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 :

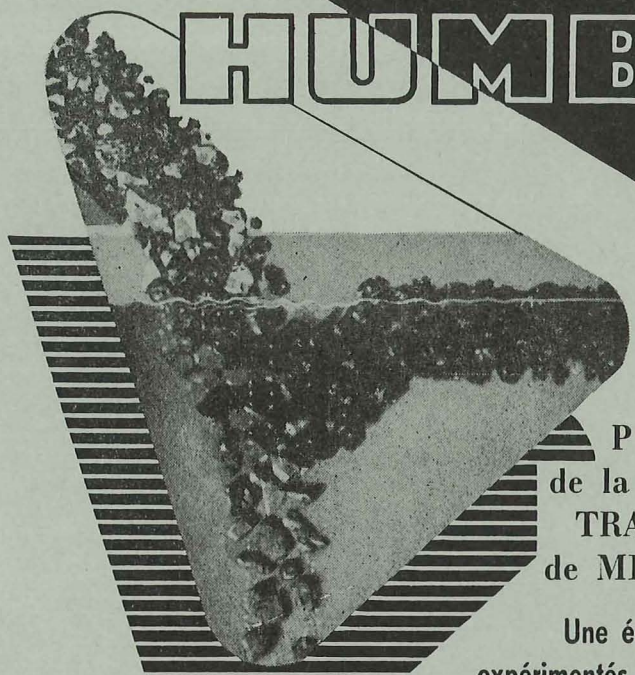
NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

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

Renseignements statistiques. — Compte rendu de la journée d'information organisée par la Haute Autorité de la CECA « Le grisou et les moyens de le combattre », Luxembourg, 12 juin 1963 : Exposés par MM. Hellwig, Linsel, Renner, Maas, de Vergeron, Stassen et Vandeloise. — Matériel minier. — Inichar : Revue de la littérature technique. — Bibliographie.

