans les deux cas, le charbon se fragmente en gros morceaux, avec très peu de fines. D'où augmentation du prix de vente moyen et plus grande facilité de lavage.

Le rabot percutant envoie comparativement très peu de poussières dans le courant d'air : donc diminution du risque de formation d'un mélange explosif (avec les grosses particules) et du risque d'antracose (avec les plus fines). Ces avantages permettent une concentration plus poussée au chantier, qui a un effet marqué sur le coût total de production.

Enfin, chaque unité percutante est très robuste et ne demande comme entretien qu'un graissage facile et le maintien de la pression correcte du gaz inerte. En cas de panne ou d'entretien préventif, l'unité est aisément remplacée et remontée en surface.

gestegen is wordt de hamer vrijgemaakt ; hij wordt door het ontspannend gas vooruit en tegen de cylinder met de beitel gedreven. De andere elementen dan de hamer worden in hun oorspronkelijke stand teruggebracht door hydraulische schokdempers.

In het algemeen komt de schaaf niet achteruit op het ogenblik van de slag, omdat de terugslagkracht kleiner is dan de translatiekracht en de wrijvingsverliezen van de schaaf (uitzondering : een zeer laag gekozen inschakeldruk).

Het slagmekanisme vervult nog een andere rol, namelijk de overtollige krachten opslorpen en doen verdwijnen. In het grensgeval waar de kolen gereed zijn om te splijten, is de te vernietigen energie praktisch gelijk aan de slagenergie zelf zodat er zeker reden bestaat om het mekanisme tegen beschadiging te beschermen. In dat geval komt de reeds vernoemde hydraulische schokbreker tussen : de cylinder en de hamer drukken het gas samen, waarop dit laatste zich opnieuw ontspant terwijl de ontspanningsenergie omgezet wordt in warmte.

Oorspronkelijk werd de slagkracht bekomen door veren die een nergie van 83 kgm ontwikkelden ; nu bedraagt deze energie 138 kgm en dat met een kadans van twee slagen per seconde als het nodig is.

Tot nu toe werd het systeem in drie lagen beproefd. Deze proeven hebben aangetoond dat het bijkomend effekt afhangt van de aard der laag. De kolen zijn nochtans zeer gevoelig aan slagkrachten. In zachte kolen, die weinig weerstand bieden aan het indringen van de beitel is het resultaat hetzelfde als dat van een verhoogde trekkracht op de schaaf. In harde kolen is het gans anders : hier laat de invloed zich op tamelijk grote afstand van het werktuig gevoelen ; de slag geeft het ontstaan aan schokgolven die zich in het massief voortplanten en het doen breken volgens zijn vlakken van kleinste weerstand ; de werking gelijkt meer op die van springstof. In beide gevallen verkrijgt men grote blokken en weinig fijnkool ; dit heeft een gunstige invloed op de verkoopprijs en vergemakkelijkt het wassen.

De schaaf met slaande beitels verwekt betrekkelijk wenig stof en vermindert bijgevolg het gevaar van vorming van ontplofbare mengsels (grove deeltjes) en het gevaar voor anthracosis (fijnere deeltjes). Dit kan leiden tot een sterkere concentratie der werkplaatsen hetgeen dan weer een grote invloed heeft op de totale produktiekosten.

Tenslotte vormt iedere slageenheid een zeer stevig geheeld dat als enig onderhoud een eenvoudige smering vereist alsmede het in stand houden van een juiste druk op het inert gas. Bij storing of preventief onderhoud kan de eenheid gemakkelijk worden gedemonteerd en naar boven gebracht.

Samenvattend : dit soort schaaf brengt kool voort met een gunstige stukgrootte ; het mekanisch rende-

En résumé, ce type de rabot produit du gros charbon, avec un rendement mécanique élevé et très peu de poussières, quelle que soit la dureté de la veine. Le principe de fonctionnement est robuste et la réalisation pratique.

HAVEUSE A DISQUE REGLABLE EN HAUTEUR (3)

Cette haveuse fonctionne dans une taille, en démarrage au moment de l'article, en couche Shallow au charbonnage Lea Hall, West Midlands Division (South Staffordshire et Shropshire Area) Grande-Bretagne.

La couche Shallow a 3,15 m d'épaisseur ; c'est un charbon de bonne qualité. La profondeur est de 300 m. Le toit se compose d'une argile compacte et de schistes tendres ; le mur d'argile compacte et de schistes durs. La couche même varie en dureté : la laie supérieure de 0,83 m est très dure, on la désigne sous le nom de « Shallow dure » ; la laie inférieure est plus tendre. Un intercalaire pas toujours net sépare ces deux laies. On ne prend que la laie inférieure de 2,30 m.

La couche se prête aussi bien à l'exploitation par traçages mécanisés qu'à celle par longue taille, dont il est question ici.

Le front a 133 m de longueur. Il est équipé de soutènement mécanisé Wild, à raison d'une unité par mètre de front (fig. 7). La voie de base est creusée en avant du front avec chargeuse Joy MC2 ; la section de 4,5 m × 2,35 m est préparée par tirs à courts retards avec explosif Unifrax.

La haveuse de taille est une B.J.D. de 150 ch, la première de ce type construite par la firme (fig. 7). Elle coupe depuis la voie de base jusqu'à celle de tête avec le tambour en avant, afin de supprimer la niche de tête (fig. 8) ; le convoyeur blindé n'ayant pas de tête motrice à cet endroit (une seule tête motrice hydraulique Meco au pied), le tambour peut venir déboucher dans la voie de tête. Il enlève de cette façon 1,50 m à la partie supérieure de la laie. On abaisse ensuite le tambour, à la voie de tête ; en course descendante, on abat les 0,85 m restant au mur (fig. 7).

Le tambour en hélice de 1.50 m de diamètre, de la firme Mining Supplies Ltd, forme une spirale à 2 spires. Le soc de chargement est du type standard,

(3) Extrait de « Colliery Engineering », décembre 1964, p. 488/490.

ment is hoog en de stofontwikkeling gering ongeacht de aard van de laag. Het werkingsprincipe is zeer eenvoudig en het is op praktische wijze ten uitvoer gebracht.

TROMMELONDERSNIJMACHINE MET REGELBARE SNIJHOOGTE (3)

Terwijl dit artikel geschreven wordt is deze machine werkzaam in een pas vertrokken pijler in de laag Shallow van de kolenmijn Lea Hall, West Midlands Division (South Staffordshire en Shropshire Area) Engeland.

De laag Shallow is 3,15 m dik en bevat goede kolen. Ze ligt 300 m diep. Het dak bestaat uit vaste klei en zachte schiefer, de vloer uit vaste klei en harde schiefer ; de laag zelfs is niet overal even hard ; het bovenste deel van 83 cm is hard en draagt de naam « harde Shallow » ; het onderste is zachter. Tussen beide zit een niet steeds goed zichtbaar steenpak. Men ontgint enkel de onderste laag van 2,30 m.

De laag kan even goed ontgonnen worden met opeenvolgende mekanisch gedolven gangen als met lange pijlers ; in hetgeen volgt is sprake van ontginning door lange pijlers.

De lengte van het front bedraagt 133 m. De pijler wordt ondersteund met mekanische stutting Wild, één eenheid per meter (fig. 7). De voetgalerij wordt voorop gemaakt met laadwagen Joy MC2 ; de sektie bedraagt 4,50 × 2,35 m en wordt geschoten met Unifrax en korte vertraging.

De ondersnijmachine van de pijler is een B.J.D. 150 pk, de eerste dergelijke die de firma maakt (fig. 7). Ze snijdt van de onderste naar de bovenste galerij met de trommel in vooruitgeschoven positie, zodat de nis aan de kop van de pijler niet meer nodig is (fig. 8) ; de pantserketting heeft aan de kop evenmin een aandrijfmachine, vermits hij alleen voorzien is van een hydraulische aandrijving Meco aan de voet ; bijgevolg kan de snijtrommel tot in de galerij komen. Op die manier wordt de bovenste 1,50 m van de laag weggenomen. Daarna wordt de trommel in de kopgalerij lager gezet, en wordt de overblijvende 0,85 m tegen de vloer tijdens de dalende vaart genomen (fig. 7).

De schroefvormige trommel met doormeter van 1,50 m van de firma Mining Supplies Ltd draagt een spiraal bestaande uit twee ringen. Men gebruikt een gewone laadschop sedert de transporteur aan de zijde van het front voorzien werd van ruimplaten zodat men kan omdrukken zonder vooraf te moeten zuiver maken.

(3) Uittreksel uit « Colliery Engineering », december 1964, p. 488/490.

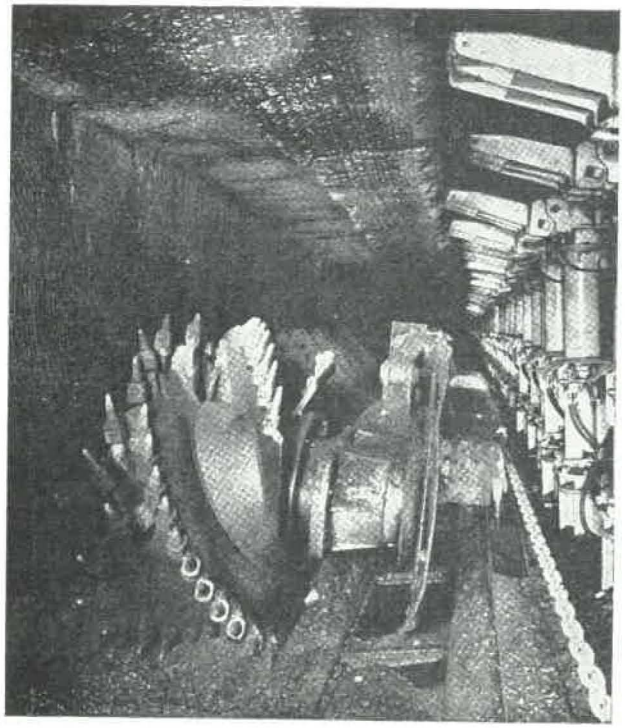


Fig. 7.
Vue de la haveuse à disque (course descendante) et du soutènement Wild.
Zicht op de trommelondersnijmachine (dalende vaart) en de ondersteuning Wild.

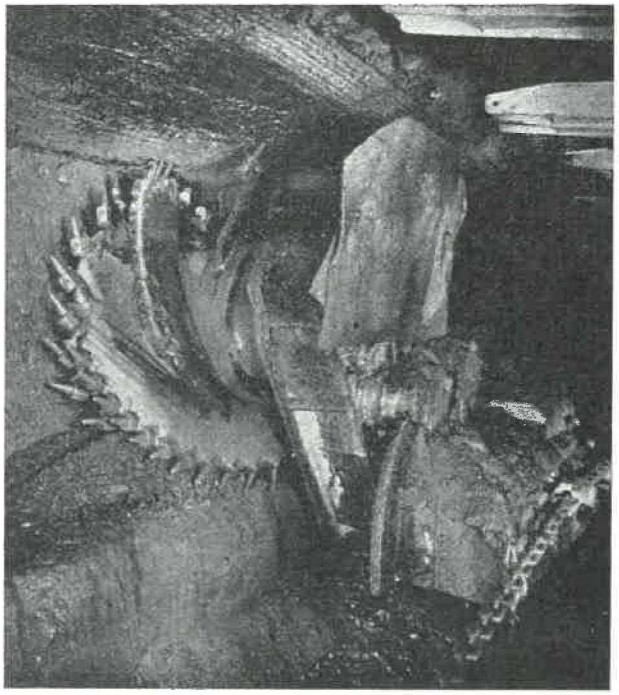


Fig. 8.
La haveuse découpe en montant la tranche supérieure (droite vers gauche).
De machine ontgint de bovenste snede tijdens de stijgende vaart (van rechts naar links).

depuis que le blindé a été doté côté front de rampes de chargement, permettant de riper sans nettoyer.

La haveuse s'appuie côté remblai sur un chemin de glissement au-dessus de la haussette protégeant le câble électrique ; à front, aucun appui ne s'est avéré nécessaire pour les patins.

L'attelée du chantier est la suivante :

Creusement voie de base et niche	4
Commande de la machine, déplacement du câble	2
Ripage du soutènement et du blindé	3
Soutènement de la voie de tête	1
	10 hommes

Au moment de la visite, le front venait de démarrer ; les résultats étaient fort encourageants. Le disque travaillait bien, le charbon passait sous la haveuse sans incident.

Actuellement, l'abattage se fait à trois postes par jour.

Aan de kant van de vulling steunt de machine op een spoor dat gemonteerd is boven op de opzetplaten die de elektrische kabel overdekken ; aan het front vergen de glijschoenen geen enkele bijzondere steun.

De personeelsbezetting van de werkplaats is de volgende :

Delven van voetgalerij en nis	4
Bediening van de machine en verplaatsen van de kabel	2
Omdrukken van ondersteuning en transporteur	3
Ondersteunen van kopgalerij	1
	10 man

Tijdens het bezoek was de pijler pas vertrokken en waren de resultaten zeer bemoedigend. De snijtrommel werkte goed en de kolen gingen zonder moeilijkheden onder de machine door.

Op dit ogenblik wordt er kool gewonnen gedurende drie diensten per dag.

TAMBOUR DE HAVEUSE AVEC GUIDAGE DU CHARBON (4)

En Grande-Bretagne, la mécanisation de l'abattage se fait en grosse partie par les haveuses à tambour.

Il existe maintenant des haveuses coupant dans les deux sens de marche, conçues par la Section Mécanisation du N.C.B. (avec soc réversible) ; c'est un progrès important. Cependant, le tambour doit être conçu pour faciliter l'écoulement du charbon vers le blindé, à travers l'intervalle entre lui-même et le soc (tambour à spirale ou « Hélix »). Avec ces types de tambour, la vitesse de translation a pu être augmentée et la granulométrie améliorée (sous certaines conditions).

Ce dernier point est fort important, car, de toutes les abatteuses mécaniques, c'est la haveuse qui a le plus d'influence sur la dégradation du charbon.

A la suite d'importants travaux préliminaires, la firme N.J. Muschamp and C°, Ltd., a produit un nouveau tambour, adaptable sur toute haveuse à disque, et notamment celles à deux sens de coupe et soc réversible. Diamètre minimum : 0,60 m (avec pics) (fig. 9).

(4) Extrait de « Colliery Engineering », février 65, p. 56/58.

ONDERSNIJTROMMEL MET GELEIDER VAN DE KOLEN (4)

In Engeland berust de mekanisering van de kolenwinning hoofdzakelijk op de trommelondersnijmachines.

Men heeft nu machines die in de twee richtingen snijden ; ze zijn gebouwd door de Mekanische Afdeling van het N.C.B. (met omkeerbare laadschop) ; ze betekenen een belangrijke stap vooruit. Toch moet men ervoor zorgen dat de trommel zoveel mogelijk helpt bij het verplaatsen van de kolen naar de transporteur doorheen de opening tussen de trommel zelf en de laadschop (spiraaltrommel of « Helix »). Met dergelijke soort trommel verkrijgt men en hogere translatiesnelheid en een betere stukgrootte (in zekere omstandigheden).

Dat laatste punt is van zeer groot belang omdat de ondersnijmachine diegene is die van alle winmachines het meest fijnkool produceert.

Na belangrijke voorbereidingen is de firma N.J. Muschamp and C°, Ltd, erin geslaagd een nieuwe trommel te bouwen die op elke trommelondersnijmachine kan worden aangebracht en ook op die welke in twee richtingen werken en een omkeerbare laadschop hebben. De minimum doormeter bedraagt 0,60 m (buitenkant beitels) (fig. 9).

(4) Uittreksel uit « Colliery Engineering », februari 1965. p. 56/58.

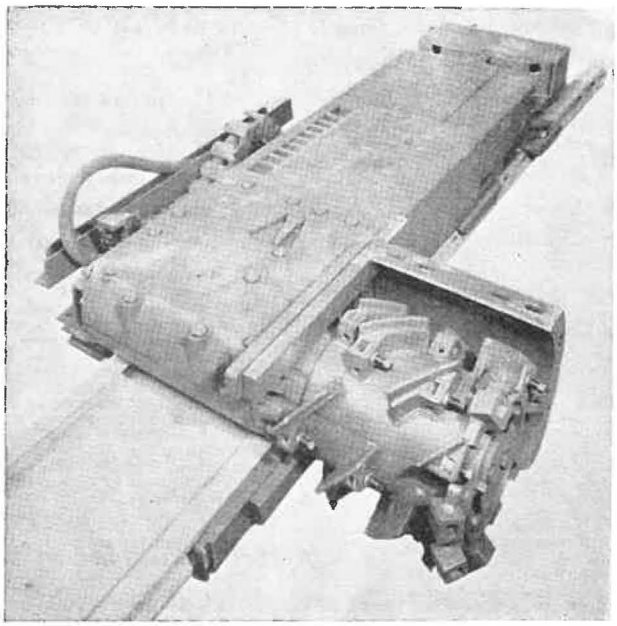


Fig. 9.

Tambour guideur de charbon Muschamp, avec soc réversible de chargement.

Trommel Muschamp voor het geleiden van de kolen, met omkeerbare laadschop.

Les avantages sont :

— bonne adaptation aux couches minces, à cause de l'excellent dégagement du charbon entre tambour et soc ;
— bonne granulométrie des produits ;
— action plus régulière sur le massif, donc allongement de la vie de la machine.

La figure 10 montre un plan de la développante du tambour. Chaque boîte à pics s'accompagne d'une palette ou aube de chargement. La position relative de la boîte et de la palette varie de spire en spire. Donc, chaque partie a un rôle bien précis à jouer pour assurer le succès de l'ensemble.

Ces ailettes ou aubes s'orientent pour former 4 hélices à 4 lames semblables à celles d'un navire, et de même mode d'action, ces hélices formant une spirale différente de celle formée par l'implantation des pics.

La figure 10 est relative à un tambour muni d'un pic par aube. Cependant, dans certaines couches, une densité de pics plus élevée donne de meilleurs résultats (2 pics par aube).

Les pics sont disposés pour former une vis telle que chaque pic tour à tour a son propre front d'attaque et arrache le charbon en le faisant éclater. Seuls les pics standards du N.C.B. conviennent (fig. 11).

Men heeft de volgende voordelen vastgesteld :

— zeer geschikt voor dunne lagen, vermits de kolen gemakkelijk uitkomen tussen trommel en laadschop ;
— produkten met voordelige stukgrootte ;
— meer regelmatige inwerking op het massief en bijgevolg minder sleet op de machine.

Figuur 10 toont de ontwikkelde trommel. Achter elke beitelhouder komt een schraper of schoep. De betrekkelijke stand van de houder ten opzichte van de schoep verschilt van spiraal tot spiraal. Elk onderdeel heeft bijgevolg een speciale rol te vervullen opdat het algeheel resultaat er zou zijn.

De vleugeltjes of schoepen staan zo dat ze samen 4 schroeven vormen met elk 4 bladen zoals die van een schip ; ze werken ten andere op dezelfde manier ; deze schroeven vormen een spiraal die niet dezelfde is als deze gevormd door de inplantingspunten der beitels.

Figuur 10 toont een trommel waar elke schoep haar beitel heeft. In sommige lagen bekomt men echter een beter resultaat met een grotere dichtheid aan beitels (2 per schoep).

De beitels staan in schroefvorm zodat ieder van hen op zijn beurt in het front komt en de kolen afrukt door hen te doen splijten. Enkel de standaard-beitels van het N.C.B. kunnen hier dienen (fig. 11).

Elke beitelhouder is voorzien van een speciale grendel in staal bedekt met Cd ; dit onderdeel ver-

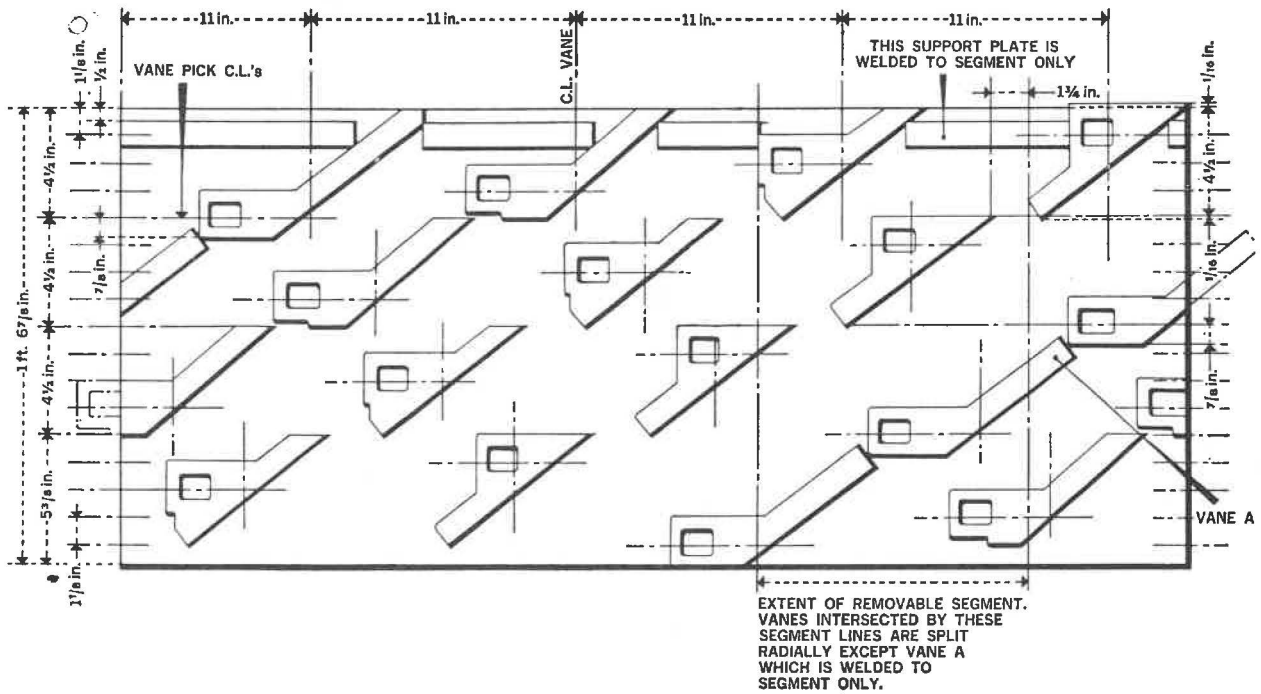


Fig. 10.
Développante du tambour avec implantation des pics et des ailettes directrices.
Ontwikkelde trommel met inplanting van de beitels en de geleidingsschoepen.

Vane pick : pic à ailette - beitel met schoep — This support ... only : ce plat-support est soudé au segment seulement - deze draagplaat is enkel aan het segment gelast — Extent of ... only : Extension du segment amovible. Les aubes interrompues par les extrémités du segment sont coupées radialement excepté l'aube A qui est soudée au segment seul - Uitzetten van het beweegbaar segment. De schoepen die door de uiteinden van het segment geen plaats meer hebben worden radiaal afgesneden behalve de schoep A die alleen op het segment staat gelast — Vane A : aube (ou ailette) A - schoep (of vleugeltje) A).

Chaque boîte à pics est munie d'une pièce rapportée auto-calante, en acier recouvert de Cd. Cette pièce est taillade de plusieurs fentes ; une fois vissée, elle se tord légèrement et agrippe le filet, empêchant le desserrage en service.

Des essais fructueux avec ce tambour ont lieu à la mine Holmewood, East Midlands Division.