OCTOBRE 1963 Mensuel — N° 10 — Maandelijks **OCTOBER 1963**

HUMBOLDT

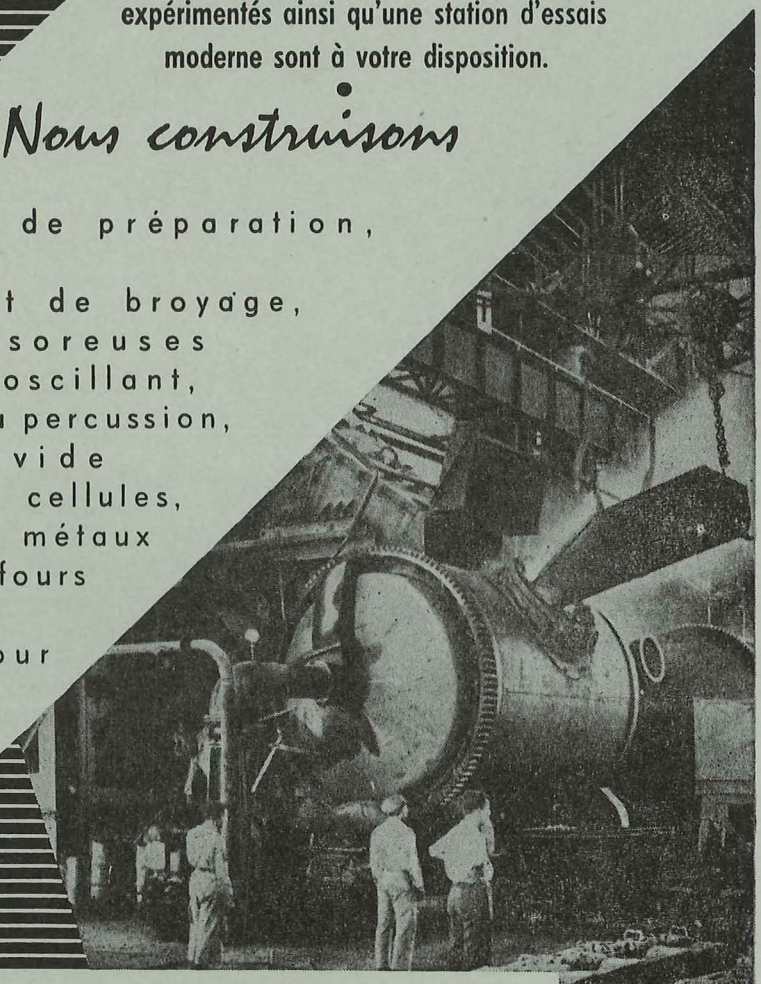


PROBLEMES
de la PREPARATION et du
TRAITEMENT MECANIQUES
de MINERAIS et CHARBONS

Une équipe d'ingénieurs spécialisés et expérimentés ainsi qu'une station d'essais moderne sont à votre disposition.

Nous construisons

des installations
de traitement et de préparation,
des installations
de concassage et de broyage,
des cribles, essoreuses
à panier-tamis oscillant,
des concasseurs à percussion,
des filtres à vide
à tambour, sans cellules,
traitement des métaux
non-ferreux, fours
de grillage,
appareils pour
l'industrie
chimique.



POUR LA BELGIQUE
LOCORAIL

91, RUE DES PALAIS - BRUXELLES
TELEPHONE : 15.49.05 - (5 Lignes)

Pour la République du Congo : « **Deutz-Congo** »

Plus de 100.000 mètres de convoyeurs métalliques à chaînes rondes sont aujourd'hui en fonctionnement

Maintenant, le même convoyeur est livrable aussi avec chaînes de rabot

PRÜNTE

MACHINES POUR MINES

DEHEZ

S.P.R.L. LEOP.

97, avenue Defré, 97
BRUXELLES 18
Tél. : BRUXELLES 74.58.40
Télégr. : Popolito Bruxelles

TABLE DES ANNONCES

A.C.E.C. — Six usines spécialisées . . . VIII

A.S.E.A. — Treuils de mines . . . . 4e couv.

Ateliers & Chantiers de la Manche. — Soutènement marchant V
Pousseurs hydrauliques IX

Atlas Copco. — Air comprimé . . . XIV

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

Basse-Sambre. — Auge à soutirage électromagnétique IX

Brasseur (Ateliers). — Ravanceurs hydroélectriques IV

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

Conreur-Ledent. — Matériel d'agglomération V

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

Dehez (Ets Léopold). — Machines pour mines I

Eickhoff. — Convoyeurs à courroie . . XIII

Foraky. — Puits de mines VII

G.H.H. — Etude et réalisation de sièges d'extraction complets VI

Locorail. — Locotracteurs de mines . . 2e couv.

Rheinstahl Wanheim. — Etançons à quatre faces de serrage . . . . . 3e couv.

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

Sedis (Distributeur : Ets Vermeire - Verviers). — Chaînes à haute résistance . . XI

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

Westfalia-Lünen. — Le rabot-tandem . . III

LE RABOT-TANDEM

résout le problème de l'abattage de la veine sur toute sa puissance

Il supprime

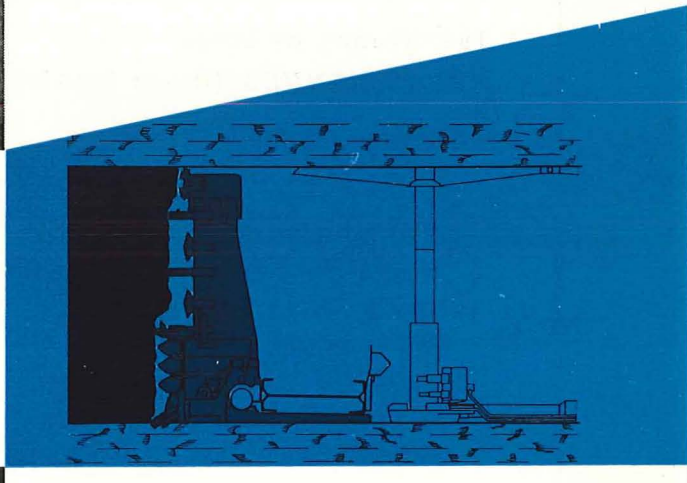
- l'abattage à la main des bancs de charbon supérieurs s'ils collent au toit
- les incidents causés par la chute de gros blocs
- les arrêts pour fractionner ces blocs
- le délitage de la veine longtemps après passage de l'outil