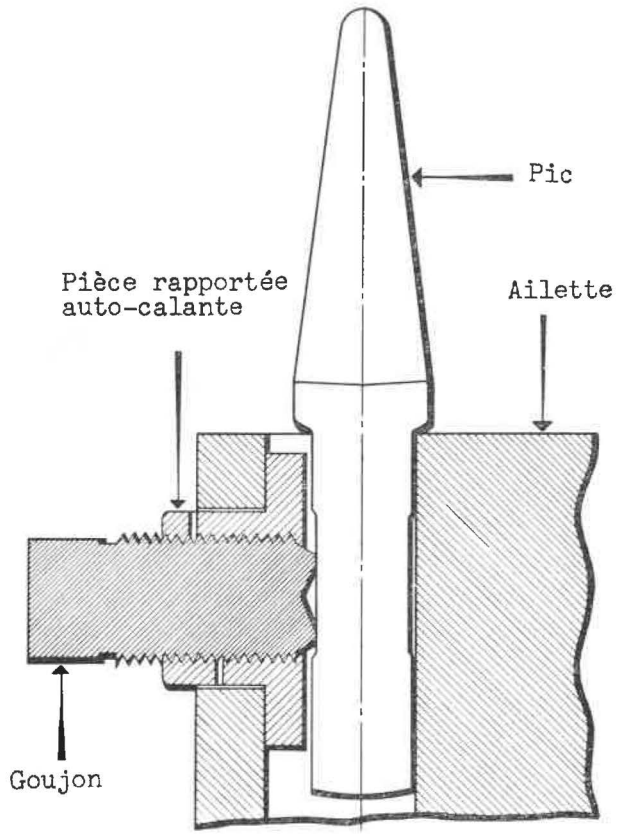


Fig. 11.
Schéma du dispositif de fixation des pics (pics standards du N.C.B.).
Schematische voorstelling van het bevestigen der beitels (standaard beitels van het N.C.B.).

Pièce rapportée auto-calante : bijgevoegd zelf blokkerend onderdeel — Goujon : tapse bout.

MACHINE A CREUSER LES NICHES « MUNIKO » PREMIERE APPLICATION EN RUHR (5)

La mécanisation de l'abattage du charbon, dans les niches et les fronts de bosseyement, intéresse beaucoup d'exploitants. Au siège Grimberg 3/4 des charbonnages Harpener Bergbau A.G., on a tenté de résoudre le problème au moyen d'une machine d'abattage universelle « Muniko » de la firme Mönninghoff.

(5) Extrait de « Schlägel und Eisen », décembre 1964, p. 814/821.

toont verschillende insnijdingen ; eenmaal vastgeschroefd wringt de beitelhouder zich een weinig waardoor hij ingrijpt met de schroefdraad en elk loskomen tijdens de dienst voorkomt.

Er worden met deze trommel succesrijke proeven verricht in de mijn Holmewood, East Midlands Division.

MACHINE « MUNIKO » VOOR HET DELVEN VAN NISSEN DE EERST TOEPASSING IN RUHR (5)

Het mekaniseren van de kolenwinning in nissen en aan galerijfronten interesseert vele bedrijfsleiders. In de zetel Grimberg 3/4 van de Harpener Bergbau A.G. kolenmijnen heeft men de oplossing van het probleem gezocht in het gebruik van de universele winmachine « Muniko » van de firma Mönninghoff.

1. De plaats.

De zetel Grimberg bevat twee pijlers die naar het westen lopen, in laag Ida op de verdieping van 850 m. De noordelijke is uitgerust met een pas-aanschaaf, de zuidelijke met een ankerschaaf.

De werkplaats heeft de volgende kenmerken (tabel I).

De machine « Muniko » staat aan het front van de gemenschappelijke vervoergalerij der twee pijlers (fig. 12).

De laag Ida heeft de volgende kenmerken :

Dak :

zandsteenachtige schiefer	10 m	
schiefer	1,60 m	
vals dak : kleiachtige schiefer (slechte hoedanigheid)	≅ 0,70 m	(veranderlijk)

Laag :

kolen	1 m	
steenpak	0,20 m	
kolen	0,50 m	
	1,50 m + 0,20 m = 1,70 m	

Vloer : zandsteenachtige schiefer en zandsteen.
Helling : 5° zuid.

2. Uitrusting en werking van het front met de « Muniko ».

De machine werd reeds eerder beschreven : werkingsprincipe, uitvoering, kenmerken (6). Wij ko-

(5) Uittreksel uit « Schlägel und Eisen », december 1964, p. 814/821.

(6) Vgl. Annalen der Mijnen van België, november 1964. p. 1446 ev.

TABLEAU I.

	Taille A (nord)	Taille B (sud)
Longueur de taille	260 m	110 m
Appareil d'abattage	Rabot ajouté (Westfalia)	Rabot Mega (Beien)
Soutènement en taille	Etançons hydrauliques individuels (Ferromatik) Bêles métalliques Vanwersch	
	800 mm 52/96 en ligne	1250 mm 52/96 en triangle
Avancement du front de taille	2 m par jour	
Genre de remblai	Par foudroyage ; débris de foudroyage en petits morceaux	
Engin de desserte de la taille	Convoyeur à chaîne unique EKF 2 (Halbach et Braun)	
Tonnage journalier	1500 tonnes	
Engin de desserte de la galerie	Convoyeur à chaîne unique EKF 3 (Eickhoff, Bochum)	
	Convoyeur à écailles curviligne avec galets baladeurs, 800 mm de largeur (Hauhinco, Essen)	

TABEL I.

	Pijler A (noord)	Pijler B (zuid)
Lengte van de pijler	260 m	110 m
Winmachine	Pas-aan-schaaf (Westfalia)	Mega-schaaf (Beien)
Ondersteuning in pijler	Individuele hydraulische stijlen (Ferromatik) Gelede kappen Vanwersch	
	800 mm 52/96 in lijnen	1250 mm 52/96 in verband
Dagelijkse vooruitgang	2 m	
Dakkontrole	Door breukbouw ; de dakbreuk levert kleine stukken op	
Pijlertransport	Enkele ketting transporteur EKF 2 (Halbach & Braun)	
Dagelijkse produktie	1500 ton	
Galerijtransport	Enkele ketting transporteur EKF 3 (Eickhoff Bochum)	
	Kromlijnige schubbentransporteur met een breedte van 800 mm (Hauhinco Essen)	

1. Lieu de l'essai

Au siège Grimberg, deux tailles chassent vers l'ouest en couche Ida à l'étage 850. La taille nord est équipée d'un rabot ajouté, la taille sud d'un rabot-ancre.

Les caractéristiques du chantier sont données au tableau I.

C'est à front de la voie de base, commune aux deux tailles, que se trouve la machine « Muniko » (fig. 12).

La couche Ida a les caractéristiques suivantes :

Toit :

schiste gréseux	10 m
schiste	1,60 m
Faux-toit : schiste argileux (déliteux)	≅ 0,70 m (variable)

Couche :

charbon	1 m	
intercalaire		0,20 m
charbon	0,50 m	
	1,50 m + 0,20 m	= 1,70 m

Mur : schiste gréseux et grès.

Pente : 3° sud.

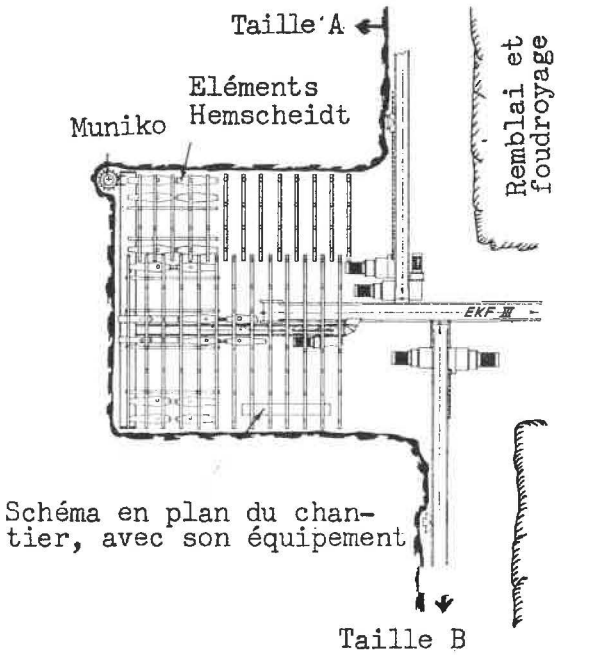


Fig. 12.

Schéma en plan du chantier avec son équipement.

Grondplan van de werkplaats met haar uitrusting.

Taille : pijler — Eléments Hemscheidt : Hemscheidt elementen — Remblai of foudroyage : opvulling en breukvulling

2. Equipement et marche du chantier avec la « Muniko ».

Cette abatteuse a déjà été décrite : principe de fonctionnement, aspects d'exécution, caractéristiques (6). Nous ne parlerons que de certains aspects et des améliorations au cours de l'essai.

Le front d'abattage de la machine atteint 10,50 m :

4,30 m pour la niche de la taille nord
4,70 m pour la largeur de voie
1,50 m pour la niche de la taille sud.

21. *Abattage.*

Le tambour de havage a un diamètre de 650 mm et une hauteur de 1 m. Les lignes de pics sont écartées de 18 mm.

La figure 13 montre bien le châssis et le guidage du tambour le long du convoyeur. Au début, le châssis était en une pièce ; de nombreuses difficultés sont apparues, obligeant de séparer paliers et châssis : guidage trop rigide (coincements, déformations), réglage trop limité de la saignée, montages et démontages pénibles.

A la vitesse angulaire initiale de 82 tr/min, le tambour n'arrachait pas de façon continue ; il a

men hier enkel terug op sommige biezondere aspekten en op hetgeen in de loop van de proef verbeterd werd.

De machine bestrijkt een front van 10,50 m :

4,30 m voor de nis van pijler noord
4,70 m voor de galerij zelf
1,50 m voor de nis van pijler zuid.

21. *De winning.*

De snijtrommel heeft een doormeter van 650 mm en een hoogte van 1 m. De afstand tussen de verschillende rijen beitels bedraagt 18 mm.

Figuur 13 geeft een duidelijk beeld van het raam en van de manier waarop de trommel over de transporteur wordt geleid. Aanvankelijk was het raam uit een stuk. Wegens talrijke moeilijkheden heeft men het raam van de andere machineonderdelen moeten scheiden : te starre geleiding (vastlopen, vervorming), te kleine regelingsmogelijkheid voor de snijdiepte, lastig monteren en demonteren.

Bij de oorspronkelijke hoeksnelheid van 82 omw./min verkreeg men geen doorlopende werking ; men is moeten gaan tot 115 omw./min of een lineaire snelheid van 4 m/s voor de beitels (190 liters olie/min onder druk van 160 kg/cm²).

(6) Cfr. Annales des Mines de Belgique, novembre 1964, p. 1446 et suiv.

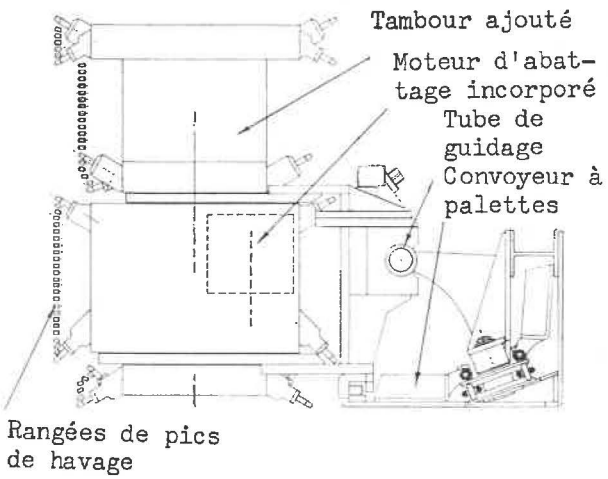


Fig. 13.

Guidage du tambour de havage le long du convoyeur.

Geleiding van de snijtrommel langsheen de transporteur.

Tambour ajouté : opzettrommel — Moteur d'abattage incorporé : ingebouwde aandrijfmotor — Tube de guidage : geleidingsbuis — Convoyeur à palettes : transporteur met vlakke meenemers — Rangée de pics de havage : rijen beitels

fallu passer à 115 tr/min, soit 4 m/s pour la vitesse linéaire des pics (190 litres d'huile/min sous 160 kg/cm^2).

Au passage des paliers, le tambour porte une bague en bronze qui assure l'étanchéité ; à l'origine, c'était un métal tendre qui, à la longue, permettait à l'eau et à la poussière de pénétrer à l'intérieur du tambour.

Au début, l'enfoncement en charbon se faisait à l'extrémité de la niche. Mais le tambour se calait à cause de la dureté du charbon et de l'intercalaire. L'enfoncement se fait dorénavant à 1 m des extrémités, cm par cm ; il dure 5 min. On prend soin que le mur soit légèrement entamé, pour ne rien abandonner, car enlever une banquette après coup fait perdre du temps.

La vitesse moyenne de translation est de 1,50 m/min. Malgré la forme en soc du bord du convoyeur, il faut nettoyer l'allée avant ripage, à cause des blocs sous-cavés, qui s'éboulent ou qu'il faut abattre au marteau-piqueur. Une passe complète, avec enfoncement, translation et nettoyage dure 35 min.

22. *Evacuation des produits.*

Les deux convoyeurs dont les chaînes marchent en sens inverse ramènent les produits vers une station centrale, après déviation à 90°. Cette station possède une goulotte, qui déverse sur un convoyeur

De draagassen der trommels worden nu afgedicht met een bronzen ring ; voorheen werd zacht metaal gebruikt doch na zekere tijd drong water en stof langs daar in het inwendige van de trommel.

In de aanvang dreef men de trommel in het front aan het uiteinde van de nis ; de trommel liep echter vast wegens de hardheid van de kolen en het steenpak. Nu begint men op 1 m van het uiteinde, en men gaat cm voor cm vooruit. Het inbrengen duurt 5 min. Men zorgt er voor dat de machine een weinig van de vloer meeneemt zodat er geen kolen ter plaatse blijven, want het verwijderen van een laag restkolen leidt tot tijdverlies.

De machine verplaatst zich met een gemiddelde snelheid van 1,50 m/min. Al heeft de transporteur de vorm van een schop, toch moet men alles reinigen voor het omdrukken, omdat de ondergraven koolblokken neerstorten of inmiddels moesten worden afgebouwd. Een volledige arbeidsgang, met inbegrip van het inbrengen, het eigenlijk snijden en het opruimen, duurt 35 min.

22. *Het ontruimen van de produktie.*

De twee transporteurs werken in tegenovergestelde richting en brengen de produkten over een hoek van 90° naar een centraal station. Dit eindigt in een schuif langswaar de kolen vallen op een enkele kettingtransporteur Halbach en Braun, die over gans zijn lengte ophangt aan een monorail. Daarop volgt de laadpantserketting EKF 3. Het afwerpstation is onafhankelijk van deze pantserketting en maakt deel uit van de zwevende transporteur.

Voor de samenstelling van de transporteurs had men passtukken van 0,5, van 1 en van 2 m nodig.

Er hebben zich tijdens de proeven twee problemen gesteld.

Grote ondergraven koolblokken deden al vallend de transporteur vastlopen. Men heeft de trekkracht vergroot en de snelheid verminderd door het gebruik van een reduktor 2/1 ; de snelheid verminderen betekent echter een nadeel ; men heeft ze bepaald op 0,50 m/s door het oliedebiet in elk der motoren vast te stellen op 75 liters/min.

Ten tweede kwamen er verankeringen voor wegens fijnkool aan de kettingwielen en in de terugloopkast. Men heeft het aantal tanden der kettingwielen, alsook in de terugloopkast. De afvoergebracht in de onderbouw tegenover de kettingwielen, alsook in de terugloopkast. De afvoerschuif werd hoger en langer gemaakt.

23. *Het omdrukken.*

De vijzels waarmee de transporteur wordt omgedrukt steunen tegen drie elementen van de schrijdende stutting.

monochaîne Halbach et Braun, suspendu tout au long à un monorail. Ensuite vient le répartiteur des tailles EKF3. La station de déversement est indépendante du convoyeur, mais est solidarisée avec le convoyeur suspendu.

Il a fallu disposer, pour ajuster les convoyeurs, d'éléments de raccord de 0,50 m, de 1 et de 2 m.

Deux problèmes se sont présentés au cours de l'essai.

De gros blocs sous-cavés en s'éboulant bloquaient le convoyeur. On a alors augmenté l'effort de traction en diminuant la vitesse de transport par un réducteur 2/1 ; or réduire cette vitesse est un handicap ; on l'a portée à 0,50 m/s en portant à 75 litres/min le débit d'huile de chaque moteur.

Le second problème avait trait aux calages, provoqués par les fines entraînées aux roues à empreintes et dans le caisson de retour. On a porté de 4 à 5 ou 6 le nombre de dents des roues, et prévu des évidements du châssis à l'endoit des roues et dans le caisson de retour. La goulotte de déversement a été relevée et prolongée.

23. *Ripages.*

Les vérins pour le convoyeur sont fixés à trois éléments de soutènement marchant.

Le lourd ensemble station de déversement-convoyeur transversal ne peut, pour être ripé, être attaché au convoyeur de niche, qu'il ferait se déboîter. Il reste indépendant et ripé par deux vérins à double effet, reliés à une pile marchante Hemscheidt à quatre étançons, réunis deux à deux par bêle montante. Les opérations se succèdent dans l'ordre suivant :

— Pile calée. Comme les autres éléments de soutènement marchant, elle maintient le convoyeur aligné contre le front, durant la passe.
— Passe achevée. Ripage des convoyeurs et enfoncement du tambour en charbon.
— Décalage de la pile. Ripage de la pile au moyen de ses deux vérins à double effet, appuyés contre la station de déversement.
Recalage de la pile. Ripage de la station par les mêmes vérins, appuyés maintenant contre la pile.

24. *Groupe électro-hydraulique de commande.*

Moteur électrique, pompes et réservoir forment un groupe compact relié aux convoyeurs par chaînes, et halé avec lui.

L'huile n'est pas encore du type difficilement inflammable, mais on étudie la question.

Diverses améliorations ont été apportées :

1°) A l'origine, le moteur électrique commandait une seule pompe. L'huile haute pression arrivait par un flexible DN 40 au poste de commande (placé

Het geheel van afwerpstation en dwarse transporteur is te zwaar om samen met de transporteurs der nissen omgedrukt te worden, want deze laatste zouden er door uit elkaar getrokken worden. Dit geheel blijft onafhankelijk en wordt vooruitgebracht door middel van twee dubbelwerkende vijzels, die steunen tegen een mekanisch voortbewogen bok Hemscheidt, samengesteld uit vier stijlen die twee aan twee met elkaar verbonden zijn door kappen dwars op het front. De verschillende bewerkingen gebeuren als volgt :

— De bok staat vast. Zoals de overige elementen van de schrijdende stutting houdt hij de evenwijdige transporteur tijdens de arbeidsgang tegen het front.
— De arbeidsgang is gedaan. De transporteurs worden vooruitgedrukt en de trommel wordt in de kolen gedraaid.
— Losmaken van de bok ; deze wordt vooruitgebracht met behulp van zijn twee dubbelwerkende vijzels die steunen tegen de afwerpkop.
— De bok opnieuw vastzetten. Dezelfde vijzels, die nu steun zoeken tegen de bok, drukken het station vooruit.

24. *Hydro-elektrische bedieningsgroep.*

De elektrische motor, de pompen en het reservoir vormen een aaneengesloten geheel dat op de kettingtransporteur staat en samen met hem vooruitgebracht wordt.

De olie is nog niet van een moeilijk ontvlambaar type doch deze zaak wordt verder onderzocht.

Verschillende verbeteringen werden aangebracht :

1°) In het begin dreef de elektrische motor slechts één pomp aan. De olie kwam onder hoge druk langs een slang DN 40 tot aan de bedieningspost (opgesteld aan de afwerpkop) ; deze laatste bestond uit een regelafsluiter per motor.

Nadelen :

— slecht globaal rendement van de installatie ;
— overdreven verwarming van de olie, en bijgevolg veelvuldig uitschakelen van de elektrische motor door de thermostaat ;
— onvoldoende dichtheid van de aansluitingen der slang DN 40 wegens haar te grote doormeter.

2°) Men had op de motoras vier tandradpompen in parallel gezet met automatische regeling van het debiet naargelang van de behoefte der motoren. Men heeft echter na zekere tijd vastgesteld dat de bedrijfszekerheid van deze pompen niet groot was.

3°) De tandradpompen zijn nu vervangen door speciale pompen die hun olie betrekken uit één enkel reservoir met waterkoeling.

Van elke pomp loopt een hoge druk slang naar de bedieningspost opzij van de omkeer- en de afwerpkop voor de produkten (een slang DN 30 voor

à la station de déversement) ; ce poste était constitué d'une vanne de réglage par moteur.

Inconvénients :

— mauvais rendement global de l'installation ;
— échauffement exagéré de l'huile, d'où déclenchements fréquents du moteur électrique par le thermostat ;
— manque d'étanchéité aux raccords du flexible de trop grand diamètre (DN 40).

2°) On a disposé sur l'arbre moteur quatre pompes à engrenages travaillant en parallèle, dont les débits se réglaient d'eux-mêmes par la demande des moteurs. Mais à la longue, on a constaté que le fonctionnement de ce type de pompe n'était pas sûr.

3°) Actuellement, on a remplacé les pompes à engrenages par des pompes spéciales, s'alimentant à un réservoir unique, doté d'un refroidisseur à eau.

De chaque pompe part un flexible haute pression vers le poste de commande placé sur le côté de la station de déviation et de déversement des produits (un flexible DN 30 pour le moteur d'abattage, des flexibles DN 16 pour les trois autres moteurs).

Le poste de commande comprend par moteur une vanne de commande et une de sécurité.

Le retour des moteurs au réservoir se fait par un flexible basse pression DN 40.

25. *Lutte contre les poussières.*

Au retour des moteurs, l'huile, avant de rejoindre le réservoir, passe dans un refroidisseur à circulation d'eau. Cette eau est utilisée à abattre les poussières au tambour de havage (par les pics). Grâce à cet arrosage, le dégagement de poussières est relativement faible. Mais les installations de pulvérisation sont fragiles et doivent être entretenues avec soin.

26. *Soutènement du chantier* (fig. 12).

Le toit est assez lourd.

Au-dessus du convoyeur, on dispose tous les 0,70 m, deux longues poutrelles chassantes : à l'aval, une GI 130 de 2 × 3,50 m (assemblage par éclisse à griffes) ; une GI 120 sur les 3,50 m restant à l'amont. Des étançons hydrauliques supportent les poutrelles. Le garnissage est un fort treillis en acier.

Le toit est encore soutenu par trois éléments de soutènement marchant (auxquels sont fixés les vérins de ripage), sans compter la pile spéciale à la station de déversement.

3. Résultats obtenus.

L'essai a commencé fin novembre 1963. Il s'étend sur 10 mois.

La machine a extrait environ 6.500 m³ de charbon brut, soit environ 6.000 t nettes.

de snijmotor, slangen DN 16 voor de overige drie motoren).

De bedieningspost bevat per motor een werkafsluiter en een veiligheidsafsluiter.

De olie loopt naar het reservoir terug langs een lage druk slang DN 40.

25. *Stofbestrijding.*

Tussen de motoren en het reservoir loopt de olie door een koeler met watercirkulatie ; hetzelfde water dient om het stof te bestrijden op de snijtrommel (langs de beitels). Dank zij deze besproeiïng wordt er betrekkelijk weinig stof verwekt. De sproeikoppen zijn echter zeer kwetsbaar en moeten zorgvuldig onderhouden worden.

26. *Ondersteuning van de werkplaats* (fig. 12).

Het dak is tamelijk zwaar.

Boven de transporteur plaatst men om de 70 cm twee lange dwarskappen ; aan de onderkant een GI 130 bestaande uit 2 × 3,50 (delen verbonden door klauwen) ; aan de bovenkant een GI 120 van 3,50 m. Deze kappen steunen op hydraulische stijlen. Voor de bekleding wordt sterke gevlochten draad gebruikt.

Verder gebruikt men voor de ondersteuning van het dak drie elementen van de schrijdende stutting (waartegen de omdrukcylinders steunen) en bovendien de speciale bok bij de afwerpkop.

3. De resultaten.

De proef begon einde november 1963 en duurde 10 maanden.

De produktie van de machine bedroeg ongeveer 6.500 ton bruto of 6.000 ton netto.

Het personeel blijft 310 min aan het front, hetzij 620 min voor twee diensten. Het eigenlijk winnen van 2 m duurt slechts 4 × 35 min = 140 min.

De tijd is verdeeld als volgt (in %) :

Nuttige tijden.		
Winning en omdrukken	13,4	
Onderhoud van de machine	7,2	
Ondersteuning	48,5	
		69,1
Dode tijden.		
Afdalen	9,5	
Verplaatsing ondergronds	16,6	
Verloren tijd (storing aan de machine of de transporteur)	4,8	
		30,9
		100 %

Het ondersteunen duurt lang. Indien dit kon genormaliseerd worden zou de « Muniko » 47 m²

La durée de présence du personnel au chantier est de 310 min par poste, soit 620 min pour les deux postes d'abattage. L'abattage des 2 m ne prend que 4 × 35 min = 140 min.

Voici la répartition du temps (en %) :

Temps utiles.		
Abattage, y compris le ripage	13,4	
Entretien de la machine	7,2	
Poste du soutènement	48,5	
		69,1
Temps morts.		
Descente	9,5	
Déplacement au fond	16,6	
Temps perdus (pannes à la machine ou au convoyeur)	4,8	
		30,9
		100 %

Le soutènement prend beaucoup de temps. Avec durées normalisées, la « Muniko » dans les mêmes conditions pourrait déhouiller 47 m²/poste, soit 4 m d'avancement/poste.

Dans les niches et fronts de voie déhouillés au marteau-piqueur, le rendement atteint 4,7 m³/hp (avec soutènement) et 10 m³/hp pour l'abattage seul. Avec la « Muniko », on atteint respectivement 8,4 et 46,5 m³/hp, soit une économie de 2 hp/m d'avancement. Cependant ici, le soutènement exige un personnel anormalement important.

4. Rentabilité.

La machine coûte 100.000 DM. On estime l'amortir en 5 ans. Les réparations ont atteint 19.000 DM, soit 20 % du prix d'achat ; parmi celles-ci, 1.400 DM pour 108 pics ; en réparations, cela donne 2,92 DM/m³ charbon.

En prenant un avancement de 2 m/jour (42 m³) et en comptant 70 DM/hp de salaire, on établit le tableau suivant :

	à la main	avec « Muniko »
Main-d'œuvre	630,—	350,—
Location des machines	5,—	168,—
Energie	12,—	14,—
Autres frais réels	7,—	25,—
Frais d'exploitation	654,—	557,—

Soit par mètre d'avancement :

327 DM au marteau-piqueur
278 DM avec la « Muniko »

Economie ≅ 50 DM/m

Cette rentabilité peut augmenter encore en chantier plus facile.

per dienst kunnen ontkolen, hetgeen neerkomt op een vooruitgang van 4 m/dienst.

Waar nissen of galerijfronten met de afbouwhamer worden gewonnen bereikt het hakeffekt (met ondersteunen) 4,7 m³/man/dienst en voor het winnen alleen 10 m³/man/dienst. Met de « Muniko » wordt dat respektievelijk 8,4 en 46,5 m³man/dienst. Dit betekent een winst van 2 man/dienst per meter vooruitgang. Op deze plaats wordt echter een abnormaal hoog aantal diensten aan de ondersteuning besteed.

4. Rentabiliteit.

De machine kost 100.000 DM. Men denkt ze te delgen in 5 jaar. Voor herstelling gaf men 19.000 DM of 20 % van de aankoopprijs uit ; hiertoe behoren 1.400 DM voor de beitels ; wat herstellingen betreft komt men tot 2,92 DM/m³ kolen.

Met een vooruitgang van 2 m/dag (42 m³) en een loon van 70 DM/man/dienst verkrijgt men volgende cijfers :

	met de hand	met « Muniko »
Handarbeid	630,—	350,—
Kostprijs der machine	5,—	168,—
Drijfkracht	12,—	14,—
Andere werkelijke onkosten	7,—	25,—
Ontginningsonkosten	654,—	557,—

Dit maakt per meter vooruitgang :

327 DM met de afbouwhamer
278 DM met de « Muniko »

Besparing ≅ 50 DM/m

In meer aangepaste werkplaatsen kan deze rentabiliteit toenemen.

ZWEVENDE LAADPANTSERKETTING (7)

Gewoonlijk staat de laadpantserketting « Huwood » op een dragend raam dat over het uiteinde van de galerijvervoerband heen gebouwd wordt. De laadpantserketting kan omgedrukt worden op schaatsen of op wielen, hetgeen tenslotte afhangt van de aard van de vloer.

Opdat schaatsen goed gaan moet de vloer hard en droog zijn (hetgeen zelden het geval is). Het is dan ook niet te verwonderen dat de meeste laadpantserkettingen in Engeland op wielen staan.

Toch komen ook met dit systeem moeilijkheden voor, bij voorbeeld wanneer de vloer leemachtig of vochtig is of buitengewoon brokkelig. In de kolenmijn Tilmanstone heeft men verkozen de laadpant-

(7) Uittreksel uit « Colliery Guardian », 5 maart 1965, p. 334/335.

CONVOYEUR REPARTITEUR SUSPENDU (7)

La méthode courante du montage du répartiteur « Huwood » prévoit l'utilisation d'un châssis-support qui enjambe l'extrémité de chargement du convoyeur de voie. Le convoyeur répartiteur peut être ripé, soit sur patins, soit sur roues, le choix étant finalement déterminé par la nature du mur.

Un fonctionnement heureux des patins exige une surface de mur, dure et sèche (conditions peu fréquentes). On ne s'étonne donc pas de constater que les répartiteurs montés sur roues sont les plus fréquents dans les mines britanniques.

Malgré tout, même avec ce dernier type, des difficultés surgissent, par exemple, lorsque le mur est argileux et humide ou inhabituellement friable. La solution adoptée au Charbonnage Tilmanstone consiste à suspendre le répartiteur « Huwood » à un monorail.

Tout l'équipement, postérieur au point de déchargement de la taille, est suspendu à partir de deux courtes longueurs de monorail (fig. 14). Le poids de la tête motrice et du transformateur est repris par la paire de monorails. Au surplus, un monorail reprend, seul, les bacs de répartiteur et la plate-forme comportant la réserve de câbles, tandis que l'autre monorail supporte les organes de distribution et le groupe moto-pompe. L'avancement des diverses unités s'effectue de la manière suivante : le tablier portant les organes de distribution et le groupe motopompe est relié, d'une manière rigide, au châssis de la tête motrice du convoyeur de taille. Dès lors, au moment ou les pousseurs du convoyeur ripent ce dernier, le tablier et sa charge suivent automatiquement (fig. 15). Ce système de ripage élimine les travaux de week-end coûteux, nécessaires avec le système classique où les organes de distribution reposent sur le mur.

Entre le transformateur et les organes de distribution, on laisse suffisamment de mou sur le câble, pour permettre un avancement journalier du tablier, sans devoir riper simultanément le transformateur.

Ce transformateur, à haute tension, d'un poids de 3 tonnes, est très facilement avancé à la main chaque jour, après commande d'un interrupteur pour isoler l'unité et satisfaire ainsi au règlement ayant trait aux mouvements des appareils électriques, dont la tension est supérieure à 650 V (fig. 16).

La progression du convoyeur répartiteur « Huwood » s'effectue dans le courant du poste, au moyen de deux vérins hydrauliques qui travaillent indépendamment de ceux utilisés en taille. Leur action est commandée par les ouvriers occupés au creusement de la niche. C'est une mesure nécessaire du fait que le convoyeur de taille et l'extrémité anté-

(7) Extrait de « Colliery Guardian », 5 mars 1965, p. 334/335.

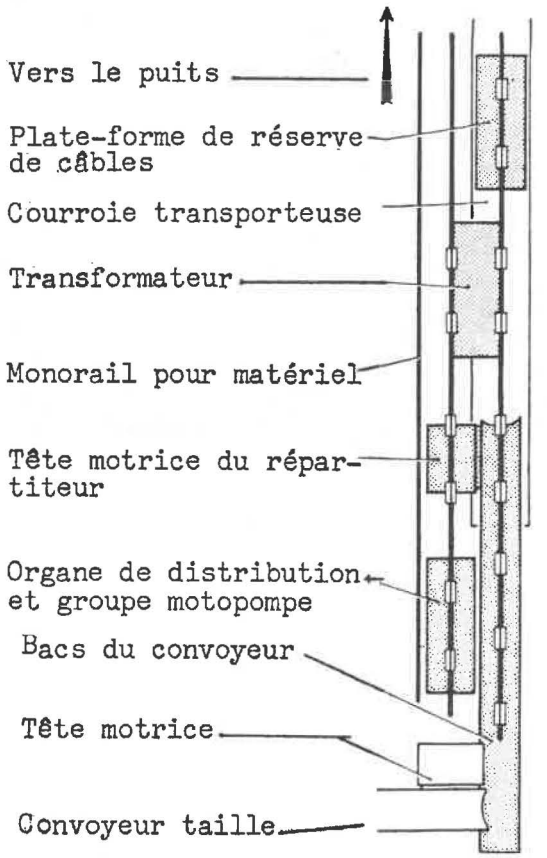


Fig. 14.

Schéma de l'installation suspendue (les portions ombrées représentent ce qui est suspendu).

Schema van de zwevende installatie (de gearceerd vlakken stellen de opgehangen delen voor).

Vers le puits : naar de schachten — Plate-forme de réserve de câbles : platform met kabelreserve — Courroie transporteuse : vervoerband — Monorail pour matériel : monorail voor materiaal — Tête motrice du répartiteur : drijfkop laadpantserketting — Organe de distribution et groupe motopompe : stuurbord en hydraulische groep — Bacs du convoyeur : pijlertransporteur.

serketting « Huwood » op te hangen aan een monorail.

Heel de uitrusting hangt achter het laadpunt op aan twee korte eindjes monorail (fig. 14). Het gewicht van de drijfkop en de transformator wordt over beide sporen verdeeld. Daarbuiten neemt één rail de gotentrein op en de kabelreserve, terwijl de andere de stuurorganen en de hydraulische groep draagt. Om dit alles vooruit te brengen gaat men tewerk als volgt : het bord met de stuurorganen en de hydraulische groep zijn vast verbonden met de basis van de drijfkop van de pijlertransporteur. Dus komt het bord en alles wat er aan hangt vanzelf vooruit zohaast de pijlertransporteur door middel van drukcylinders wordt vooruitgebracht (fig. 15). Met dit omdruksysteem spaart men veel werk uit tijdens de week-ends, dat onmisbaar was met het klassiek systeem waar de stuurorganen op de vloer rusten.

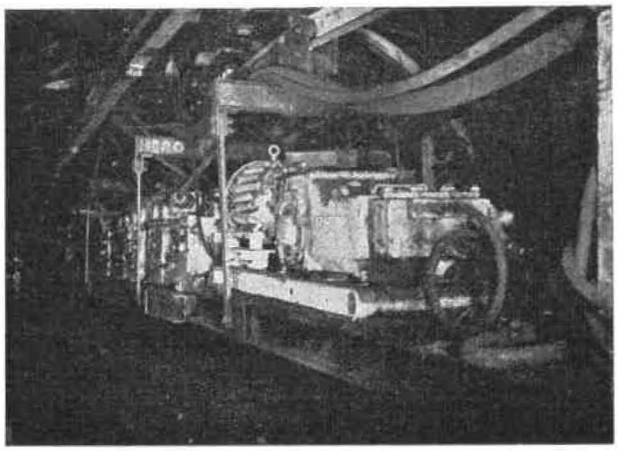


Fig. 15.
Plates-formes de suspension des organes de distribution et du bloc motopompe.
Zwevende platformen voor de stuurorganen en de hydraulische groep.

rieure du répartiteur, bien qu'avançant grosso modo en concordance, progressent à des vitesses différentes.

La seule unité restant à traiter est la plate-forme de réserve de câbles. Elle aussi, est ripée manuellement, lorsque la nécessité s'en fait sentir. Cette plate-forme comporte une réserve de 90 m de câbles, bobinés avec soin, en 8. Ce câble se déroule, à la fois par le mouvement du transformateur et par son propre mouvement d'avancement. Toutes les unités suspendues sont entièrement indépendantes l'une de l'autre. Les divers châssis auxquels s'attachent les plates-formes ou les entretoises ont une résistance qui est calculée en fonction de la charge reprise.

Avec une telle installation, l'espace disponible est un élément important. La section utile de la voie à Tilmanstone est de 3,60 m × 2,70 m. On n'a éprouvé aucune difficulté à installer l'ensemble de

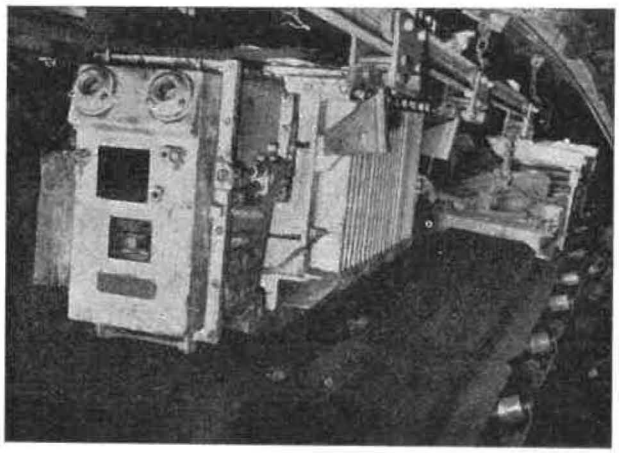


Fig. 16.
Suspension du transformateur et de sa plate-forme de réserve de câbles.
Het ophangen van de transformateur en zijn platform met de kabelreserve.

Tussen de transformator en de stuurorganen laat men voldoende losse kabel zodat het bord dagelijks kan vooruitgebracht worden zonder dat ook de transformator terzelfdertijd moet worden verplaatst.

Deze transformator werkt op hoogspanning en weegt 3 ton ; hij wordt dagelijks met het grootste gemak vooruitgestoten met de hand nadat hij afgekoppeld is geworden, dit laatste om te voldoen aan het reglement op het verplaatsen van elektrische apparaten met een spanning van meer dan 650 V (fig. 16).

Het vooruitbrengen van de « Huwood » laadpantserketting gebeurt tijdens de dienst, met behulp van twee hydraulische vijzels die onafhankelijk zijn van die in de pijler. Ze worden in gang gezet door de houwers in de nis. Dit moet zo gebeuren omdat de pijlertransporteur en het voorste einde van de laadpantserketting weliswaar grosso modo samen maar toch met verschillende snelheden vooruitgaan.

Er blijft nog alleen het platform met de kabelreserven. Ook dit wordt met de hand vooruitgestoten wanneer het nodig is. Het platform draagt 80 m kabel, zorgvuldig in 8 opgerold. Deze kabel wordt zowel door de bewegingen van de transformator als door zijn eigen translatie afgerold. Al de zwevende eenheden zijn volkomen onafhankelijk van elkaar. De verschillende raamwerken waaraan platforms en dwarsstangen vasthangen hebben een weerstand in funktie van de op te nemen belasting.

Met deze installatie wordt de beschikbare ruimte een belangrijk element. Te Tilmanstone bedraagt de nuttige sektie 3,60 m × 2,70 m. Men heeft zonder moeite de ganse installatie kunnen ophangen en nog voldoende doorgang overgehouden voor het perso-

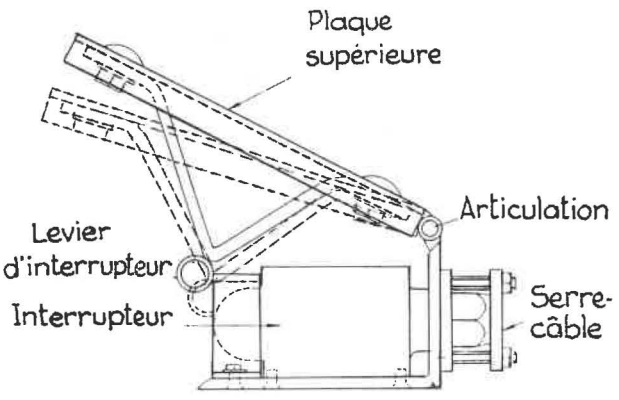


Fig. 17.
Schéma de fonctionnement du dispositif de protection.
Werkingsschema van het beschermingsapparaat.

Levier d'interrupteur : handel van de schakelaar — Interrupteur : schakelaar — Plaque supérieure : bovenplaat — Articulation : spil — Serre-câble : kabelklem.

l'équipement tout en conservant un passage suffisant pour le personnel et l'approvisionnement. Cet équipement est maintenant associé à une taille équipée d'un rabot-ancre qui avance au deux postes, d'environ 2,40 m, dans la couche Milyard de 1,20 m de puissance. La direction se montre satisfaite des résultats obtenus.

Le convoyeur à bande de la voie a été fourni également par « Huwood ». Le monorail est de fabrication « Becorit ».

DISPOSITIF DE PROTECTION AU POINT DE DECHARGEMENT DES CONVOYEURS (8)

MM. Middleton et Parsons ont imaginé un dispositif qui arrête le convoyeur au cas où son déchargement est contrarié pour une raison quelconque. A l'origine, le dispositif était réservé aux points de déversement non surveillés, tels que, par exemple, les points de transfert d'une courroie à une autre. Le fonctionnement de l'appareil est commandé par le débordement provoqué par le blocage de la trémie. Il est situé sous la courroie, immédiatement à l'arrière des plaques latérales de l'extrémité de déchargement. Comme le montre la figure 17 le dispositif comporte une plaque inclinée et articulée, plaque que supporte une équerre en contact avec un levier d'interrupteur. Si la trémie de déchargement se bloque, le débordement du convoyeur tombe sur la plaque inclinée ; le poids du matériau provoque un pivotement de l'équerre et de la plaque autour de l'articulation. Il en résulte un abaissement du levier d'interrupteur, levier relié au circuit pilote du moteur du convoyeur. Le convoyeur est arrêté. Le fonctionnement de l'interrupteur engendre également une indication visible de l'arrêt au pupitre ; de la sorte, le blocage peut très rapidement être repéré et éliminé. Le simple relèvement de la plaque ramène l'interrupteur à sa position initiale.

Cinq de ces interrupteurs ont déjà été utilisés à la mine Baddesley depuis deux ans et on estime qu'on a évité de nombreuses heures de retard grâce à leur emploi. En plus, ils contribuent à une augmentation de la sécurité et réduisent notablement les opérations de nettoyage. Ce dispositif est aussi susceptible d'application aux points de transfert qui sont placés sous surveillance, mais dont la trémie de déchargement est invisible de l'ouvrier.

AMELIORATION DANS L'EMPLOI DU MONORAIL (9)

Ces améliorations consistent dans la mise au point de nouveaux systèmes de liaison entre rails.

(8) Extrait de « Colliery Guardian », 5 février 1965, p. 193.

(9) Extrait de « Colliery Guardian », 2 avril 1965, p. 471.

neel en het materiaal. De apparaten staan nu in een pijler uitgerust met een ankerschaaf die een vooruitgang maakt van 2,40 m op twee diensten, in de laag Milyard met een opening van 1,20 m. De direktie is tevreden over de bekomen resultaten.

Ook de transportband voor de galerij werd door « Huwood » geleverd. De monorail is van « Becorit ».

BESCHERMINGSAPPARAAT AAN HET OVERLAADPUNT VAN TRANSPORTBANDEN (8)

De HH. Middleton en Parsons hebben een toestel uitgedacht dat een vervoerband stillegt wanneer het overstorten van de lading om de ene of andere reden spaak loopt. Aanvankelijk werd het alleen gebruikt op de niet-bewaakte overlaadpunten bij voorbeeld van de ene riem op de andere. Het toestel treedt in werking tengevolge van het overlopen dat veroorzaakt wordt tot het blokkeren van de trechter. Het staat beneden de riem, vlak achter de zijdelingse schutplaten aan het overlaadpunt. Op de figuur 17 ziet men dat het toestel een hellend en draaibaar opgestelde plaat bevat, die voorzien is van een winkelhaak en in kontakt staat met een schakelaar. Wanneer de laadtrechter verstopt geraakt, vallen de overstortende delen der lading op het hellend vlak ; door het gewicht der lading draaien plaat en winkelhaak omheen hun spil. Hieruit volgt een indrukken van de handel die verbonden is met de pilootkring van de motor van de band. Deze valt stil. Door de uitschakeling wordt eveneens een lichtsignaal gegeven op het kontrolebord ; het voorval kan dus snel worden gelokaliseerd en verholpen. Om de schakelaar terug in zijn oorspronkelijke positie te brengen volstaat het de plaat op te heffen.

Vijf soortgelijke toestellen werden reeds twee jaar geleden in dienst gesteld in de mijn Baddesley en men is van oordeel dat men dank zij deze maatregel heel wat tijdverlies heeft kunnen uitschakelen. Bovendien dragen ze bij tot vermeerdering van de veiligheid en blijven de galerijen veel zuiverder. De toestellen kunnen eveneens goede diensten bewijzen op die plaatsen waar wel toezicht is doch waar de arbeider geen zicht heeft op de laadtrechter.

VERBETERINGEN IN HET GEBRUIK VAN DE MONORAIL (9)

Het gaat om nieuwe systemen voor de onderlinge verbinding der spoorstaven.

(8) Uittreksel uit « Colliery Guardian », 5 februari 1965, p. 193.

(9) Uittreksel uit « Colliery Guardian », 2 april 1965, p. 471.

Le premier type de liaison est représenté à la figure 18.

Le raccord se réalise par un seul plat dont l'extrémité est profilée en T et qui est soudé sur la semelle supérieure du rail I. Ce plat se prolonge entre et au-delà 2 autres plaques soudées verticalement sur le rail voisin. Le rail est suspendu par une chaîne solidarisée avec les 2 plaques verticales au moyen d'un pivot muni d'une goupille.

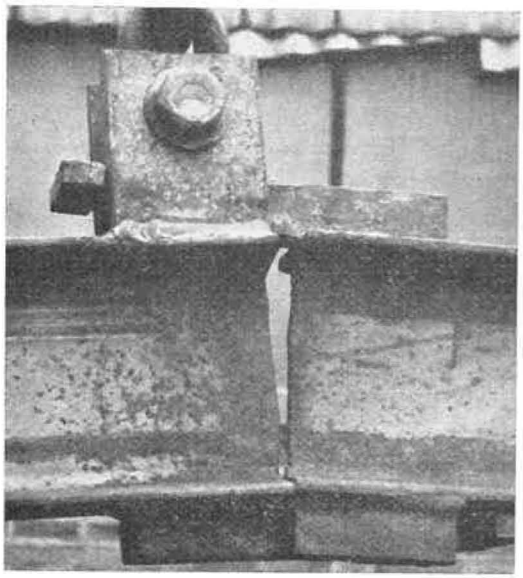


Fig. 18.
Type de liaison pour monorail avec plat en T.
Type verbinding voor monorail met plat ijzer in T-vorm.

La chaîne et le pivot préviennent toute élévation du plat en T. De plus, le glissement de ce dernier hors de son logement est interdit par le T d'extrémité.

La solidarisation des semelles inférieures des rails est analogue ; ici seulement, il y a inversion dans la position des plats extérieurs et du plat en T.

Les 2 paires de plats extérieurs sont fixées de manière à converger vers l'axe du rail sous un angle de 5° ; cet artifice permet de tolérer un certain jeu dans le plan horizontal du monorail. Quant aux 2 plats en T, ils font un angle de 6° avec leur semelle respective, ce qui autorise un débattement limité de 2 rails successifs dans le plan vertical.

Ce type de liaison est dû à MM. Wright et Horsfield, ingénieurs des études à la N. Western Division du N.C.B.

La seconde possibilité de solidarisation est représentée à la figure 19. Ici, le plat en T est remplacé par un plat avec extrémité en L. En outre, la paire de plaques située sur la semelle supérieure est rehaussée de façon à pouvoir y pratiquer deux nouveaux orifices à l'aplomb des premiers.

Het eerste type van verbinding wordt voorgesteld op figuur 18.