Il améliore la qualité des produits et leur transport

Il facilite le déplacement du soutènement

Il permet de suivre plus facilement les ondulations du mur et les variations de puissance de la veine

LE RABOT-TANDEM OUVRE DE NOUVEAUX HORIZONS A LA MÉTHODE D'EXPLOITATION PAR RABOT



GEW

WESTFALIA LÜNEN

Agence générale pour la Belgique:

CBM

Compagnie Belge de Matériel Minier et Industriel S. A.

Rue A. Degrâce Frameries

M 1/63

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

BRASSEUR

184, avenue de Liège
VALENCIENNES (Nord) FRANCE

Téléphone : 46.43.47 - 46.43.66

TREUILS DE HALAGE ET DE RACLAGE
RAVANCEURS - POUSSEURS DE BERLINES
MOTEURS A AIR COMPRIME
TREUILS DE BURE
EQUIPEMENT DE RECETTE
MATERIEL DE MANUTENTION
ENGINEERING et
INSTALLATIONS AUTOMATIQUES

42 ANS D'EXPERIENCE
A VOTRE SERVICE

Forages jusqu' à 2.500 m

Puits pour le captage d'eau

Rabattement de la nappe aquifère

Boringen tot 2500 m

Waterputten

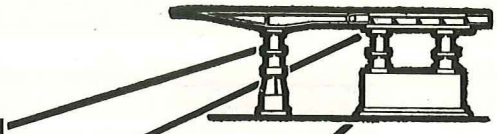
Droogzuigingen

N.V. SMET S.A.

DESSEL
TEL. 014-373.71 (5 L)

ATELIERS & CHANTIERS DE LA MANCHE

PILES HYDRAULIQUES DE SOUTENEMENT MARCHANT



RUE CHARLES BLOUD

DIEPPE

Seine Maritime

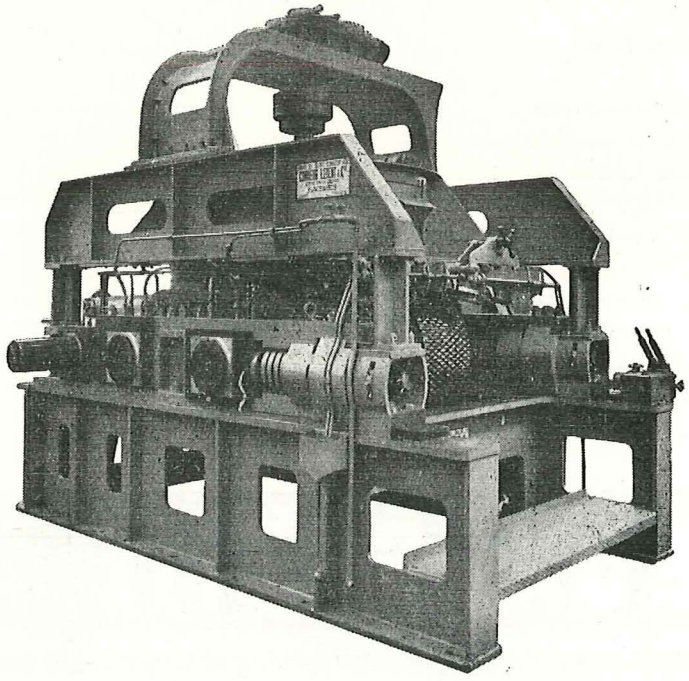
FRANCE

Tél. : **84.26.30**

Licence GULLICK
FRANCE - BELGIQUE

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

•

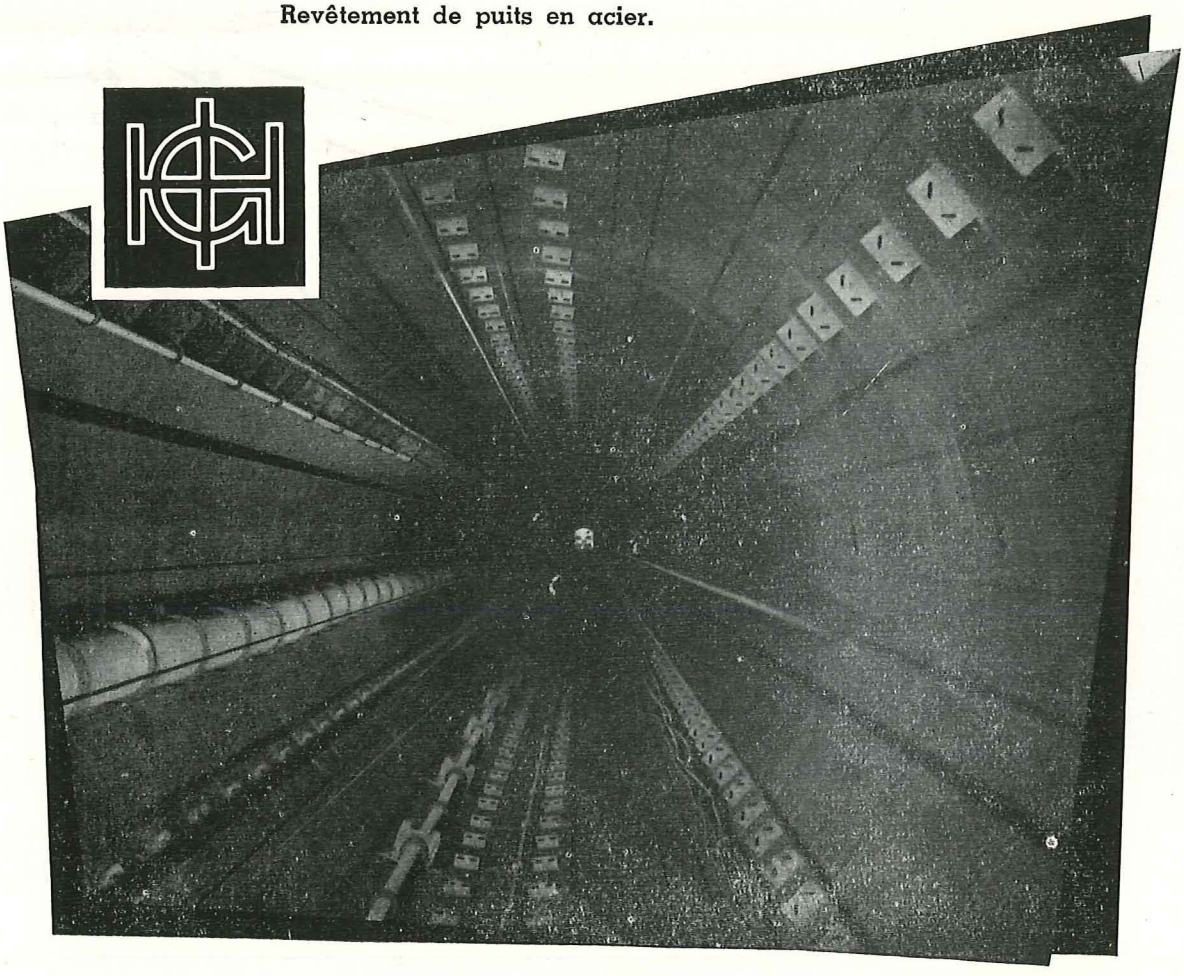
FRETTES MOULEUSES DE RECHANGE DE PRESSES A BOULETS POUR BOULETS ORDINAIRES OU POUR BOULETS RATIONNELS BREVETES S. G. D. G

•

CRIBLES VIBREURS
MECANIQUE GENERALE

MATERIEL DE MINES
TAILLAGE D'ENGRENAGES - LIMES

Revêtement de puits en acier.