De verbinding gebeurt hier door middel van een enkel plat ijzer dat eindigt in een T en gelast is op de bovenste lijfplaat van het I-vormige spoor. Dit plat ijzer dringt door tussen en achter twee andere platen die vertikaal op de naburige spoorstaaf gelast zijn. Deze hangt op aan een ketting die aan de beide vertikale platen bevestigd is door middel van een spil en een splitpen.

Ketting en spil zorgen er voor dat het T-stuk niet omhoog kan ; overigens kan het evenmin verschuiven in zijn stelplaats wegens zijn T-vorm.

De onderste lijfplaten zijn op dezelfde manier verbonden ; alleen is de ligging van de buitenste platen en de T hier omgekeerd.

De twee paar buitenste platen zijn vastgezet met een hoek van 5° convergerend naar de as van het spoor, zodat dit laatste een licht spel in het horizontaal vlak heeft. De T-profielen vormen een hoek van 6° met de overeenkomende lijfplaat zodat de twee sporen ook enigszins kunnen schommelen in het vertikale vlak.

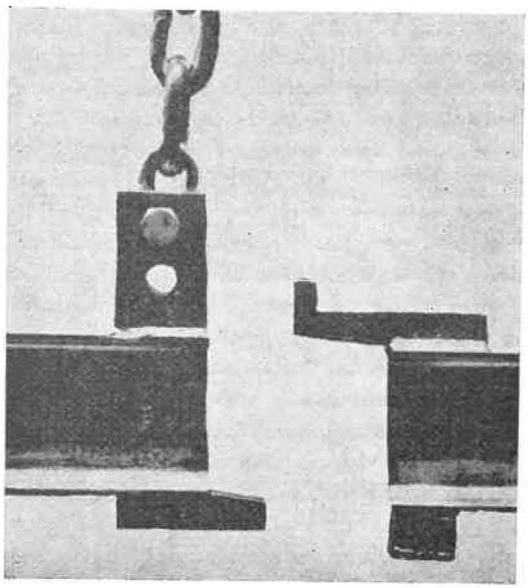


Fig. 19.
Type de liaison pour monorail avec plat en L.
Type verbinding voor monorail met plat ijzer in L-vorm.

Dit type van verbinding werd ontworpen door de heren Wright en Horsfield, ingenieurs bij het studiebureau der N. Western Division van het N.C.B.

Een andere oplossing wordt voorgesteld in figuur 19. Het T-ijzer werd hier vervangen door een plaat in L-vorm. De vertikale platen zijn hoger geworden zodat er nog twee andere gaten boven de eerste in kunnen gemaakt worden.

Il suffit d'introduire le plat en L entre les plaques verticales et de le bloquer par un pivot avec goupille placé dans la paire de trous inférieurs. Le rail est suspendu par chaîne fixée par pivot et goupille à la paire de trous supérieurs. Quant au plat en T inférieur, il est notablement raccourci et modifié. La paire de plaques située à la semelle inférieure est transformée en caisson dans lequel le plat raccourci est introduit.

Notons qu'avec ce système, le rail peut être suspendu avant de réaliser le raccordement.

C'est M. Tabron, ingénieur des études à la West Lancashire Area, qui a mis ce dispositif au point.

De L moet eenvoudig tussen de vertikale platen geschoven worden en in die positie geblokkeerd worden met behulp van een spil en een splitpen in de onderste gaten. Voor het ophangen aan ketting en spil met splitpen gebruikt men de bovenste paar gaten. De onderste T-plaat is merkelijk verkort en gewijzigd. In plaats van de onderste vertikale platen heeft men een gesloten kast waarin het kortere plat ijzer geschoven wordt.

Met dit systeem kan het spoor opgehangen worden vooraleer de verbinding tot stand is gebracht.

Het systeem werd uitgewerkt door de heer Tabron, ingenieur bij het studiebureau van de West Lancashire Area.

Sélection des fiches d'Inichar

Inichar publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet,* à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.

b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet,* donnant des vues sur toutes les nouveautés.

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE. GISEMENTS. PROSPECTION. SONDAGES.

IND. A 2523 Fiche n° 39.453

P. VETTER. Les bassins houillers de Colombie. — **Mines,** n° 113, 1964, décembre, p. 245/260, 13 fig.

L'auteur de cet article, chargé d'une mission de coopération technique auprès du Ministère des Mines de Colombie, a passé six mois dans ce pays pour y étudier les gisements de charbon (mars - septembre 1961). Après avoir esquissé un aperçu général de ce grand pays bien différent du nôtre, il donne les caractéristiques des principaux bassins houillers. De tous les Etats d'Amérique du Sud, la Colombie est le plus riche en charbon : ses réserves sont de l'ordre de plusieurs milliards de tonnes réparties dans quatre bassins principaux : Cundinamarca, Amaga, Cali, Cerrejon. Bien que datant du Tertiaire, ces charbons présentent une gamme assez étendue : bitumineux, charbon à coke et même anthraciteux. Si la plupart des mines colombiennes en sont encore au stade artisanal, les conditions de gisement faciliteront l'effort de modernisation et de concentration qu'il sera indispensable d'entreprendre pour satisfaire les besoins croissants de cette nation en pleine évolution.

IND. A 350 Fiche n° 39.648

C. ANCION. L'évolution des modalités d'approvisionnement en minerais de la sidérurgie. — **Revue Universelle des Mines,** 1965, février, p. 53/62.

Une profonde transformation est en cours dans le secteur de l'approvisionnement en minerais de l'industrie sidérurgique mondiale : du fait de récentes et retentissantes découvertes géologiques, de la modernisation des transports maritimes et des exigences des nouveaux procédés de fabrication de l'acier à l'oxygène, des minerais d'Outre-Mer de haute teneur interviennent de plus en plus dans la consommation et le trafic maritime des minerais prend d'année en année une ampleur toujours croissante. Il en résulte que les nouvelles usines sidérurgiques sont implantées sur les côtes et que les centres de production intérieurs cherchent à améliorer leurs liaisons avec la mer. Quant aux sources d'approvisionnement traditionnelles, malgré leur situation géographique favorable, elles ne pourront assurer la compétitivité des minerais de teneur médiocre qu'en procédant à leur concentration et à leur enrichissement.

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. **B 4110** Fiche n° **39.709**

W.V. SHEPPARD. Modern longwall practices in Great Britain. *Les exploitations modernes par tailles chassantes en Grande-Bretagne.* — **Mining Congress Journal,** 1965, janvier, p. 54/57, 2 fig.

L'intérêt croissant que les Etats-Unis portent à la méthode d'exploitation par tailles chassantes inspire cette étude générale de ses applications en Grande-Bretagne où, depuis la nationalisation des charbonnages, la mécanisation a été généralisée : 93 % de la production annuelle souterraine viennent des tailles chassantes dont 66 % sont mécanisées. Le rendement y atteint 7 t. L'article retrace les étapes qui ont conduit à ces résultats : introduction des convoyeurs blindés en 1947, des machines d'abattages, des étançons coulissants, du soutènement marchant (1954). Le coût élevé de ces progrès est justifié par l'augmentation du rendement. Depuis 1956, la recherche porte sur le contrôle à distance et les deux installations ROLF à Newstead et à Ormonde dans les Est Midlands constituent des démonstrations convaincantes. L'évolution actuelle et future comporte l'utilisation des machines à calculer dans la programmation et le contrôle, aussi des progrès dans le creusement des niches d'extrémité de tailles et des galeries de traçage, le bosseyement des voies, travaux où la mécanisation du creusement et du soutènement sont en cours d'entreprise. La tendance à substituer à l'exploitation avançante l'exploitation rabattante est à noter, ainsi que celle d'exploiter des couches plus minces, en dessous de 0,90 m en y adaptant la mécanisation.

C. ABATAGE ET CHARGEMENT.

IND. **C 223** Fiche n° **39.653**

R.J. CLEMMOW. The design of percussive drilling bits. The effect of flushing on drilling speed. *La construction des taillants de forage à percussion. L'effet du dégagement sur la vitesse de forage.* — **Mining and Minerals Engineering,** 1965, février, p. 213/220, 11 fig.

L'auteur envisage le forage en roches et le prix de revient de ses différents éléments, dont le principal facteur est constitué par l'avancement réalisé. Celui-ci est lui-même conditionné en grande partie par le dégagement des débris du forage, lequel dépend de l'efficacité de l'entraînement par le fluide injecté. Celui-ci est généralement l'eau, dans les forages souterrains, et l'air comprimé dans les carrières et exploitations à ciel ouvert. Le dégagement et l'entraînement sont conditionnés quant à leur efficacité par la construction, le dessin des orifices ménagés auprès du taillant, des rainures latérales des tiges au-dessus du taillant, du mode d'évacuation, soit direct avec injection par le centre et évacuation par l'extérieur, soit l'inverse. L'auteur expose une étude effectuée pour modifier le dessin des taillants classiques surtout quant à la disposition des orifices de dégagement en vue de rendre celle-ci plus efficace. On vise à réaliser, avec le dégagement à l'air comprimé, un effet analogue à celui d'un tube Venturi augmentant le rendement du nettoyage, et partant, du forage, par un effet de succion.

IND. **C 40** Fiche n° **39.510**

G.A. PRIESTLEV. Developments with large coal producing machines. *Les progrès des machines abatteuses produisant du gros charbon.* — **Colliery Guardian,** 1965, 15 janvier, p. 83/90, 15 fig.

La mécanisation des tailles en Grande-Bretagne arrive en 1963 à 66,5 % de la production contre 7,5 % en 1954. Pendant la même période, la production est passée de 215 Mt à 187 Mt et le pourcentage de gros charbon de 29 à 19 %. A cet égard des expériences de comparaison de différentes machines d'abattage ont été effectuées au charbonnage de Donisthorpe dans une taille réservée à cet usage. On donne les résultats de ces essais et on passe en revue les principales machines utilisées en Grande-Bretagne en décrivant les particularités qui leur permettent d'améliorer leur rendement en gros charbon. Le trepanner AB : 268 machines en usage en couches de 1,20 m en moyenne. Rendement moyen 8.520 kg. Le trepanner à grosse production AB 125 ch pour couches de 1,05 m à 1,50 m. La tête a 0,95 m de diamètre et coupe sur 0,75 m de profondeur. Le rabot activé Blidworth et les dispositifs de nettoyage du charbon fin, plaques de rampe pour convoyeurs etc... La machine Anderson Boyes « trepan shearer » avec bras de préhavage et sabot stabilisateur. Le trépan peut être adapté à des conditions de travail diverses, mur ondulé, forte ouverture. Le trepanner AB peut être monté sur le convoyeur pour les couches de 0,72 à 0,85 m. Les rabots : en septembre 1963, 190 rabots donnaient en Grande-Bretagne une production journalière de 356 t en couches de 1,20 m (moyenne) avec un rendement de 5.650 kg : rabots Westfalia Lünen, Reisshakenhobel, Megahobel. L'article se termine par une série de recommandations pour le bon emploi des machines et pour éviter les ruptures de chaînes de halage.

IND. C 40 Fiche n° **39.634**

S. ZAGORICNIK. Technical-economic calculation of the practicability of mechanized mining at the Velenje-Lignite Mine. *Evaluation aux points de vue technique et économique de l'application de la mécanisation à l'exploitation de la mine de lignite de Velenje.* — **Mining and Metallurgy Quarterly,** Faculty of natural sciences and technology of Ljubljana, 1964, n° 3, p. 23/35, 4 fig.

Au sommaire : 1) Introduction : données techniques a) sur l'abatteuse-chargeuse Eickhoff à tambour utilisée à Velenje, b) sur la couche, le chantier et la méthode d'exploitation. - 2) Indices techniques et économique : 2.1 — Conditions à remplir pour obtenir de bons résultats de la mécanisation de l'exploitation. 2.2. — Equation empirique pour calculer l'économie résultant de la mécanisation partielle ou totale de l'exploitation (dépenses de 1er établissement, frais d'exploitation, amortissement, service du capital, prix de revient de la production, etc...). - 3) Résultats pratiques enregistrés avec l'abatteuse-chargeuse Eickhoff à tambour (amélioration de la granulométrie des produits, augmentation de la concentration au chantier et du rendement (11,7 %); diminution du coût de la production (47 %).

IND. C 4231 Fiche n° **39.613**

H. LANGENBERG. Versuch zur vollmechanischen Kohlengewinnung in der steilen Lagerung auf der Lothringischen Grube Simon. *Essai d'exploitation totalement mécanisée dans le gisement en dressant du siège Simon du Bassin de Lorraine.* — **Glückauf,** 1965, 3 février, p. 205/206, 3 fig.

L'essai décrit fut effectué dans la veine 10, pendage variant de 80 à 90°, charbon de dureté moyenne, ouverture 2,8 m à 3,3 m. Le but de la mécanisation réalisée au moyen de la machine HBL - ANF était de concentrer à l'échelon chantier, d'introduire l'électrification et d'améliorer le rendement. La machine attaque le front au centre et la tête descend jusqu'au chapeau de la tranche précédente. La 1re saignée à 60 cm est approfondie ensuite à 90 cm (pour la course des vérins d'avancement de la tourelle). On abat en plusieurs passes verticales autour de cette saignée, le reste du front, directement sur une profondeur de 90 cm, durée d'une passe : 8 à 10 min. *Résultats* d'une période de référence de 61 jours de travail : production nette journalière : 193,5 t; rendement taille : 11.136 kg/hp (contre 7.937 kg par la méthode des attaques multiples) ; rendement quartier 8.902 kg/hp (contre 6.130 kg) ; diminution énorme de la consommation d'explosifs : 42,3 g/t contre 187,6 g/t; consommation bois : 26,83 dm³/t contre 28,7 dm³/t. Diminution de 3,65 NF/t du prix de revient de la production. A raison d'une production de 195 t/jour pendant 260 jours par an, la machine (dont le coût d'achat est d'environ 250.000 NF) serait amortie en deux ans.

IND. C 43 Fiche n° **39.566**

EICKHOFF. Vollmechanisierte schneidende Kohlengewinnung in stark geneigter und steiler Lagerung. *Abattage coupant entièrement mécanisé en dressant et semi-dressant.* — **Eickhoff-Mitteilungen,** Heft 1/2, 1965, février, 39 p., 30 fig.

En vue de réaliser l'abattage mécanisé dans les couches minces ou d'ouverture moyenne, en gisement penté et semi-penté, la firme Eickhoff met à la disposition des exploitants les machines ci-après : 1) Haveuse à simple ou à double bras, à chaîne. - 2) Abatteuse à simple ou double tambour. Dans les deux cas, l'équipement de la voie en tête de taille comporte deux treuils, l'un de halage, l'autre de sécurité, munis du dispositif hydraulique d'ancrage et de calage. La présente brochure expose des exemples, prélevés dans la Ruhr, qui illustrent quelques cas d'application typiques des machines en question. Entre autres :

1) *Haveuse SE II* à simple bras dans la couche Sonnenschein; 50° de pente; ouverture 0,94 m; front basculé de 9°; arrangement des étançons en triangle; densité 1.1. étançon/m²; remblayage par terre basculée et pneumatique; bras de havage : 1,4 m; vitesse d'avancement de la haveuse de 25 à 300 m/h; avancement du front 2,5 m en 2 postes d'abattage; production journalière 235 t; rendement taille 9,4 t/hp. - 2) *Haveuse SE IV* : à double bras de 1,20 m de longueur; ouverture couche 0,90 m; pente 45°; angle de basculement du front 4,5°; soutènement chassant, avec bois (bêle en bois de 2,50 m avec 3 étançons) ; havée de 1,25 m; longueur de taille 90 m; avancement 1,25 m/jour en un poste; production 100 t/jour; rendement taille 8 t/hp. - 3) *Abatteuse à tambour W-SE IV* : en couche « Girondelle 3 »; ouverture 0,5 à 0,75 m, pente 53,5°; longueur taille 100 m; angle de basculement du front de 13 à 18°; largeur de coupe 700 mm; diamètre du tambour 625 mm; boisage avec bêles chassantes à 2 bois à la bêle; largeur de havée : 1,40 m; remblayage par terres basculées; avancement journalier (moyenne novembre 1964) en 2 postes : 2,37 m; production 215 t; rendement taille 15 t/hp. - 4) *Abatteuse à tambour W - SE IV* : en couche « Wilhelm », ouverture 1,7 m; pente 64 à 72°; angle de basculement du front 16°; tambour de 900 mm de diamètre et 700 mm de longueur, longueur de taille 80 m; soutènement marchant par cadres hydrauliques Klöckner - Ferromatik. Résultats moyens mars 1964 : avancement journalier 1,54 m (2 postes) ; production 276 t/jour. Rendement taille 16,6 t/hp.

IND. **C 44** Fiche n° **39.617**

C.V. PEAKE. Mine mechanisation away from the coal face. *Mécanisation minière hors de la taille.* — **Sheffield University Mining Magazine,** 1964, p. 8/12, 3 fig.

La mécanisation a réduit le prix de revient dans la taille dans de fortes proportions, mais le prix de revient hors de la taille a été jusqu'ici moins amélioré. L'article mentionne et décrit sommairement certaines machines récemment mises en service hors de la taille : les véhicules spéciaux pour le transport du matériel, Coolie Cars notamment, la bosseyeuse Peake ensuite. Celle-ci entraînera sans doute des modifications dans la conception du soutènement en raison de la section hémicirculaire qu'elle découpe. Pour les traçages, on mentionne les chargeuses Joy, les Rockershovel, le Lee-Norse Miner, la « Bretby road heading machine » ou « Selective header » dérivée de la machine soviétique à creuser les traçages PK3. Ces machines peuvent améliorer beaucoup le prix de revient hors de la taille pourvu que leur emploi soit associé à des moyens de disposer des déblais comme remblai dans les tailles.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTENEMENT.

IND. **D 1** Fiche n° **36.405**

H.G. DENKHAUS. Gebirgsfestigkeit und Gesteinsfestigkeit. *Résistance des terrains et résistance des roches.* — **5. Ländertreffen des Internationalen Büros für Gebirgsmechanik,** Leipzig, 1963, p. 47/61, 6 fig., 2 tabl.

L'auteur essaie de présenter un bref rapport systématique sur les problèmes qui concernent la détermination de la résistance des corps solides et spécialement celle des roches et des terrains, c'est-à-dire des systèmes de roches. Il ressort des discussions présentées dans l'article que les relations entre l'échantillon à éprouver et le massif de roches dont le specimen provient, constituent le problème fondamental des méthodes d'essais de résistance. Depuis que l'on considère l'éprouvette elle-même comme un « système matériel » (ensemble structurel) présentant éventuellement des discontinuités non détectées — et depuis que l'on sait que la méthode d'application de l'effort à l'éprouvette n'est qu'imparfaitement contrôlée, la distribution des tensions dans l'échantillon peut être complexe, même si l'effort appliqué est simple. La répartition des tensions au sein de l'éprouvette soumise à une compression extérieure, uniaxiale et uniformément appliquée, n'est pas nécessairement uniforme, uniaxiale ou de compression partout. La question de « ce qui est mesuré par un essai » englobe aussi bien les essais à grande échelle que les essais effectués sur petites éprouvettes. L'article comporte les chapitres suivants : 1) définition de la résistance; 2) facteurs exerçant une influence sur la résistance; 3) systèmes continus et discontinus; 4) essais de résistance en mécanique de roches; 5) hypothèses concernant la rupture des matériaux rocheux.

IND. **D 1** Fiche n° **36.406**

L. MULLER. Unterschiede der technischen Eigenschaften von Gestein und Gebirge. Definition der Gebirgseigenschaften. *Différence entre les propriétés techniques des roches et des terrains. Définition des propriétés des terrains.* — **5. Ländertreffen des Internationalen Büros für Gebirgsmechanik,** Leipzig, 1963, p. 62/67.

De nombreux auteurs (Stini J., Hoppener R., Müller L., Pacher F., Hall B., Sander B., Clar E., etc...) ont mis en évidence les différences fondamentales de propriétés entre roches et terrains. La roche est une unité dont le comportement aux sollicitations dépend de la résistance de ses éléments et de leur cimentation, tandis que les terrains constituent un agrégat hétérogène, anisotrope, discontinu souvent imprégné d'eau, traversé de cassures plus ou moins achevées et sujet à divers genres de ruptures parmi lesquelles, le fluage le long d'une surface libre. Ces différences expliquent les écarts énormes qui apparaissent dans les caractéristiques physiques et mécaniques des terrains qui affectent : 1) le module de déformation, le module d'élasticité; 2) l'extension latérale et conséquemment la constante m, de Poisson, celle-ci ne varie pas seulement dans les limites à prévoir, mais on atteint parfois m inférieur à 2; m = 2 caractérisant l'état de plasticité complète; 3) l'anisotropie qui se traduit par les résistances variables selon l'orientation des efforts par rapport aux plans de stratification, aux diaclases, aux clivages et aux fissures plus ou moins prononcées des terrains; 4) les caractéristiques rhéologiques traduisant l'influence du temps d'application des efforts; 5) la thisotropie des terrains. En raison de la multiplicité et de la complexité des facteurs énumérés ci-dessus qui exercent une influence sur les propriétés des terrains, l'auteur exprime le vœu qu'intervienne, à l'échelon international, un « agreement » afin de codifier, d'uniformiser, de normaliser les définitions, les données physiques et mécaniques, les essais relatifs aux terrains : une telle œuvre éliminerait bien des confusions.

IND. **D 1** Fiche n° **36.408**

V. MENCL et A. PASEKA. Zwei Faktoren bei der Festigkeit von Gebirgskörpern. *Deux facteurs agissant sur la résistance des roches.* — **5. Ländertreffen des Internationalen Büros für Gebirgsmechanik,** Leipzig, 1963, p. 89/92, 2 fig.

Les essais de cisaillement auxquels il a été procédé en laboratoire, d'une part sur des échantillons de sable de l'éocène et, d'autre part sur des

éprouvettes de schistes tertiaires, avec charge de précontrainte ont permis à l'auteur d'étudier l'influence qu'exercent sur la résistance des terrains les deux facteurs suivants : 1) la variation de volume dans la zone de cisaillement, cette variation résultant de la modification des tensions au cours de l'action des efforts de cisaillement; 2) les charges de précontrainte des roches étudiées.L'examen des caractéristiques des cercles de Mohr correspondant à ces terrains et à ces essais a permis à l'auteur : 1) de souligner l'amplitude de ces influences; 2) de commenter leurs manifestations et leur intérêt pratique.

IND. **D I** Fiche n° **36.409**

R. KVAPIL. Veränderlichkeit der Festigkeitseigenschaften von Gebirgskörpern in Abhängigkeit von natürlichen Bedingungen. *Variabilité des propriétés de résistance des terrains en relation avec les conditions naturelles.* — **5. Ländertreffen des Internationalen Büros für Gebirgsmechanik**, Leipzig, 1963, p. 93/96, 6 fig.

Pour expliquer les différences parfois énormes que l'on constate dans la résistance des roches, déterminées d'une part par des essais en laboratoires et d'autre part par des mesures directes « in situ », l'auteur énumère les facteurs naturels capables d'exercer une influence; ce sont : 1) nature des efforts uniaxiaux (traction, compression, cisaillement) flexion et actions combinées (égale triaxiaux); 2) vitesse de la mise en charge, influence du facteur temps (la résistance est d'autant moindre que l'application de la charge s'effectue plus lentement et qu'elle dure plus longtemps); 3) énergie de rayonnement, température des roches en profondeur, degré géothermique; 4) grandeur des massifs de terrains, une augmentation de la masse des terrains concernés accroît parallèlement la probabilité de rencontrer des failles, des dérangements, des fissures, c'est-à-dire tous défauts de continuité; 5) formes des corps sollicités, effet des entailles et des rainures; 6) modifications apportées par la création naturelle ou artificielle de vides au sein de la roche et particulièrement les travaux d'exploitation.

IND. **D I** Fiche n° **36.411**

R. JUDD. Einige felsmechanische Probleme über die Beziehungen zwischen Laboratoriumsergebnissen und dem Verhalten von Bauwerken. *Quelques problèmes de mécanique des roches sur la relation entre les résultats de laboratoires et le comportements des constructions.* — **5. Ländertreffen des Internationalen Büros für Gebirgsmechanik**, Leipzig, 1963, p. 109/126, 22 fig.

L'examen méticuleux des éléments et des données que renferme le projet de recherche établi par l'auteur, fait apparaître que de nombreuses difficultés restent à vaincre. Celles-ci concernent non seulement le « problématique » de la valeur comparative des données obtenues par des essais sur la roche « in situ » ou sur des éprouvettes en laboratoires, mais également le choix approprié des méthodes et des appareils pour l'obtention de valeurs mesurées utilisables dans la pratique. Par exemple, le module de déformation (module de Young) des roches qu'on obtient par des essais effectués dans des chambres est d'un ordre de grandeur plus approché que celui qu'on obtient par des essais sur éprouvettes en laboratoire. En d'autres termes, il apparaît que, pour l'établissement d'un projet, il est désirable d'appliquer un facteur de sécurité; en principe, il devrait être de l'ordre de 1/10. Il se confirme, d'autre part, qu'en cas de nécessité, on devrait : 1) procéder à des injections (de ciment, de sel ou de résines) en vue de la formation de masses monolithes de terrains et de l'amélioration des propriétés de variation de forme qui en résulte; 2) effectuer un nombre suffisant de forages carottés; 3) éventuellement recourir à des recherches sismiques pour le contrôle de l'efficacité du procédé d'injection. L'élément vraisemblablement le plus important du projet de recherche, c'est qu'il reconnaît l'influence prédominante qu'exercent les défauts géologiques sur la dispersion des valeurs mesurées du module de Young d'un massif de terrains ou d'un système de roches. Comme conclusion, l'auteur insiste sur le besoin urgent de pouvoir disposer de données expérimentales supplémentaires sur le comportement des massifs de terrains sollicités par des charges.

IND. **D I** Fiche n° **36.412**

F. SCHUPPE et K.H. HOEFER. Beziehungen zwischen den elastischen Eigenschaften der Gesteine und dem Festigkeitsverhalten. *Relations entre les propriétés élastiques des roches et leur mode de résistance.* — **5. Ländertreffen des Internationalen Büros für Gebirgsmechanik**, Leipzig, 1963, p. 127/132, 6 fig.

A la lumière de deux exemples, l'auteur traite des différences existant entre les valeurs pratiques de la résistance des roches et celles fournies par des essais en laboratoires. Il expose les relations qui existent entre la vitesse de son et les valeurs de la résistance à la compression et à la traction déterminées par des épreuves en laboratoires. Il discute par ailleurs des conditions d'application sur le plan pratique, de ces valeurs utilisées dans le but de juger le mode de résistance des roches. Il souligne en outre l'importance des modules d'élasticité statique et dynamique; ceux-ci ne coïncident que dans le cas d'un corps idéal continu homogène et isotrope; par contre dans les roches, ils diffèrent d'autant plus l'un de l'autre que les hypothèses que conditionnent l'application des lois de l'élasticité sont moins bien réalisées et surtout que les roches naturelles « in situ » peuvent

présenter une fissuration et un clivage plus ou moins accentués, une teneur en eau plus ou moins élevée et un état de précontrainte plus ou moins accusé.

IND. **D I** Fiche n° **36.414**

A. WATZNAUER. Gebirgsmechanische Probleme in gefüge analytischer Sicht. *Problèmes de mécanique de roche vus sous l'aspect de l'analyse de la texture structurelle de la roche.* — **5. Ländertreffen des Internationalen Büros für Gebirgsmechanik,** Leipzig, 1963, p. 147/152.

L'auteur définit et commente les notions élémentaires et hypothèses relatives au milieu, habituellement formulées en mécanique de roches et particulièrement dans le problème des essais en laboratoire sur modèles, à savoir : continuité, homogénéité, isotropie, déformation plane, etc... Il souligne ensuite l'influence sur la résistance de la roche de la structure macroscopique de celle-ci au point de vue pores, de la distribution et de la densité de ceux-ci au sein de la roche, ainsi que de la forme et du volume de chaque pore pris individuellement. Par ailleurs, l'auteur montre la nécessité d'obtenir un point de repère permettant d'évaluer comparativement l'action de la pression intérieure de l'eau au sein des pores sur la résistance mécanique de la roche successivement dans les deux cas suivants : 1) pores vides; 2) pores remplis de liquide.

IND. **D I** Fiche n° **39.583**

M.M. PROTODIAKONOV. Einheitliche Gleichung der Hüllkurve der grössten Mohrschen Spannungskreise für rolliges, sprödes und plastisches Gestein. *Equation uniforme de la courbe enveloppe du plus grand cercle de tension de Mohr pour roche éboulеuse, friable et plastique.* — **5. Ländertreffen des Internationalen Büros für Gebirgsmechanik,** Leipzig, 5/9 novembre 1963 - **Akademie Verlag - Berlin,** 1964, p. 178/189, 8 fig.

Dans une première partie de sa communication, l'auteur fait un rappel historique de la théorie du cercle de Mohr, de son évolution dans le temps et de son application à l'étude des propriétés mécaniques des roches. Il reproduit les équations de la courbe enveloppe ainsi que les expressions mathématiques donnant la valeur des principaux paramètres caractéristiques, entre autres $\mathcal{T}_m$ et a. $\mathcal{T}_m$ exprimé en kg/cm² étant la résistance maximale au cisaillement de la roche, avec les défauts qu'elle comporte et qui caractérisent sa résistance — a exprimé également en kg/cm² — qui caractérise la conformité à la loi de distribution des défauts au sein de la roche, d'après le degré de difficulté d'établir son enveloppe. Dans une seconde partie, l'auteur reproduit les résultats des recherches qu'il a effectuées en laboratoire, pour la détermination expérimentale des deux paramètres en question, pour différentes roches naturelles du bassin du Krivoi-Rog. Il constate que, pour celles-ci, la valeur du rapport $\mathcal{T}_m/a$ ne varie guère et vaut 0,73.

IND. **D I** Fiche n° **39.603**

W. DRYER. Ansätze für eine Vorausberechnung der Festigkeitseigenschaften polykristalliner Gesteine aus dem Festigkeitsparametern der Mineralkomponenten. *Valeurs estimées des propriétés de rigidité des roches polycristallines sur la base des paramètres de rigidité des minéraux composants.* — **Bergbauwissenschaften,** n° 1/2, 1965 (30 janvier 1965), p. 3/13, 10 fig.

Après une description détaillée de la méthode de détermination des constantes élastiques du monocristal et de la classification des 9 groupes d'élasticité dans les 32 groupes cristallins, l'auteur fait un essai de prévision du module d'élasticité de l'éprouvette polycristalline en opérant différents calculs de moyenne à partir des caractéristiques élastiques du monocristal. Le contrôle par l'expérience montre que l'assemblage des cristaux correspond plutôt à l'hypothèse d'égale transformation. L'auteur donne en outre la définition d'un caractère de constitution et étudie la relation entre ce caractère et le module d'élasticité de différentes éprouvettes de minerai de sel.

IND. **D I** Fiche n° **39.683**

D.V. D'ANDREA, R.L. FISCHER et D.E. FOGELSON. Prediction of compressive strength from other rock properties. *Prédiction de la résistance à la compression au départ d'autres propriétés de la roche.* Symposium international des applications de la statistique, de la recherche opérationnelle et des calculatrices dans l'industrie minérale. — **Quarterly of the Colorado School of Mines,** 1964, octobre, p. 623/640, 8 fig.

Neuf propriétés physiques différentes des roches furent déterminées pour des échantillons de terrains prélevés à 49 endroits et présentant un large étalement de la variation des résistances à la compression. Huit des propriétés, dont certaines intervenant avec leur carré ou en produits, furent utilisées comme variables indépendantes dans une analyse régressive multilinéaire d'allure en escalier, en vue d'obtenir plusieurs équations permettant de prédire la résistance à la compression. Les équations de prédiction présentent des coefficients de corrélation multiple variant de .947 pour une équation à une variable à .986 pour une équation à 25 variables.

IND. **D 21** Fiche n° **39.133**

E.L. NEUHAUS. A.B.C. de la construction des maisons d'habitation en zone d'affaissements miniers. Principes de base pour la conception et l'exécution des bâtiments. — **Eyrolles - Paris,** 1965, in-8°, 90 p., 43 fig., 2 tabl.

Après une étude sommaire du phénomène de l'affaissement minier et de sa répercussion sur le sol des fondations, l'auteur dégage quelques principes essentiels sur lesquels il serait souhaitable que tous ceux qui ont une responsabilité dans les constructions des régions minières veuillent bien réfléchir. Contrairement à ce que l'on pensait jusqu'à présent, les efforts horizontaux produits par les affaissements miniers sont beaucoup plus nuisibles aux bâtiments que les efforts verticaux dont seuls sont à considérer ceux qui entraînent des tassements différentiels à l'intérieur même de l'emprise des édifices. L'auteur organise un plan de glissement entre une « dalle flasque », solidaire de la superstructure et les fondations proprement dites soumises aux déplacements horizontaux du sol. Il est évident que la réalisation de ces dispositions requiert beaucoup de prudence et de réflexion. L'auteur insiste sur les inconvénients des murs enterrés (murs de cave) qui transmettent aux constructions des efforts dus aux déformations du sol. Il n'hésite pas à recommander une certaine souplesse des bâtiments d'habitation, leur permettant de suivre les légères incurvations verticales du terrain déformé par les affaissements miniers. M. Neuhaus insiste sur l'importance des joints de rupture, leur organisation, la recherche de leurs dimensions, et il affirme qu'ils sont à eux seuls un des éléments essentiels de la protection des maisons d'habitation contre les dégâts des affaissements.

IND. **D 221** Fiche n° **36.407**

W. DRYER. Die Bedeutung der Festigkeit des Gebirges im Kali- und Steinsalzbergbau. *L'importance de la résistance des terrains dans l'exploitation du sel gemme.* — **5. Ländertreffen des Internationalen Büros für Gebirgsmechanik,** Leipzig, 1963, p. 68/88, 13 fig.

Les couches de sel gemme ressemblant à des schistes cristallins — sauf en ce qui concerne quelques phénomènes d'écaillage d'importance secondaire — constituent un système à corps unique dont la résistance mécanique n'est conditionnée qu'à la continuité. Ce n'est qu'en y incluant les épontes — qui sont souvent aquifères et traversées de petites fissures — que les roches salines peuvent être considérées comme un système à corps multiples possédant des propriétés différant de beaucoup de celles du corps de base. Le but de la présente étude est d'apporter la preuve que l'écaillage de la surface extérieure des piliers et des parois des stots et massifs n'est en réalité qu'une manifestation superficielle qui permet à l'auteur de considérer les piliers des gisements de sel gemme comme un système multi-corps. Dans le cadre de l'interprétation des résultats d'essais que cette hypothèse entraîne, l'auteur expose les aspects suivants de la question : 1) détermination de la profondeur de l'écaillage superficiel des piliers de sel gemme; 2) essais de formation de fissuration de modèles de piliers de sel gemme jusqu'à obtention de la capacité de résistance maximale; 3) définition de la résistance des roches multi-corps; 4) exposé concernant l'évaluation de l'augmentation de dureté et de la consolidation des roches à sel gemme; 5) modules d'élasticité (statique et dynamique); 6) constante de Poisson; 7) étude de la compressibilité.

IND. **D 231** Fiche n° **39.610**

H. JAHNS. Erkennen und Beseitigen gefährlicher Spannungen im Kohlenstoss einer Abbaustrecke des gebirgsschlaggefährdeten Flözes Sonnenschein. *La reconnaissance et la suppression des tensions dangereuses existant à front d'une voie d'exploitation de la couche Sonnenschein, sujette à coups de toit.* — **Glückauf,** 1965, 3 février, p. 184/191, 15 fig.

Le test appliqué en vue de reconnaître le risque d'un coup de charge consiste à forer des trous de sonde de 3 à 8 m de longueur (m) dans le massif de charbon en place, à mesurer le volume de fin charbon produit (1) et à étudier la variation du rapport $1/m$ en fonction de m; on admet que ce rapport caractérise le risque éventuel. L'auteur décrit trois variantes d'application de ce test à front des voies d'exploitation. Au moyen de l'exemple d'une voie de base d'une taille active dans la couche Sonnenschein, sujette à des coups de toit, il montre comment pratiquement on arrive à déceler l'état de tension dangereux au sein du massif en avant de la taille et comment d'une manière courante on élimine le risque des coups de toit en pratiquant systématiquement l'injection d'eau à haute pression, dans la couche en avant du front de la voie.

IND. **D 65** Fiche n° **39.567**

T. McALLISTER. Support of face of rippings. *Le soutènement du front de bosseyement.* — **Colliery Guardian,** 1965, 22 janvier, p. 121/122, 5 fig.

Au charbonnage d'Ashington (Northumberland), après avoir essayé avec peu de succès diverses méthodes de soutènement du front de bosseyement, on a adopté un système de boulon spécial. Il consiste en un tube dont l'extrémité est fixée à une paire de mâchoires pouvant s'écarter sous l'action d'un écrou en forme de coin qui s'y insère par la poussée d'une tige filetée passant dans le tube et manœuvrée par une manivelle à l'autre extrémité du tube, à l'orifice du trou. Une plaque

circulaire fournit à cet endroit l'appui nécessaire au serrage du boulon. Les trous de sonde dans lesquels ces boulons sont introduits sont forés à 30 mm de diamètre et 2 ou 3 boulons sont associés, soit avec des bandes d'acier qui les réunissent sur le front de bosseyement, soit avec du treillis métallique à mailles de 5 cm. On utilise aussi des roues de wagonnets passées dans le boulon agissant comme plaques de retenue.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. E 0 Fiche n° 39.696

F.L. WILKE. Researches on main haulage underground in main haulage roads. *Recherches sur le roulage principal au fond dans les galeries de transport principal.* Symposium international des applications de la statistique, de la recherche opérationnelle et des calculatrices dans l'industrie minérale. — Quarterly of the Colorado School of Mines, 1964, octobre, p. 997/1011, 7 fig.

En 1962, 5,6 postes par 100 t étaient affectés en moyenne au transport principal du fond dans les charbonnages allemands, c'est-à-dire environ 13 % de la consommation totale des postes. Ainsi le roulage au fond constitue-t-il une part considérable de la main-d'œuvre occupée au fond et intervient avec une importante participation dans le coût total de la production. Pour cette raison, des recherches en vue d'optimiser le roulage acquièrent une importance primordiale lorsqu'on s'attache à réduire les dépenses d'exploitation. L'optimisation du roulage concerne deux choses différentes : la 1re est de choisir la méthode de transport la mieux appropriée au cas particulier étudié, la 2e est de réduire les dépenses inhérentes au mode de roulage choisi. En fait dans les charbonnages allemands, il n'y a que deux moyens de transport en compétition : d'une part, les transporteurs à bande et, d'autre part, les wagonnets tractés par locomotive. Pour trouver une solution au choix, l'auteur recourt à la recherche opérationnelle et dans celle-ci deux voies de calcul sont disponibles, à savoir : la programmation linéaire et la méthode de simulation dite de Monte-Carlo, toutes deux ayant le but identique de rechercher des solutions minimisant les dépenses globales du transport. L'auteur expose sommairement le processus opérationnel suivi comportant d'abord l'inventaire des données de base dont on doit disposer, l'analyse des facteurs dont il faut tenir compte, le block diagramme, ensuite les éléments mathématiques nécessaires à l'établissement du programme à soumettre au traitement de l'industrie électronique et finalement les méthodes de tester les multiples solutions fournies par celle-ci.

IND. E 250 Fiche n° 39.691

F.J. NELSON. Simulation of a mine haulage locomotive. *Simulation analogique d'une locomotive de mine.* Symposium international des applications de la statistique, de la recherche opérationnelle et des calculatrices dans l'industrie minérale. — Quarterly of the Colorado School of Mines, 1964, octobre, p. 831/847, 9 fig.

Le présent article décrit une méthode analogique par laquelle le déplacement d'une locomotive de mine traitant une charge est simulé par une machine à calculer digitalique. L'étude du mouvement est poussée jusqu'aux moindres détails de manière à éliminer la plupart des hypothèses qui normalement ont dû être faites à la base. La simulation est réalisée tellement rapidement et économiquement par l'ordinatrice électronique IBM 7074 qu'il est possible d'analyser aisément en quelques heures la totalité des combinaisons d'équipement à différentes phases du service attendu.

IND. E 414 Fiche n° 39.121 II

D.H. WILDE. Effects of emergency braking on multirope tower bounted friction winders. Part II. *Les effets du freinage d'urgence sur les machines d'extraction Koepe multicâbles montées sur tour. 2me partie.* — Colliery Guardian, 1965, 26 février, p. 289/297, 9 fig.

L'article étudie les taux de retardement des pièces soumises à la rotation, les changements de la force de freinage dus aux oscillations des câbles dans les conditions d'équilibre et dans les conditions de non équilibre, à la descente et à la remontée. Ensuite, le taux de changement de retardement pendant la période de freinage dans les conditions d'équilibre et de non équilibre, montée et descente, positions à mi-puits; le changement de retardement dû à la position de la charge par rapport à la molette; les effets de l'augmentation de la force de freinage aux centres des câbles, les effets de l'augmentation du temps de montée du couple de freinage; la cessation du retardement (ralentissement) des pièces soumises à la rotation. On passe ensuite à l'étude du rapport entre les masses suspendues aux masses en rotation et des effets électriques résultant. L'examen porte ensuite sur les freins mécaniques, garnitures et friction, freinage d'urgence. De nombreux diagrammes illustrent ces études et sont interprétés. Une série de conclusions sont tirées de cette étude des différentes phases du freinage, visant à guider les constructeurs dans la recherche de l'observation des prescriptions réglementaires.

IND. E 54 Fiche n° **39.562**

A.J.W. ROZELAAR. Aspects of automatic control. *Les aspects du contrôle automatique.* — **The Mining Electrical and Mechanical Engineer,** 1965, janvier, p. 180/183.

L'article développe les raisons qui justifient l'adoption du contrôle automatique et son installation dans divers domaines industriels : économie de frais par rapport à la production manuelle, économie de main-d'œuvre, amélioration de la qualité du produit et plus grande régularité de la fabrication, amélioration de la sécurité du personnel, accélération de la production parfois indispensable à la vie de l'entreprise. L'article examine ensuite les moyens utilisés dans l'automatisation : moyens mécaniques, électriques, hydrauliques, pneumatiques. Il discute les avantages et les inconvénients de chaque système dont l'adoption est naturellement affaire de circonstances locales et de convenances particulières. Une étude technique soignée doit déterminer le choix.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. F 21 Fiche n° **39.609**

H. MIDDENDORF. Methanschichten und Möglichkeiten zu ihrer Beseitigung. *Nappes stratifiées de méthane et moyens de les supprimer.* — **Glückauf,** 1965, 3 février, p. 178/183, 10 fig.

Chapitres développés : Formation des nappes stratifiées de méthane. — L'indice S' caractéristique d'un gisement stratifié de nappes de grisou exprimé en fonction de la vitesse du courant d'air, de la section de la galerie et de la teneur en grisou d'après les formules de F. Richardson, Bakke, Leach et Schulz. — Les différents moyens de supprimer les nappes stratifiées de grisou au toit des galeries. — La vitesse minimale du courant d'air, donnée par les formules citées, n'est pas une garantie suffisante pour empêcher la formation de nappes stratifiées de grisou et pour dissiper celles qui se forment.

IND. F 22 Fiche n° **39.620**

C. NARAIN. Recent developments in mine gas analyses. *Récents développements en matière d'analyse du gaz de mine.* — **Sheffield University Mining Magazine,** 1964, p. 47/58, 11 fig.

L'article donne une brève étude, avec comparaison entre eux, des différents appareils utilisés dans la pratique pour l'analyse du gaz de mine. C'est ainsi qu'il donne pour chacun d'eux, en plus du principe mis à profit pour la détermination de la teneur en CH^4, la grandeur (en %) de la variation de la variable spécifique mesurée, qui correspond à une augmentation de 1 % de la teneur en grisou dans le mélange. - 1) Lampe à butane du M.R.E.; principe mis à profit la température du gaz au-dessus de la flamme; 16 % pour 1 % de CH^4. - 2) Interféromètre; résistance d'un filament chauffé électriquement, sur lequel brûle catalytiquement le méthane : 3 %. - 3) Analyseur de gaz à l'infra-rouge; variation de volume ou de pression consécutive à la combustion : 2 %. - 4) l'appareil « Von Rosen Beads »; densité : 0,5 %. - 5) Tubes réactifs de Kitagawa; réfractivité : 0,5 %. - 6) Méthanomètre acoustique automatique; conductibilité thermique : 0,2 %. - 7) Analyseur sonique de gaz; vitesse du son; 0,25 %. - 8) Séparateur de gaz Fischer; viscosité : 0,4 %. - 9) Chromatographe Argon; transmission de l'infra-rouge : 0,3 %. La tendance actuelle en ce qui concerne les instruments modernes d'analyse du gaz semble être que ceux-ci se spécialisent dans la détermination d'un seul composant particulier du gaz, à la fois. Font cependant exception les instruments basés sur la chromatographie gazeuse qui peuvent analyser presque tous les mélanges de gaz quelle que soit la concentration de ceux-ci. La recherche pour une plus grande précision, l'avènement d'une automatisation presque totale dans les mines et les progrès de l'électronique ont eu pour résultats la production d'instruments d'analyse du gaz des mines qu'on n'aurait pu concevoir encore il y a dix ans. Même tels qu'ils sont réalisés actuellement, les instruments décrits dans ces lignes ne sont que les précurseurs de ceux auxquels on peut s'attendre d'ici quelques années, dans la nouvelle ère du charbon

IND. F 22 Fiche n° **39.716**

ENGLISH ELECTRIC Co Ltd. Automatic methane detector and alarm. *Détecteur automatique de grisou avec signal d'alarme.* — **Colliery Engineering,** 1965, février, p. 62/65, 4 fig.

L'appareil a la forme d'une lampe, avec batterie d'accus acide au plomb fonctionnant 9 heures. Au-dessus de l'accu se trouve un amplificateur à transistors, puis la lampe avertisseuse (alarme), puis l'élément de compensation et l'élément de détection. Enfin au sommet, les ouvertures d'entrée d'air avec filtre et le crochet-poignée. Une échelle graduée indique les teneurs en grisou de 0 à 3 %. La lampe d'alarme s'allume à partir de 1 ¼ % par ajustage d'un potentiomètre accessible quand la lampe est démontée. Le principe de fonctionnement repose sur les deux éléments formés d'un thermo-couple scellé dans une ampoule avec une spirale chauffante enroulée à l'extérieur de l'ampoule. Un dé métallique donne issue à la flamme. L'élément détecteur est revêtu du catalyseur et l'élément de compensation ne l'est pas. Les deux éléments ont, dans l'air pur, la même

température, et les 2 thermocouples étant en opposition, le courant de l'amplificateur est nul, mais quand il y a du grisou, l'élément détecteur s'échauffe seul et la différence de voltage des thermocouples actionne les mécanismes de détection et d'alarme. En cas de non fonctionnement d'un des éléments chauffants, un signal indique le défaut.

IND. F 231 Fiche n° 39.395

C.H. FRITZSCHE et H. SCHULZE-RHONHOF. Das Explosionsunglück auf der Grube Luisenthal. *Le coup de grisou de la mine Luisenthal.* — Glückauf, 1965, 6 janvier, p. 23/33, 1 pl.

L'explosion a débuté par une inflammation du gaz qui a déclenché un coup de grisou principal suivi d'une série de coups de poussières (coups à balancement). Ceux-ci se sont étendus du 2e étage au 4e par l'intermédiaire des tailles et des vallées en couche. Les causes d'inflammation sont restées inconnues : allumage par cigarette ou par le filament incandescent d'une ampoule endommagée de lampe au casque; en aucun cas, on ne peut suspecter ni le matériel électrique d'exploitation, ni le tir de mines, ni les travaux de soudage, ni les lampes à huile, ni feux de mine. L'explosion a pris naissance dans un bouveau influencé par des travaux d'exploitation sus et sous-jacents; il n'était que faiblement ventilé et des nappes stationnaires de grisou ont pu se former. Au cours des enquêtes, on constata que, bien qu'établis conformément aux prescriptions réglementaires, 7 barrages à poussières furent inopérants, par contre 10 stoppèrent normalement la propagation de l'onde explosive. Comme dans la plupart des grandes catastrophes, intervinrent simultanément de nombreuses circonstances malheureuses et fortuites qui contribuèrent à l'ampleur du sinistre telles que : influences d'exploitation sur une galerie faiblement ventilée, présence d'une couche puissante (2,5 m), 12 m au-dessus de la couche exploitée, tailles montantes sur pente de 13 à 18° avec épis de remblais le long des voies de transport et d'aérage dans lesquelles l'efficacité des barrages est bien moindre que dans des voies horizontales, explosivité très élevée de la poussière de charbon, un réseau de voies très ramifié, variations brusques de la pression barométrique, carence d'appareils de détection du grisou suffisamment précis et de confiance (par manque de moyens financiers), masques auto-sauveteurs anti-CO de durée d'utilisation trop faible. Parmi les mesures qui ont été préconisées et appliquées par la suite, on note : 1) Prescriptions relatives à la construction de barrages à poussières, adaptés aux conditions de pente des voies dans lesquelles ils sont établis. 2) Introduction du récent procédé dit « à la pâte » comme mesure de sécurité générale, remplaçant l'épandage traditionnel de poussières stériles pour la neutralisation des poussières combustibles dans les galeries. 3) Remplacement des barrages à poussières de roche par des auges (en plastique) à eau. 4) Stabilisation (par encroûtage) des poussières de charbon dans les voies par usage de produits hygroscopiques. 5) Dans les voies d'exploitation, à fort empoussiérage, réduction de la distance entre barrages et augmentation de la charge (400 kg/m²) de ceux-ci.

IND. F 51 Fiche n° 38.339II

N. BISWAS. Study of heat and humidity in mines - Part II. *Etude de la chaleur et de l'humidité dans les mines - 2me partie.* — Colliery Engineering, 1964, décembre, p. 501/509, 16 fig.

L'auteur montre comment les conditions thermo-hygrométriques de l'atmosphère de la mine peuvent être enregistrées avec des psychromètres à thermo-couples combinés avec un enregistreur à galvanomètre. Quelques-uns des résultats obtenus dans des essais souterrains dans deux mines britanniques sont renseignés, montrant comment les propriétés psychrométriques de l'air peuvent être mesurées de façon continue pendant une période pouvant atteindre sept jours. Détails sur les mesures relevées au charbonnage de Clifton, près de Nottingham, description des psychromètres, galvanomètres enregistreurs, etc... Au charbonnage de Gedling, voisin, on a fait des mesures du taux d'humidification dans des galeries apparemment sèches. Différentes conclusions ont été tirées de ces observations.

H. ENERGIE.

IND. H 7 Fiche n° 39.352

G. SCHMITT. Prüfstand für hydraulische Schrämwinden bei den Saarbergwerken. *Banc d'essai pour des treuils hydrauliques de haveuse. Houillères de la Sarre.* (Textes originaux : allemand et français). — Schlägel und Eisen, 1964, décembre, p. 822/829, 8 fig.

Depuis fin 1960, on utilise aux ateliers principaux mécaniques de Hirschbach des Houillères de la Sarre un banc d'essai pour des vérins de havage hydrauliques. On contrôle pour le moment, de préférence, les vérins de havage type S 16 de la firme SAGEM de Paris. Ils ont un moteur hydraulique à marche lente avec un couple maximum de plus de 1.500 m kgp. On communique quelques détails sur ce moteur hydraulique intéressant, qui diffère fortement des moteurs habituels sur les haveuses allemandes. Le freinage d'une puissance d'environ 10 kW pour une vitesse de 5 tr/min environ, avec le frein hydraulique dont on dispose, n'est possible qu'en multipliant la vitesse. C'est pourquoi on a intercalé entre l'arbre de sortie du moteur hydraulique et le frein un engrenage avec un rap-

port de multiplication de 1 : 70, et se composant d'un engrenage à chaînes à rouleau et d'un engrenage de convoyeur blindé à raclettes. Dans cet engrenage supplémentaire, il se produit une perte de puissance et de couple que l'on ne peut pas imputer au moteur hydraulique à contrôler. On indique une méthode qui permet de tenir compte de cette perte pour l'évaluation de la mesure. Pour terminer, on reproduit 2 séries de caractéristiques mesurées : d'abord la dépendance de la vitesse, du couple et de la puissance, par rapport à la pression, avec l'angle de pivotement maximum de la pompe hydraulique, et ensuite la dépendance du couple et de la puissance par rapport à la vitesse pour des pressions constantes.

IND. H 9 Fiche n° **39.560**

J.W. GARDNER. Unconventional generation of electricity. *Les méthodes non classiques de génération d'électricité.* — **The Mining Electrical and Mechanical Engineer,** 1965, janvier, p. 167/175, 13 fig.

L'auteur signale d'abord les déficiences des méthodes classiques de production de l'électricité, en particulier le turbo-alternateur à vapeur, le générateur le plus utilisé : rendement calorifique bas limité par les inconvénients des hautes températures, par le principe de Carnot et par les organes de transformation de travail thermique en travail mécanique, avec les pertes de rendement subséquentes. Il passe ensuite à la description des piles à combustibles qui, non soumises aux limitations du principe de Carnot, offrent le rendement le plus élevé. Les difficultés pratiques que soulève sa mise au point ne découragent pas les chercheurs et on pense qu'elles auront des applications très intéressantes avec les réacteurs nucléaires. Les générateurs thermoélectriques et thermoioniques que l'on décrit ensuite, sont des engins thermiques, donc soumis au principe de Carnot, mais la limitation de rendement qui en résulte est relativement faible étant donné la grande étendue de la gamme des températures qu'ils peuvent utiliser. Il convient d'ajouter que ces générateurs d'électricité décrits produisent du courant continu, qu'il faut encore le transformer en courant alternatif si on veut bénéficier des avantages de celui-ci, mais la difficulté n'est pas importante.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES.

IND. I 06 Fiche n° *39.504*

R. CROSLAND et M.K. LAVERICK. A survey of present and future coal blending systems. *Revue des systèmes actuels et futurs de mélange de charbon.* — **Colliery Engineering,** 1965, janvier, p. 9/15, 11 fig.

La mécanisation de l'exploitation a entraîné une augmentation de la proportion des fines dans le charbon brut et une augmentation dans ces fines de la teneur en cendres. Les fines sont largement utilisées dans les foyers industriels, les centrales électriques notamment, avec des teneurs en cendres qui atteignent parfois 50 %, mais il importe toutefois que cette teneur en cendres soit relativement constante, ce qui n'est pas toujours le cas pour le charbon qui remonte du fond; d'où la nécessité d'uniformiser la composition par des mélanges. Ces mélanges peuvent s'effectuer par diverses méthodes qui utilisent les moyens rapides de détermination de la teneur en cendres : elles consistent à emmagasiner le charbon dans plusieurs trémies qui se déversent par le bas d'une manière contrôlée sur une bande transporteuse de manière à former un mélange de composition désirée. Dans certaines installations, on utilise en partie du charbon lavé dans le mélange. Il est évident que chaque cas particulier devra être étudié pour fixer le choix des solutions à adopter avec les installations qui peuvent la fournir. Plusieurs exemples sont fournis montrant l'application pratique des méthodes indiquées.

IND. I 06 Fiche n° **39.698**

M. HAMPEL. Die Kornzerkleinerung bei Gefässförderung und Massnahmen zu ihrer Verringerung. *La détérioration de la granulométrie du charbon au cours de l'extraction par skip et mesures prises en vue de la réduire.* — **Glückauf,** 1965, 17 février, p. 238/245, 7 fig.

L'auteur étudie d'abord les causes de la détérioration de la granulométrie et chiffre les effets de celle-ci sur la valeur marchande du charbon. Analysant les moyens et les mesures propres à réduire cet inconvénient, il mentionne successivement : 1) l'utilisation de portions de courroies destinées à ménager le charbon aux stations de déversement; 2) l'emploi de trappes installées dans les trémies doseuses; 3) l'application de dispositions spéciales telles que : culbuteurs à pelles, trains convoyeurs et autres aménagements installés sur le skip même. Des études, faites au siège Grillo 1-4 de la « Monopol Bergwerk GmbH » sur la détérioration de la granulométrie due à la mise en service de skips, permettent d'effectuer des comparaisons avec ce qui existait avant ainsi qu'avec les résultats obtenus dans d'autres sièges modernes.

IND. I 09 Fiche n° **39.699**

E. BROCKE. Die Vorbehandlung der Rohförderkohle unter Tage bei der Gefässförderung. *Traitement du charbon tout venant au fond préalablement à son transport par skip.* — **Glückauf,** 1965, 17 février, p. 245/254, 12 fig.

Les installations d'extraction par skips réalisées au cours des dernières années sont dans la plupart des cas équipées avec des installations de trai-

tement préparatoire du tout-venant au fond. Après une courte note descriptive et explicative concernant la nature de ce traitement préalable et sur la base des schémas relatifs aux divers procédés, l'auteur donne un bref aperçu des récentes méthodes les plus couramment appliquées. Celles-ci comportent un traitement effectué, soit en version simple et élémentaire, soit selon un processus plus développé. Dans une seconde partie, l'auteur fait part des résultats de recherches sur la détérioration de la granulométrie, effectuées dans deux sièges avec ou sans traitement du brut au fond; dans chacun des cas, il évalue les effets du bris du charbon. Ces données font apparaître, lors du broyage des gros blocs de charbon, l'influence de la teneur en stériles du brut sur la diminution de la granulométrie des fines et, simultanément, sur l'augmentation de la teneur en cendres dans les ultra-fines. Par l'élimination des terres, par le concassage des gros blocs de charbon, par le stockage en silos, le traitement du tout-venant au fond, préalablement à son chargement en skips, améliore le degré d'efficacité et la capacité nette d'extraction du puits ainsi que le rendement du lavage et de l'épuration du charbon brut en surface. Réalisées avec soin et d'une manière adéquate, les installations de traitement préparatoire du tout-venant au fond permettent de réduire à des limites acceptables les teneurs en grains fins et ultra-fins qui, en l'absence de tel traitement, deviendraient réellement prohibitives.

IND. I 11 Fiche n° **39.553**

H. MAIER. Kinetik der Hartzerkleinerung. Versuche zur Nassmahlung und zur Mahlbarkeitsgrenze. *La cinétique de la fragmentation. Essais de broyage humide et de la limite de broyabilité.* — **Aufbereitungs-Technik**, 1965, janvier, p. 1/6, 10 fig.

Le présent article traite des essais de broyage humide de quartz effectués en vue de déterminer le comportement du matériau dans les broyeurs à boulets humides, en s'appuyant sur les définitions rencontrées dans la cinétique chimique telles qu'elles ont été discutées dans les publications antérieures de l'Institut de Chimie Technique de l'Ecole Technique Supérieure (Technische Hochschule, Münich). Il montre qu'il existe une relation entre la vitesse de réduction volumétrique et le pourcentage de liquide ainsi que la charge (poids de matière solide par poids de liquide). D'autres discussions portent sur la limite de broyabilité déterminée par l'aire de la surface spécifique mesurée selon la méthode BET ainsi que, par conséquence, sur la limite des inhomogénéités dans le cas du quartz et on a trouvé que cette limite correspond à la fraction 0,1 - 1 micron.

IND. I 22 Fiche n° **39.702**

J. REUTER. Versuche mit einem Bandsieb zum Absieben bei kleinem Trennkorngrössen. *Essais avec un crible à bande pour le criblage par petites mailles de coupure.* — **Glückauf**, 1965, 17 février, p. 269/273, 8 fig.

A la station de recherche Julia du Steinkohlenbergbauverein, on procéda à des études sur un crible à fond mobile afin de se rendre compte si un tel dispositif était apte à cribler efficacement avec une maille de coupure de 2 mm les fines brutes de charbon. La construction et le mode de travail du crible sont ceux d'un crible vibrant traditionnel, mais où le fond du crible a été remplacé par une bande mobile perforée qui se déplace d'une manière continue et uniforme entre deux tambours fixes; le crible n'exige pour sa construction aucune partie spéciale. Avec le crible à bande caractérisée par une maille de 1,8 mm, il fut possible de traiter un charbon brut de calibre inférieur à 10 mm et à moins de 6 % d'humidité totale, avec un rendement de criblage de l'ordre de 75 %. Pour des teneurs en eau plus élevées, l'opération de criblage devient beaucoup moins bonne. On note toutefois que, dans des conditions de criblage identiques, les cribles spéciaux tels que Umbra et Rhewum fournissent des résultats de criblage bien meilleurs que le crible à bande mobile.

IND. I 31 Fiche n° **39.574**

G. DRU. Méthodes de contrôle et de prévision des résultats de lavage du charbon (suivi de discussions). — **Revue de l'Industrie Minérale**, 1965, janvier, p. 3/10, 12 fig.

Pour caractériser une séparation densimétrique, il faut connaître : le brut à traiter et l'appareil de traitement. La caractérisation du brut à traiter se fait en établissant : la courbe de lavabilité en fonction de la densité, la relation entre teneur en cendres et densité et la courbe de lavabilité en fonction de la densité. La caractérisation de l'appareil de lavage se fait par la courbe de partage, qui est indépendante de la composition du brut traité. *Représentation d'une séparation densimétrique.* Le tracé des courbes de lavabilité donne la densité de coupure équivalente, l'erreur par égarés et le rendement de l'opération. La courbe de partage fait apparaître les résultats suivants : densité de partage, écart probable, imperfection. *Possibilité de lavage.* Connaissant la courbe de lavabilité du brut et la courbe de partage de l'appareil, il est possible de déterminer, pour une teneur en cendres cherchée, quels seront les résultats du traitement dans un appareil déterminé par son imperfection. Ils sont représentés commodément par le graphique de Mayer : en abscisse le rendement pondéral d'une tranche et en ordonnée le pourcentage des cendres de cette tranche. (Résumé de la revue.)

IND. I 31 Fiche n° **39.575**

H. FOURNOL. Courbes de lavabilité et contrôle de lavage. Application aux minerais et minéraux (suivi de discussions). — **Revue de l'Industrie Minérale**, 1965, janvier, p. 11/31, 11 fig.

Les courbes de lavabilité permettent pour le charbon, et aussi de manière analogue pour les minerais, de lire, pour une densité de séparation théorique donnée (d) : 1) la fraction en % de flottants et de plongeants; 2) la teneur en chaque élément des particules de densité (d), des flottants à (d), des plongeants à (d) ; 3) le rendement métal en chaque élément des flottants et des plongeants. Elles donnent aussi, pour une teneur moyenne limite d'un élément dans les flottants : la densité théorique de séparation nécessaire, le % de flottant et de plongeant correspondant, les teneurs des plongeants et flottants pour les autres éléments, et le rendement métal. Elles permettent d'étudier les possibilités théoriques d'avoir des flottants caractérisés par certaines valeurs limites en plusieurs éléments. Contrôle du lavage. Dans une concentration gravimétrique donnée, l'analyse du classement densimétrique suffit généralement pour contrôler la qualité de l'épuration et sa stabilité dans le temps. *Précautions à prendre pour les minerais poreux.* Dans les liqueurs denses, les minerais se séparent suivant la densité apparente de l'ensemble (minerai + parcs pleins d'eau). C'est donc sur les minerais imbibés d'eau qu'il faut : établir les courbes de densimétrie pour étudier les possibilités de séparation, étudier les divers produits de la séparation pour le contrôle. Il faut donc tenir compte; pour ces deux genres d'études, de la nature des produits dans le cas des minerais poreux. Le choix de la densité de coupure sur courbes de lavabilité et le réglage de la densité de séparation de l'appareil se feront en fonction des densités apparentes et non des poids spécifiques.

IND. I 343 Fiche n° **39.579**

D. CARRE. La colonne Dorr de lavage (suivi de discussions). — **Revue de l'Industrie Minérale**, 1965, janvier, p. 83/89, 6 fig.

Il est fréquent qu'au cours d'un traitement, on obtienne une suspension solide dans une solution et qu'il soit nécessaire de substituer à cette solution un autre liquide pour laver le solide ou récupérer la solution. L'opération se fait à contre-courant dans une succession d'appareils en série. La « colonne Dorr », réalisée par la Société Dorr-Oliver, permet d'améliorer le rendement de l'opération. Elle se compose d'une virole cylindrique équipée de plateaux perforés horizontaux et régulièrement espacés, délimitant ainsi des compartiments. La suspension à laver est introduite en haut; la pulpe lavée est soutirée en bas en régime discontinu, d'où mouvement pulsatoire descendant. Le liquide de lavage est introduit aussi de façon discontinue (créant le mouvement pulsatoire ascendant) en opposition de phase avec le soutirage. La marche doit être contrôlée et mise en régulation automatique. On suit dans un compartiment la conductivité de la solution à laquelle on asservit le débit de lavage et d'élution. *Applications.* L'appareil est surtout intéressant lorsqu'il s'agit d'un traitement cyclique auquel on demande une grande efficacité et lorsque le liquide de lavage est coûteux ou en faible quantité. Lavage et classification peuvent être obtenus dans une même colonne. Les rendements de lavage sont élevés ($> 99\ \%$), la consommation d'énergie est faible, l'encombrement réduit et le prix de revient très modéré. L'auteur cite deux exemples d'application, notamment le lavage d'un minerai sableux (grains entre 80 μ et 2 mm) en suspension dans une solution aqueuse; 99 % des corps dissous sont récupérés avec une consommation d'eau de 53 l à la tonne de solide seulement.

IND. I 36 Fiche n° **39.580**

R. COHEN-ALLORO. La concentration des minerais par voie pneumatique (suivi de discussions). — **Revue de l'Industrie Minérale**, 1965, janvier, p. 91/104, 11 fig.

La table pneumatique. Le minerai grenu est disposé sur le fond poreux d'un caisson à travers lequel est envoyé de l'air soufflé, tandis que le caisson est animé d'un mouvement alternatif longitudinal dissymétrique. Les éléments légers remontent à la surface du lit et peuvent s'écouler suivant la pente du caisson, tandis que les lourds se classent au fond et sont remontés vers l'amont. Les imperfections des appareils pneumatiques industriels sont beaucoup plus élevées (0,18 - 0,25) que celles des bacs à piston (0,08 - 0,12) ou des liqueurs denses (0,05). *En granulométrie $>$ 0,25 mm.* Pour avoir une bonne séparation, il faut pouvoir régler le débit d'air soufflé, la pente du caisson, la fréquence et l'amplitude du mouvement alternatif, et pouvoir régler ces paramètres en cours de marche. Des essais de séparation ont été effectués sur des mélanges artificiels et sur des minerais naturels. Dans le mélange wolframite-quartz, les stériles sont insuffisamment épuisés dans un seul traitement. Avec barytine-quartz, on a eu des concentrés à 94,3 % de $BaSO^4$ et une récupération de 88 %. Avec barytine-fluorine, 99,8 % de la fluorine ont été récupérés. Les rendements, comparés avec ceux des traitements par voie humide, sont tout à fait compétitifs. *En granulométrie $<$ 0,25 mm.* Il faut une pression d'air faible, mais une fréquence élevée des vibrations. Il est intéressant de pratiquer la perfusion (évacuation des grains lourds par le fond poreux). On a enrichi ainsi des poudres de graphite sili-

ceuses de 70 % à 86,5 % en carbone. *En granulométrie 0-3 mm.* Des minerais de manganèse ont été enrichis à l'état de concentrés chimiques à plus de 89 % de MnO^2. Economie. Le procédé est avantageux par le fait de l'absence de pompes à eau et de canalisations hydrauliques. Pour le traitement des dolomies sur table de 1 m × 1,30 m, le prix de revient a été de 1 F/t.

IND. I 41 Fiche n° **39.640**

R. SAWATZKI. Vergleichende Untersuchungen an Schwingsiebschleuder, Resonanz-Freischwingsieb und Vibrations-Entwässerungsrinne in einer Kalkstein-Aufbereitung. *Recherches comparatives entre l'essoreuse à crible vibrant, le crible à oscillation libre à résonance et le couloir d'égouttage à vibrations dans une installation de préparation de pierre à chaux.* — **Aachener Blätter für Aufbereiten - Verkoken - Brikettieren,** Cahier n° 5, 1964, décembre, p. 163/198, 10 fig.

L'auteur étudie avec quels résultats il est possible de procéder à l'égouttage de sable calcareux (0-1,5 mm) respectivement avec chacun des 3 appareils cités en vedette, travaillant tous avec un débit uniforme de 10 t de produits traités à l'heure. On constate que la plus basse teneur finale en eau dans les produits est atteinte par l'essoreuse ;elle s'élève en moyenne à 10,4 % et elle est indépendante de la teneur initiale en eau dans le matériau brut à l'alimentation, ainsi que de la teneur en grains < 0,2 mm. Le rendement de l'opération en matières solides est de l'ordre de 96 à 97 %. Avec le crible à résonance et avec le couloir d'égouttage, la teneur finale en eau dans le produit traité est encore de 19 à 20 % et le rendement en matières solides de l'opération est respectivement de 97 % et 92,5 %. Pour un débit uniforme de 10 t/h, les consommations d'énergie électrique rapportées à la tone de produit final furent de 1,06 pour l'essoreuse, 0,27 pour le crible à résonance et 0,06 pour le couloir d'égouttage. Le coût de revient total du traitement par tonne de produit final fut : 0,10 DM/t pour l'essoreuse, 0,09 DM/t pour le crible à résonance et 0,12 DM/t pour le couloir d'égouttage. En conclusion, compte tenu de la qualité du produit fini, du rendement et du coût global de l'opération d'égouttage, l'auteur recommande le recours à l'essoreuse, d'autant plus que l'essoreuse soumise aux essais pouvait aisément porter à 20 t/h, le régime auquel elle fonctionnait.

IND. I 42 Fiche n° **39.554**

J.H. BITTER. Ueber die Filtration von Flotationskonzentraten. *La filtration de concentrés de flottation.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1965, janvier, p. 11/17, 8 fig.

L'auteur relate des essais faits en vue de la filtrabilité d'un concentré de flottation. Il a prouvé que la filtrabilité ne dépend pas des argiles < 10 microns — ce qu'on avait pensé jusqu'à maintenant — mais seulement de la fraction < 2 microns. La filtration dépend seulement de la concentration de cette tranche granulométrique. Par ailleurs, on a trouvé l'influence des réactifs de flottation et des floculants sur la filtration en fonction de la composition granulométrique de la pulpe. Les facteurs dont dépend la consommation d'adjuvants de filtration ont été déterminés.

IND. I 61 Fiche n° **39.578**

P. GY. L'échantillonnage des minerais en cours de transport continu (suivi de discussions). — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1965, janvier, p. 51/82, 3 fig. - **Bulletin of the Institution of Mining and Metallurgy,** 1965, janvier, p. 165/199, 3 fig. Texte en langue anglaise.

Le but du mémoire est de recenser et estimer les erreurs qui viennent affecter la teneur réelle d'un lot de minerai échantillonné. La teneur A et le débit D d'un minerai en cours de transport continu varient en fonction du temps; les erreurs qui nous préoccupent dépendent essentiellement du caractère de ces variations. Ces fonctions ont d'abord le caractère discontinu et aléatoire et, ensuite, elles représentent les variables régionalisées. L'auteur montre comment, par la construction d'un variogramme, il est possible de mettre en évidence le caractère aléatoire, régionalisé et cyclique des fonctions telles que A et D. Recensement des erreurs commises. Au cours des opérations effectuées depuis la prise de l'échantillon primaire jusqu'à l'obtention de l'échantillon final soumis à l'analyse, on relève 4 groupes d'opérations aléatoires et 4 types d'erreurs : 1) erreur dite d'extension ou d'intégration; 2) erreur d'échantillonnage primaire; 3) erreur d'échantillonnage secondaire; 4) erreur d'analyse. *Résultats généraux.* Si O désigne l'intervalle entre prélèvements, on constate que, quand O varie, certaines erreurs diminuent, d'autres augmentent et d'autres restent constantes. La conclusion fondamentale est que la variance totale est peu affectée par O. La variance d'analyse reste fixe, l'erreur d'échantillonnage primaire est négligeable quel que soit O. Pour réduire la variance totale, il faut agir sur la variance d'échantillonnage secondaire; il faudra éviter les pertes de fines et les souillures des échantillons et homogénéiser le plus possible l'échantillon avant chaque étage d'échantillonnage. Il faut réduire la variance d'analyse en multipliant les dosages. Ainsi donc, cette étude montre que la précision de l'échantillonnage systématique n'augmente pas indéfiniment avec le nombre des prélèvements, mais qu'il existe un optimum.

IND. I 61 Fiche n° **39.686**

P.M. GY. Variography. *Variographie.* Symposium international des applications de la statistique, de la recherche opérationnelle et des calculatrices dans l'industrie minérale. — **Quarterly of the Colorado School of Mines,** 1964, octobre, p. 693/711, 3 fig.

L'auteur présente la variographie comme un nouvel outil pour l'étude de la variabilité de la teneur en minéral donné dans un flux de matériau brut. A la base de la méthode se trouvent deux fonctions statistiques, à savoir : le corrélogramme et le variogramme. L'auteur, après les avoir définis et donné les propriétés de celles-ci, montre comment il est possible de tirer parti de leurs variations pour l'échantillonnage continu et ce, dans le cas : a) d'une fonction de distribution due au hasard, b) d'une fonction autocorrélative, c) d'une fonction cyclique. L'article étudie successivement : 1) La transposition au cas général. 2) La variance de l'erreur résultant de l'intégration d'un échantillonnage (dans le cas d'une fonction de distribution due au hasard et d'une fonction autocorrélative). 3) La reproductibilité de la variographie. 4) L'établissement d'un planning de variographie. Ainsi, les expériences réalisées à ce jour par l'auteur, quoiqu'elles ne s'appliquent encore qu'à un nombre limité de cas, montrent l'orthodoxie et le côté pratique de la méthode.

IND. I 61 Fiche n° **39.700**

E. BLOCK. Einige Beispiele der automatischen Probenahme. *Quelques exemples d'échantillonnage automatique.* — **Glückauf,** 1965, 17 février, p. 255/264, 42 fig.

Après un chapitre introductif portant sur la commande et l'entraînement des appareils échantillonneurs automatiques, l'auteur procède à la description des principes de fonctionnement et de construction de 34 appareils différents et de 4 stations, tous destinés à l'échantillonnage automatique de produits de masse en mouvement. L'auteur discute la valeur relative de chacun d'eux, basée sur le degré de précision et de friabilité de l'échantillonnage qu'ils réalisent.

IND. I 62 Fiche n° **39.717**

D.A. HALL, H. McPHERSON et D.A. RUELL. Rapid determination of coal ash. *Dosage rapide des cendres du charbon.* — **Colliery Engineering,** 1965, février, p. 66/72, 6 fig.

Description de l'analyseur « Cendrex » de l'installation d'épuration à sec du charbon au charbonnage de Horden, Division Durham du N.C.B. L'appareil, basé sur l'action d'un tube à rayons X refroidi par l'eau, analyse de façon continue et automatique la teneur en cendres du charbon sec. L'installation comporte une trémie d'alimentation du charbon prélevé, un broyeur primaire, un diviseur d'échantillons, un skip vertical relevant le charbon au niveau de l'unité de conditionnement (sécheur et broyeur secondaire) qui le transmet à l'analyseur Cendrex. L'article décrit le fonctionnement et la mise au point des appareils et discute les résultats fournis. Il étudie les données économiques de l'installation et conclut en constatant qu'elle a été amortie en une année. Il termine par des considérations sur les possibilités ultérieures offertes par la méthode d'analyse Cendrex.

IND. I 63 Fiche n° **39.577**

F. BASTENAIRE. Etude théorique du mode de génération des distributions granulométriques (suivi de discussions). — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1965, janvier, p. 39/50.

Les concepts de distribution statistique et de distribution granulométrique sont différents, mais les fonctions mathématiques utilisées pour représenter les premières peuvent convenir pour les secondes. C'est un fait d'expérience. L'auteur donne une explication de ce fait en montrant qu'il est possible de définir une variable aléatoire dont la distribution statistique est identique à la distribution granulométrique d'un produit donné. La notion de distribution granulométrique est très employée à propos de matériaux se présentant à l'état d'inégales grosseurs, résultant du bris de plus gros. Leurs propriétés dépendent beaucoup de la répartition des grosseurs. Il faut donc connaître cette répartition qui est représentée par une distribution granulométrique. Etant donné la liaison qui peut être établie entre le « mécanisme de division » et la distribution granulométrique, cette dernière notion pourrait s'appliquer à des cas où les individus d'une population résultent d'un partage.

IND. I 64 Fiche n° **39.555**

P. IOHN. Isotopengesteuerte Ueberwachung des Feuchtigkeitsgehaltes von Sintermischungen. *Contrôle par isotopes de la teneur en humidité de mélanges devant être agglomérés par frittage.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1965, janvier, p. 18/22, 7 fig.

La méthode connue dans la préparation pour mesurer la densité de pulpes de minerai et de charbon à l'aide de radio-isotopes peut être utilisée également pour déterminer la teneur en humidité de mélanges à agglomérer par frittage, après être adaptée aux conditions de composition légèrement différentes. L'humidité du mélange exerçant une influence directe sur l'opération d'agglomération par frittage, les méthodes connues doivent bénéficier d'un soin tout particulier lors du choix du genre et de l'intensité du rayonnement, des capteurs de valeurs de mesure ainsi que des organes de régulation subséquents pour ne

détecter que le liquide étant donné la diversité des constituants absorbants et le rapport défavorable entre solides et liquides. Les points dont il faut tenir compte pour la solution du problème sont exposés à l'appui d'une installation de la Koppers Company, Inc., Pittsburgh (Etats-Unis) qui se fonde sur une proposition de S. Mac Donald et H.T. Stirling et pour laquelle une demande de brevet a été déposée aussi en Allemagne. Pour avoir des valeurs de mesure aussi voisines de la réalité que possible, il faut que le produit soit bien mélangé et par la suite nivelé et que l'épaisseur de la couche soit égalisée afin que l'absorption de rayons mesurée ensuite soit une fonction directe de la densité en vrac, cette dernière devant à son tour être considérée comme étant une fonction de l'humidité du mélange.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE

IND. J 17 Fiche n° **39.664**

R. KVAPIL et T. TANAKA. Bunker und Silos mit Schild. *Trémies et silos de stockage avec bouclier.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1965, février, p. 45/49, 18 fig.

Pour augmenter l'activité de trémies et silos à soutirage continu, l'auteur recommande un bouclier horizontal placé au-dessus de leur orifice de sortie, ce bouclier étant exécuté souvent sous forme de disque circulaire. L'importance de la cavité se formant au-dessous du bouclier, la largeur du bouclier et la hauteur du bouclier au-dessus de l'orifice de sortie sont discutées, et des chiffres optima pour ces données sont indiqués à l'appui de formules. A part l'augmentation de l'activité de la trémie, le but principal du bouclier est de protéger le dispositif d'extraction. Par ailleurs, le bouclier permet d'assurer un service régulier, même avec une matière difficile. La formation d'une zone passive au-dessus du bouclier peut être supprimée si on lui donne une forme conique ou être réduite si on pratique un orifice au milieu du bouclier. Un tube introduit dans la cavité au-dessous du bouclier permet d'additionner un autre produit à la matière ensilée. Pour terminer, l'auteur cite la possibilité d'employer un bouclier de conception spéciale pour réchauffer la matière ensilée.

IND. J 17 Fiche n° **39.665**

P. DUBACH. Neue Erkentnisse zum Problem der Brückenbildung in Bunkerausläufen. *Enseignements nouveaux au sujet du problème de la formation de ponts dans la partie inférieure de trémies.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1965, février, p. 50/56, 5 fig.

Des considérations théoriques visant les causes possibles de l'engorgement de silos et trémies montrent que l'on peut retarder la formation de ponts quand la voûte en forme de coupole, qui s'accentue pour devenir un pont, est une surface présentant une courbure de Gauss négative. Des essais d'expérimentation faits sur des trémies de section rectangulaire ou circulaire et préparées de manière à ce qu'il se forme des surfaces de courbure négative (surface en selle et côté intérieur d'un tore) montrent que de telles trémies présentent des conditions d'écoulement nettement meilleures. Par un essai comparatif avec 50 valeurs, il est prouvé à l'aide de méthodes statistiques que la différence dans la durée d'écoulement n'est pas fortuite. L'étude se termine par quelques conseils pour l'exécution pratique.

IND. J 17 Fiche n° **39.668**

P. IOHN. Stapel-, Dosier- und Mischbunker für Rohkohle. *Trémies de stockage, de dosage et de mélange pour charbon brut.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1965, février, p. 84/89, 13 fig.

Des nouvelles propositions, relevées de la littérature en matière de brevets, concernant les trémies cellulaires et les silos utilisés généralement pour le stockage, le dosage et le mélange du charbon brut sont l'objet du présent ouvrage. La méthode connue de charger et décharger systématiquement un ensemble de cellules a été perfectionnée et a donné naissance à la trémie du type appelé « à tuyaux d'orgue », qui a déjà été présenté à la 4e Conférence Internationale sur la Préparation du Charbon (1962). La formation de ponts ou de cheminées doit être supprimée par des éléments directeurs et un dispositif multiple de soutirage. Le système multicellulaire a été réétudié dans ce sens que la rangée de cellules a été remplacée par une couronne de cellules radiales, le chargement et le déchargement se faisant au centre. Un dispositif de chargement monté dans un puits vertical et se déplaçant verticalement peut charger chacune des cellules à tout niveau et avec ménagement pour le produit, c'est-à-dire sans risque de formation de bris par la chute. Les silos ne garantissent un effet de mélange que lorsqu'on applique des méthodes de remplissage et de soutirage bien définies, ces silos n'étant pas cloisonnés. A titre d'exemple, il est décrit le couplage en parallèle de trémies à fente de déchargement, pour lesquelles il s'avère nécessaire de prévoir une séquence de dosage et de mélange comparable à celle adoptée pour les trémies cellulaires. Un autre exemple concerne la reproduction du système de mélange en stock sur les silos pour lesquels le chargement se fait par couches obliques et

talutées en succession longitudinale et le déchargement a lieu par une fente longitudinale au milieu du fond de la trémie, en quantités toujours égales.

IND. J 17 Fiche n° **39.669**

K. STUMPF. Die Inhaltsmessung von Bunkern. *La mesure du contenu et de différents paramètres dans les trémies.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1965, février, p. 90/95, 17 fig.

Les indicateurs de niveau qui servent à déterminer le contenu de trémies, silos et réservoirs existent en grand nombre sur le marché et sont utilisés en pratique. L'emploi des instruments de mesure et leur agencement doivent être adaptés judicieusement aux propriétés chimiques et physiques de la matière stockée et aux conditions locales. Voici les facteurs décisifs : 1) but du mesurage, c'est-à-dire détermination des niveaux mini et maxi ou relevé continu; indication locale ou à distance; fonctions de commande ou combinaison de ces fonctions partielles; 2) conformation spatiale et constructive des trémies, par exemple dimensions, matière première et épaisseurs des parois et du recouvrement, installation sous toit, en plein air ou dans le sol, mode de chargement et de soutirage; 3) nature de la matière ensilée, c'est-à-dire fluidité, granulométrie, propriétés chimiques et physiques, etc...; 4) température de la matière ensilée et température ambiante; 5) conditions de pression à l'intérieur des trémies. L'indication du contenu ne sera d'un fonctionnement sûr et la commande intégralement automatique des opérations correspondantes ne sera possible que lorsqu'il aura été tenu compte de tous ces facteurs d'influence. De plus, l'exposé ci-après relate un grand nombre de dispositifs utilisés en pratique et expose leur utilité, mais il va sans dire qu'un tel travail ne peut être complet.

IND. J 17 Fiche n° **39.671**

F. GRUNWALD. Bunkerentleerung durch Abzugsrinnen mit elektromagnetischem Antrieb. *La vidange de trémies au moyen de couloirs extracteurs à commande électromagnétique.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1965, février, p. 104/108, 9 fig.

Pour pouvoir extraire de façon optimale les matériaux en vrac contenus dans des trémies, il faut que certaines conditions soient remplies au droit de l'endroit de remise, c'est-à-dire entre la sortie de la trémie et l'appareil extracteur. A l'appui d'expériences et d'essais, l'auteur indique les mesures qu'il convient de prendre, notamment en vue de réaliser des débits importants.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. Q 110 Fiche n° **39.684**

W. REISTER. The application of mathematical optimation methods for the planning of production in the German hard coal mining industry. *L'application de méthodes mathématiques d'optimisation pour la programmation de la production dans les charbonnages allemands.* Symposium international des applications de la statistique, de la recherche opérationnelle et des calculatrices dans l'industrie minérale. — **Quarterly of the Colorado School of Mines,** 1964, octobre, p. 641/670, 16 fig.

I. — Relevé des conditions de production des charbonnages de la République fédérale allemande. II. — Planning optimal dans les mines de houille à l'aide de modèles totaux ou partiels. 1) quelques remarques générales concernant le planning; 2) les modèles. III. — Exemples de programmation optimale avec modèles partiels dans les charbonnages (sélection optimale des tailles actives) - L'état du planning des transports dans les charbonnages. - Le planning des travaux de premier établissement, de préparation et d'infrastructure d'une part et des chantiers progressants. IV. — Calcul opérationnel comme condition à l'application des méthodes analytiques de recherche opérationnelle dans l'industrie charbonnière. V. — Perspective de l'application de la cybernétique aux opérations de l'exploitation minière.

IND. Q 110 Fiche n° **39.687**

P.R. HARVEY. Analysis of production capabilities. *Analyse des capacités de production.* Symposium international des applications de la statistique, de la recherche opérationnelle et des calculatrices dans l'industrie minérale. — **Quarterly of the Colorado School of Mines,** 1964, octobre, p. 713/726, 11 fig.

L'auteur détermine d'abord les conditions d'applicabilité des modèles statistiques et mathématiques à un problème de production et de transport de la « Climax Molybdenum Company ». Subséquemment, une détermination fut faite afin d'établir que le problème était bien compatible avec l'application de l'ordinatrice électronique. Le programme fut opéré sur une IBM 7094 à l'aide du système IBSYS/Fortran. On utilisa diverses techniques de la statistique et de l'échantillonnage. Il fut possible de simuler l'interdépendance des variables dans le système. L'effet souhaité d'un second accès (galerie à flanc de coteau) aux chantiers sur la capacité productive devint évident pour un régime de production de 27.000 t/jour. Diverses combinaisons de bouveaux principaux de roulage, de galeries de transport et de galerie d'accès à la surface s'avérèrent d'ailleurs aptes à assurer le transport de tonnages journa-

liers du même ordre de grandeur. L'utilisation de facilité fut analysée et une analyse préliminaire de la sensibilité fut effectuée. Les modèles statistiques et mathématiques doivent approcher de près les conditions d'opération réelles; s'il en est ainsi, dès lors un tel problème de système de production peut efficacement être analysé avec des modèles utilisant les techniques d'ordination et de calculation. De telles analyses ne constituent qu'un premier pas, une approche. Les ordinatrices ne forgent pas de telles décisions; seuls les directeurs en sont réellement les auteurs.

IND. Q 124 Fiche n° 39.532

FEDERATION PETROLIERE BELGE. L'industrie pétrolière belge. Brochure 275 mm x 213 mm. — **Editeur M. Weissenbruch**, S.A., 1964, 95 p., 70 fig.

Dans cette brochure, richement illustrée, la Fédération Pétrolière Belge s'est efforcée d'expliquer clairement et de façon objective cette industrie du pétrole qui, par sa complexité, n'est pas toujours d'un abord facile pour le profane. Poursuivant ainsi la mission d'information qu'elle a entreprise, elle espère contribuer à mieux faire comprendre une industrie étroitement liée aux progrès technologique, économique et social. Au sommaire : Avant-propos — Une interdépendance énergétique. I. L'énergie en Belgique. A) L'augmentation de la consommation d'énergie a été, dans une très large mesure, couverte par les produits pétroliers. B) A demande constante d'énergie, le pétrole couvre une part de plus en plus importante des besoins, par le jeu de la substitution. Des approvisionnements diversifiés. Une capacité de raffinage importante. II. Les activités de l'industrie pétrolière : A) La prospection : une succession d'incertitudes, en Belgique un démarrage lent. B) Importations de pétrole brut, moyens de transport à longue distance et voie d'accès maritime de la Belgique (Une tendance accrue à la diversification — la vocation du port d'Anvers — combien de tonnes pour un « supertanker » ? — les passes, les darses et les courbes ! ...). C) Le raffinage du pétrole brut. (des « bonds en avant » injustifiés — raffinage en Belgique = sécurité — des limites techniques). D) La distribution des produits pétroliers. (Un pipe-line Anvers- Bruxelles ? — du débit à la « station » — des stocks insuffisants ?). III. L'industrie pétrolière et la consommation d'énergie. (Les prix — un élément perturbateur : la fiscalité — la qualité des produits — l'omniprésence pétrolière — histoire d'un « sous-produit ».) IV. L'homme dans l'industrie pétrolière (une haute qualification...; de hauts salaires...). V. Perspectives d'avenir (un trait essentiel : la polyvalence).

R. RECHERCHES. DOCUMENTATION.

IND. R 216 Fiche n° 39.701

F.W. MAYER. Internationaler Kongress für Erzaufbereitung 1964. *Congrès international de la préparation des minerais 1964.* — **Glückauf**, 1965, 17 février, p. 264/268.

Ce congrès eut lieu à New-York du 20 au 26 septembre 1964. L'article résume l'allocution introductive prononcée par M. A.M. Gaudin, ainsi que 14 communications sélectionnées parmi les 56 qui furent exposées. Celles-ci portent respectivement sur la détérioration de la granulométrie, la séparation par gravité, la séparation par liqueur dense, la cinétique de la flottation, les séparations magnétique et électrique, l'automatisation et la télécommande.

Bibliographie

MINERAL RESOURCES DIVISION OVERSEAS GEOLOGICAL SURVEYS. Statistical summary of the mineral industry. World production, exports and imports. 1958-1963. Sommaire statistique de l'industrie minérale. Production mondiale, exportation et importation. 1958-1963. **Her Majesty's stationery office**, Londres. 1965. In-8°, 416 p. - Prix £ 1.75 6 d.

La 35e édition annuelle du « Sommaire statistique de l'industrie minérale » comporte plus de 400 pages de tableaux de statistiques donnant la production mondiale, les exportations et les importations de tous les minéraux économiquement importants, pour les années 1958 à 1963. Dans chacun des tableaux, les pays du Commonwealth figurent séparés du reste du monde.

La production de la plupart des minéraux métalliques est fournie en termes de teneur en métal du minerai et on y donne également la production primaire des métaux majeurs. La section fer et acier couvre les minerais de fer, la fonte en gueuse, les ferro-alliages, les lingots d'acier et les fontes. Des statistiques complètes sont données pour l'uranium, le thorium, les terres rares et les minerais de certains métaux mineurs tels que lithium, niobium, tantalum et zirconium.

Des minéraux non métalliques, comprenant l'asbeste, le kaolin, le diamant, le graphite, le gypse, le mica, le sel et le soufre, sont totalement repris, de même qu'est également publiée la production de ciment. Les tableaux relatifs aux engrais fournissent des détails sur les roches phosphatées, les superphosphates, les scories basiques, les composés azotés et les potasses.

Des statistiques sur le pétrole brut, le gaz naturel et les principaux produits de raffinage occupent une part importante du volume, celui-ci comportant également des tableaux concernant l'essence naturelle, les roches asphaltiques, l'asphalte naturel et les schistes bitumineux. La section sur le charbon couvre aussi le coke et les agglomérés et montre la production des principaux dérivés du goudron de houille.

Aucune autre publication statistique ne contient autant d'informations détaillées sur le commerce mondial des minéraux et métaux, comprenant non seulement les matières premières brutes, mais également les produits semi-manufacturés et les produits de raffinage.

K. PATTEISKY. Grubengas- und Schlagwetterkunde (Ein Handbuch für den praktischen Bergbaubetrieb). La science du grisou et de l'air prisouteux (manuel pour l'exploitant des mines). Druck und Verlag C. Th. Kartenberg, Herne, 135 pages, 132 fgi. Nombreuses références bibliographiques. Leoben, décembre 1963.

L'ouvrage comprend six parties.

Le premier chapitre est consacré à l'origine et à la présence du grisou et d'autres gaz dans la mine, ainsi qu'aux conditions de gisement et de dégagement des gaz.

Dans le deuxième chapitre, l'auteur étudie le dégagement de grisou provoqué par les travaux d'exploitation : dégagement du grisou dans les travaux préparatoires et causes du dégagement de gaz lors de l'abattage, soufflards, dégagement progressif du grisou des couches et des veines satellites, dégagements instantanés.

Le troisième chapitre traite de la concentration en grisou des terrains, de la relation entre le degré de houillification, la profondeur et la concentration en grisou, de la prévision du dégagement de gaz lors de l'exploitation, de la concentration en grisou des lignites et des charbons, du grisou dans les mines de minerais, de roches, de sels, d'argile et du grisou dans le creusement des tunnels.

Le quatrième chapitre est consacré au captage du grisou et à ses diverses techniques.

Le cinquième chapitre concerne les teneurs limites autorisées, les classes de danger, les causes d'inflammation et les explosions de grisou.

Le sixième chapitre traite de la mesure des teneurs en grisou à l'aide de prélèvements, de grisoumètres portatifs et de grisoumètres enregistreurs.

ANNALES DES MINES DE FRANCE

Juin 1965.

M. Emsellem propose une nouvelle méthode d'interprétation des essais de débit des nappes souterraines par la méthode d'identification.

MM. Foglierini, Bruté de Remur, Napoly et Testut décrivent le gisement de plomb et de zinc de Largentière (Ardèche).

M. Detrie dans son article sur « Les aspects réglementaires de la lutte contre la pollution atmosphérique » évoque la pollution atmosphérique à Paris, et met l'accent sur le problème de la dispersion des fumées.

BANDES TRANSPORTEUSES

revêtements caoutchouc naturel ou synthétique

AVEC CARCASSE TEXTILE (coton genêt, nylon)

OCERP 122

... usages spéciaux :

incombustibles
anti-chaleur
anti-huile

rollin S.A.

MANUFACTURE ALSACIENNE DE CAOUTCHOUC
STEINBACH (HAUT-RHIN)

Communiqués

XI^me SYMPOSIUM INTERNATIONAL SUR LA COMBUSTION

Ce Symposium se tiendra à l'Université de Californie, à Berkeley, pendant la semaine du 14 au 20 août 1966, avec l'accord des départements de Chimie, de Génie chimique et de Mécanique de cette Université et l'aide de la « Western States Section » du Combustion Institute. Tous les scientifiques intéressés par la combustion sont invités à participer à cette réunion biennale.

Le programme comprendra un grand nombre de communications, et également trois séances de discussion. Ces dernières seront organisées comme celles du 9^e et du 10^e Symposium qui eurent beaucoup de succès. Elles consisteront en une brève présentation des mémoires, dont le texte sera imprimé à l'avance, et une large discussion de ceux-ci.

Les thèmes des discussions sont les suivantes :

1. Cinétique chimique et transfert d'énergie dans les gaz à hautes températures. Organisateur : Dr. H.O. Pritchard, The University of Manchester.
2. Combustion hétérogène. Organisateur : Dr. A.L. Myerson, Cornell Aeronautical Laboratory.
3. Combustion supersonique. Organisateur : Professeur Fr. Marble, California Institute of Technology.

Les communications, qui seront sélectionnées sur la base d'un résumé de 1.000 mots à transmettre avant le 14 janvier 1966, pourront porter sur tous les domaines de la combustion, mais plus spécialement sur les thèmes mentionnés ci-avant. En outre, des sessions techniques sont prévues sur les sujets suivants : Incendies, Détonation, Combustion et perturbation chimique de l'atmosphère, Combustion dans les moteurs, Combustions en vue de la préparation de produits chimiques.

Tout renseignement complémentaire concernant ce Symposium peut être demandé au Dr. L. Deffet, Directeur du Centre de Recherches pour l'Industrie des Produits Explosifs, Val du Bois à Sterrebeek (Tél. : 02/59.60.63) ou au Combustion Institute, 986, Union Trust Building, Pittsburgh, Pennsylvania 15219 (U.S.A.).

A VENDRE MATERIELS UTILISES :

2 concasseurs à simple cylindre et machoire concave. Type Dragon CM- 80 x 100. Année 1953. Débit horaire 60 t/h de charbon brut + 250 mm à concasser en 0 — 250 mm. Morceaux les plus gros : 650 x 450 x 350 mm.

Concasseur de 800 mm de diamètre et de 1 m de largeur du cylindre denté. Poids 10 t par concasseur.

Prière de s'adresser à Saarbergwerke AG. Übertagedirektion 6600 Saarbrücken. Postfach 1030.

« DECISION MAKING » EN LEIDERSCHAP

In het Vervolmakingscentrum voor Bedrijfsleiding te Leuven

Bij het leiden van een organisatie, weze het een onderneming, een sociale beweging of een publieke administratie, telkens opnieuw worden wij geconfronteerd met de mens en de conflicten tussen individuele verlangens en de objectieven van de organisatie waarin hij werkt.

Dergelijke conflicten uiten zich in zelf-geautoriseerde handelingen en informele activiteiten, in overuren en overspanning, in promotiemoeilijkheden en personeelswisseling. Zij slorpen als dusdanig een belangrijke hoeveelheid energie op zonder dat deze ten nutte van de organisatie wordt gebracht.

In deze periode van maatschappelijke ontwikkeling zijn deze conflicten des te schadelijker gezien de problemen van de organisatie zelf voortdurend toenemen in complexiteit. De interafhankelijkheid van de taken en de opdrachten neemt gelijkmatig toe met de voortschrijdende specialisatie van de bevolking. Thans meer dan vroeger zijn wij genoodzaakt snel en eensgezind te reageren op de veranderingen binnen de organisatie en in haar omgeving.

In een dergelijke situatie wordt het beslissen een centraal component van leiding geven. Herhaaldelijk constateren wij echter dat de leidinggevende instanties zich juist in het beslissingsproces voor een dilemma voelen geplaatst. Ofwel centraliseren wij het beslissingsproces, d.w.z. wij nemen zelf de beslissingen voor de anderen en aanvaarden de onvermijdelijke moeilijkheden in haar uitvoering. Ofwel trachten wij de uitvoering te verzekeren door participatie in het proces, maar vinden wij ons midden in een groep waarvan de leden slechts oog hebben voor de bevrediging van individuele verlangens, zonder begrip voor de belangen van de organisatie.

Dit beslissingsproces kan in de praktijk vergemakkelijkt worden door een inzicht in de menselijke motivatie, en de gepaste aanwending van voorbereidings- en controletechnieken van de beslissing.

Het is evenwel een feit dat de meeste bedrijfsleiders, kaderleden en andere leidende instanties, vaak weinig voorbereid worden op het geheel van problemen dat leiding geven is. *In dit verband noteren wij dat het hoger onderwijs hoofdzakelijk gericht is op het bijbrengen van kennis in een gespecialiseerde discipline, die bovendien gedoceerd wordt los van het reële leven van een organisatie, waarin juist de verschillende disciplines mekaar ontmoeten en aanvullen. Om aan deze leemte in de opleiding tegemoet te komen is het nodig dat de leiders, uit verschillende disciplines en organisaties, mekaar ontmoeten rondom en in de concrete taak van leiding geven en van het beslissen.* In dergelijke vervolmakingsontmoetingen waarin men niet alleen gezamenlijk reflecteert op deze problemen maar ze bovendien en gelijktijdig actief tracht op te lossen, kan men naast een dieper inzicht in de menselijke gedragingen een geheel van theoretische bevindingen en technieken van de sociale wetenschappen absorberen.

In dit programma, dat van woensdag 22 september tot vrijdag 1 oktober a.s. in het Arenbergkasteel te Heverlee bij Leuven georganiseerd wordt door het Vervolmakingscentrum voor Bedrijfsleiding, kan de practicus zich vervolmaken door een reflectie op zijn gedrag als leider en de invloed welke hij hierdoor uitoefent op de andere groepsleden.

Het onderwerp « leiding geven » en « beslissingen nemen » wordt concreet bestudeerd in het hier-en-nu gedrag van de deelnemers. Het is juist deze wijze van vorming die het unieke karakter verleent aan het programma. Naast deze specifieke activiteiten worden relevante bevindingen van de sociale wetenschappen besproken en praktische oefeningen (rollenspel - gevalsbespreking) ingeschakeld om de individuele ervaringen te verstevigen.

Dit programma wil de deelnemer derhalve inzicht verschaffen :

— in zijn eigen gedrag als leider en de consequenties voor de anderen ;
— in de organisationele determinanten en eisen voor de wijze waarom men dient leiding te geven ;
— in de psychologische componenten van het beslissingsproces.

Het wil de deelnemers tevens vaardigheid bijbrengen :

— in het omgaan met individuen en het leiden van groepen ;
— in het aanwenden van technieken in het beslissingsproces.

Tenslotte wil het de deelnemer kennis bijgeven van de bevindingen van de sociale wetenschappen in het domein van leiding geven en het nemen van beslissingen.

Voor nadere bijzonderheden kan U contact nemen met het Vervolmakingscentrum voor Bedrijfsleiding, Mgr. Ladeuzeplein, 20 te Leuven. Tel. 016/275.16 - 275.17.

ADMINISTRATION DES MINES

Service Géologique de Belgique

BULLETIN n° 5 — MAI 1965

Sondages.

Après réussite de l'opération de déviation, le sondage de Grand-Halleux a atteint la profondeur de 2.608,13 m.

Le sondage de Bolland progresse à travers le Dévonien inférieur et se trouve à 2.040,55 m.

Le sondage de Chaudfontaine a traversé la base du Famennien, le Frasnien supérieur et le Frasnien moyen. A 152 m, il a recoupé la faille de Chaudfontaine (*sensu* M. P. Fourmarier) mettant en contact les terrains en plateure de la base du Frasnien moyen sur les dressants du sommet du Frasnien et de la base du Famennien.

Le sondage de Halen se trouve à 1.113 m. Il a atteint la base du « calcaire inférieur d'Anhée » (V2b) à 1.082 m, après avoir traversé 20 m de Grande Brèche (V3a) et 98 m de V2b, dont 2 m de « Petite Brèche ».

Le « Banc d'Or » n'a pas été reconnu. Depuis 1.082 m, la sonde traverse des calcaires très purs grenus, suboolitiques, massifs, beige clair à point cristallins et à cassures obliques accusées, difficile à débiter en stratification ; on y trouve de nombreux Productidés, d'assez nombreux *Chonetes palilionaceus* (petites formes relativement à la grande forme du V1b) et d'anormalement nombreux *Euomphalus latus* (« Calcaire à Euophalus »). Ce faciès est typique du calcaire dit « calcaire de Neffe » habituel au V2a (pouvant apparaître dès la base du Viséen dans le Bassin de Dinant (cf. H. de Dorlodot, 1895, 1909, 1910).

Cartographie.

Des presses de l'Institut Géographique Militaire, vient de sortir la feuille n° 140, Jurbise-Obourg de la carte géologique au 25.000^{me} et dont les tracés sont dus à M. le Professeur R. Marlière. Ce document sera distribué sous peu avec le texte explicatif qui l'accompagne.

De même, la planche 16 B de l'Atlas National de Belgique, dressée par M. M. Gulinck et intitulée « Hydrologie II » est, dès à présent, disponible.

BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Aardkundige Dienst van België

MEDEDELING n^{r} 5 — MEI 1965

Boringen.

De boring te Grand-Halleux heeft een diepte bereikt van 2.608,13 m nadat een afwijking met succes uitgevoerd werd.

De boring van Bolland gaat steeds doorheen het Onder-Devoon en bevindt zich op 2.040,55 m.

De boring van Chaudfontaine heeft de basis van het Famenniaan, het Boven- en het Midden-Frasniaan doorboord. Op 152 m heeft ze de breuk van Chaudfontaine doorsneden (sensu M. P. Fourmarier) en legte het kontakt bloot tussen de bijna horizontaal lopende lagen van de basis van het Midden-Frasniaan, op de steile lagen van de top van het Frasniaan, en de basis van het Famenniaan.

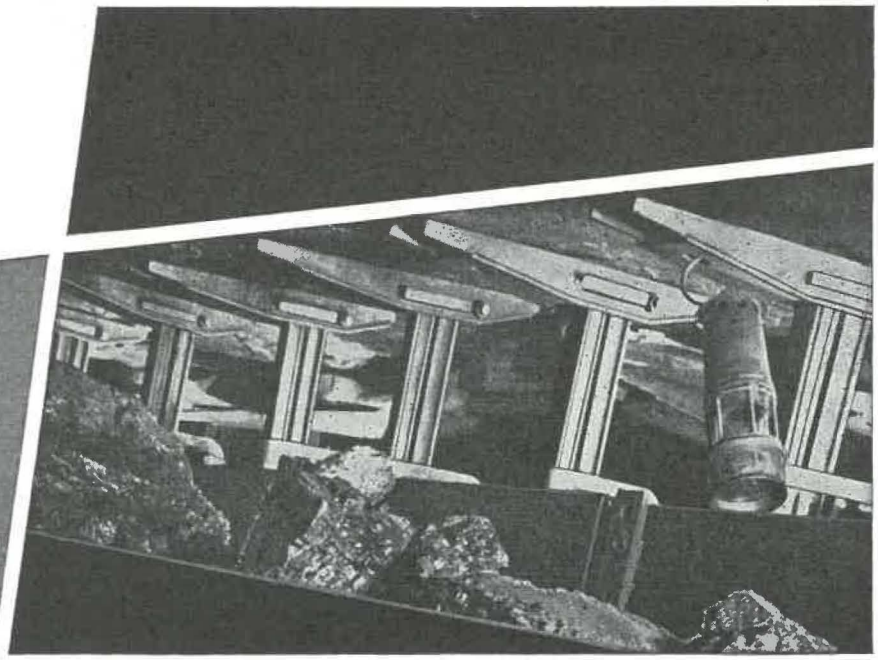
De boring van Halen bevindt zich op 1.113 m. Ze bereikte de basis van het « Onder-Kalk van Anhée » (V2b) op 1.082 m na 20 m van de grote breuk (V3a) doorboord te hebben en 98 m V2b, waarvan 2 m van de « kleine breuk ».

De « Banc d'Or » werd niet herkend. Vanaf 1.082 m doorkruits de boring zeer zuivere, korrelige kalksteen, suboolitisch, massief, licht beige met kristallijne punten en met schuine goed zichtbare breuken, lastig te breken langs het stratificatievlak, men vindt er talrijke Productidae, nogal vele *Chonetes palilionaceus*, (kleine vormen in verhouding met de grote vorm van V1b) en ongewoon veel *Euomphalus latus* (« Kalksteen met Euomphalus »). Dit is een typisch faciès van de Kalksteen, genoemd « Kalksteen van Neffe » gewoonlijk in V2a (kan vanaf de basis van het Viseaan in het Bekken van Dinant voorkomen (cf. H. de Dorlodot, 1895, 1909, 1910).

Kartografie.

Van de pers van het Militair Geografisch Instituut is zo pas verschenen : het blad n° 140, Jurbise-Obourg, van de Geologische Kaart op 1/25.000^{e}, waarvan de opname gemaakt werd door de Heer Professor R. Marlière. Dit dokument samen met de verklarende tekst zal weldra uitgedeeld worden.

Eveneens is de plaat 16 B van de « Nationale Atlas van België », opgemaakt door de Heer M. Gulinck, met titel « Hydrologie II », van nu reeds verkrijgbaar.



ETANCONS A QUATRE FACES DE SERRAGE
AVEC BELETTE ARTICULEE ATTACHEE,
équipant une taille
mécanisée de 70 cm d'ouverture et 30° de pente.

ETANCONS
A QUATRE FACES DE SERRAGE · AVEC
TETE UNIVERSELLE OU AVEC BELETTE
ARTICULEE ATTACHEE · ETANCONS
A LAMELLES · ETANCONS-PILES · ETANCONS
HYDRAULIQUES · BELES ARTICULEES
"VANWERSCH" ACCESSOIRES

RHEINSTAHL WANHEIM GMBH
DUISBURG-WANHEIM

Représenté en Belgique par:
A. LAHOU S.P.R.L. - DIEST
Téléphone: 013-313.80

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE

ORGANE OFFICIEL

de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière et de l'Administration des Mines

Editeur : EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES
rue Borrens, 37-41, Bruxelles 5 - Tél. 47.38.52 - 48.27.84

NOTICE

Les « Annales des Mines de Belgique » paraissent mensuellement. En 1964, 1648 pages de texte, ainsi que de nombreuses planches hors-texte, ont été publiées.

L'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar) assume la direction et la rédaction de la revue. Celle-ci constitue un véritable instrument de travail pour une partie importante de l'industrie nationale en diffusant et en rendant assimilable une abondante documentation :

1) Des statistiques très récentes, relatives à la Belgique et aux pays voisins.

2) Des mémoires originaux consacrés à tous les problèmes des industries extractives, charbonnières, métallurgiques, chimiques et autres, dans leurs multiples aspects techniques, économiques, sociaux, statistiques, financiers.

3) Des rapports réguliers, et en principe annuels, établis par des personnalités compétentes, et relatifs à certaines grandes questions telles que la technique minière en général, la sécurité minière, l'hygiène des mines, l'évolution de la législation sociale, la statistique des mines, des carrières, de la métallurgie, des cokeries, des fabriques d'agglomérés pour la Belgique et les pays voisins, la situation de l'industrie minière dans le monde, etc.

4) Des traductions, résumés ou analyses d'articles tirés de revues étrangères.

5) Un index bibliographique résultant du dépouillement par Inichar de toutes les publications paraissant dans le monde et relatives à l'objet des Annales des Mines.

Chaque article est accompagné d'un bref résumé en français, néerlandais, allemand et anglais.

En outre, chaque abonné reçoit gratuitement un recueil intitulé « Administration et Jurisprudence » publiant en fascicules distincts rassemblés dans une farde cartonnée extensible, l'ensemble des lois, arrêtés, réglements, circulaires, décisions de commissions paritaires, de conférences nationales du travail ainsi que tous autres documents administratifs utiles à l'exploitant. Cette documentation est relative non seulement à l'industrie minière, mais aussi à la sidérurgie, à la métallurgie en général, aux cokeries, et à l'industrie des synthèses, carrières, électricité, gaz, pétrole, eaux et explosifs.

Les abonnés aux « Annales des Mines » peuvent recevoir **gratuitement** les Bulletins Techniques de l'Institut National de l'Industrie Charbonnière (Inichar) : « Mines », « Houille et Dérivés » et « Préparation des Minerais », Les demandes sont à adresser à Inichar, 7, boulevard Frère-Orban, Liège.

* * *

N.B. — *Pour s'abonner, il suffit de virer la somme de 600 francs (650 francs belges pour l'étranger) au compte de chèques postaux n° 1048.29 des Editions Techniques et Scientifiques, rue Borrens 37-41, à Bruxelles 5.*
Tous les abonnements partent du 1er janvier.

Tarifs de publicité et numéro spécimen gratuit sur demande.

INA-ROULEMENTS S. A.

20, rue d'Accolay, Bruxelles I
Tél. : (02) 12.00.40

ROULEMENTS

à aiguilles
à butées
à jeux réglables
à bague libre
à rouleau jointif
(double bord de guidage)
à aiguilles jointives
(dimensions en pouces)
à rotule
pour rotation et mouvements
axiaux combinés
(billes et aiguilles)

Douilles — Butées — Aiguilles — Galets — Joints et autres pièces pour roulements.

"MOLYDAL"

Bisulfure de Molybdène MoS^2

Tous les lubrifiants :
Huiles
Pâtes
Graisses
Poudres

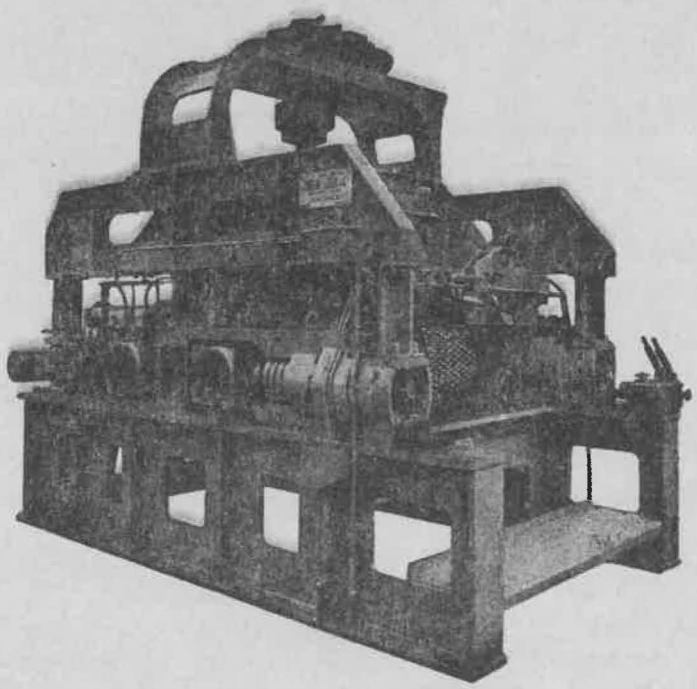
Dégrippant au MoS^2
Tresses en Molyamiante

Agent exclusif :

Paul DEBERGH
54, rue du Tabellion
BRUXELLES 5
Tél. : (02) 37.54.22

Ateliers de Raismes (Nord) fondés en 1859

CONREUR - LEDENT & CIE



TOUT LE MATERIEL D'AGGLOMERATION PRESSES A BOULETS DE TOUTES PRODUCTIONS

•

PRESSES A BRIQUETTES SECHEURS - BROYEURS DOSEURS - APPAREILS DE MANUTENTION

•

FRETTES MOULEUSES DE RECHANGE DE PRESSES A BOULETS POUR BOULETS ORDINAIRES OU POUR BOULETS RATIONNELS BREVETES S. G. D. G.

•

CRIBLES VIBREURS MECANIQUE GENERALE

MATERIEL DE MINES
TAILLAGE D'ENGRENAGES - LIMES

ATELIERS LOUIS CARTON S. A.

Tournai/221.31

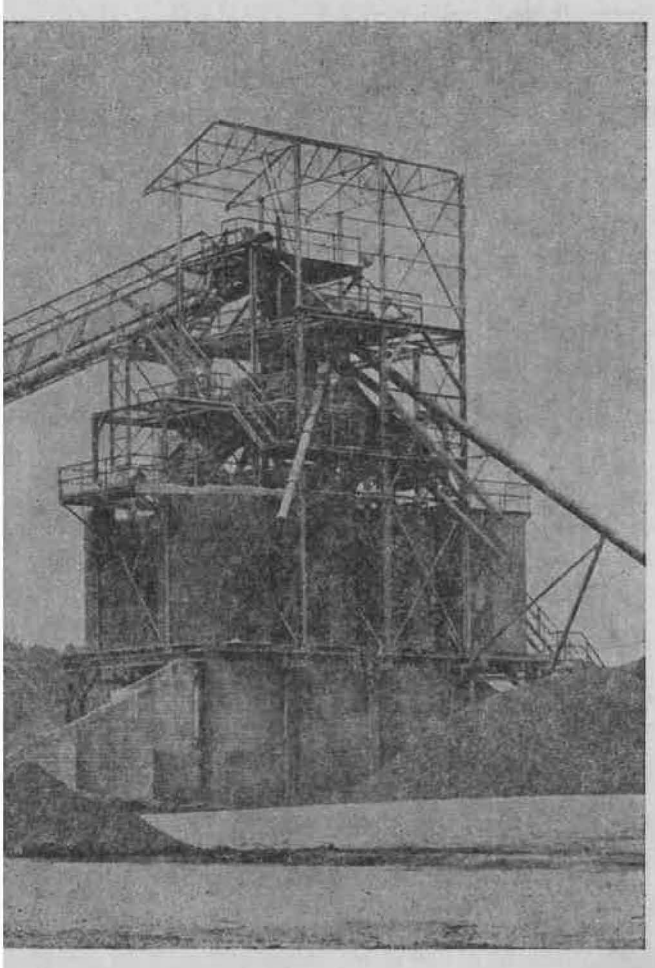
ETUDE ET REALISATION
D'APPAREILS ET INSTALLATIONS DE

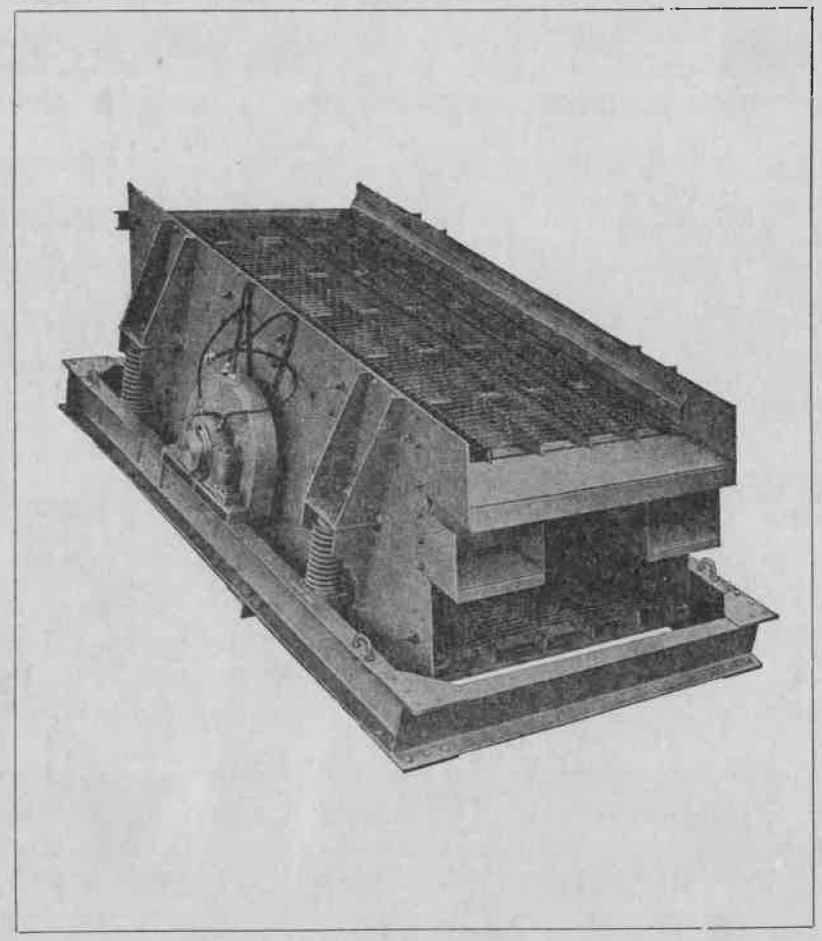
TRIAGE

grilles à barreaux
à disques
à rouleaux
laveurs-trieurs
blutoirs
séparateurs à air
tamis humidificateurs
tamis d'égouttage
tamis à toile chauffée
tamis à moteurs balourdés
tamis à 2 axes balourdés conjugués
tamis à vibrations dirigées

Documentation
sur demande.

CONCASSAGE - BROYAGE
CRIBLAGE - SECHAGE
CUISSON - MANUTENTION
DEPOUSSIERAGE
DOSAGE - MELANGE
LEVAGE
FONTE ET ACIER ELECTRIQUES





Imprimerie R. LOUIS, s.p.r.l., 37-41, rue Borrens, Bruxelles 5.