Etude et réalisation de sièges d'extraction complets

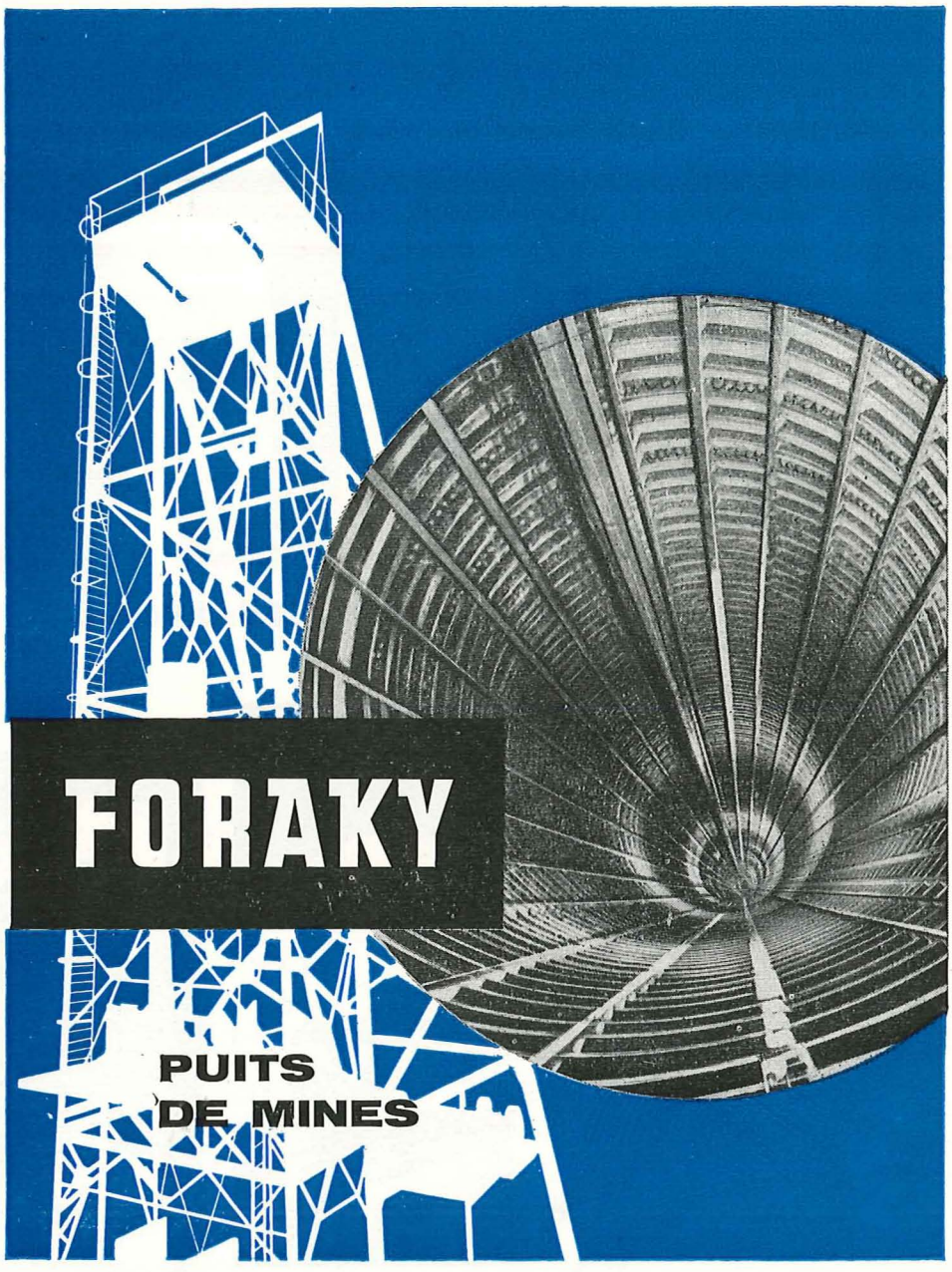
Chevalements
Tours d'extraction
Molettes
Machines d'extraction, mono- et multicâble
Attaches de câble
Cages et Skips
Circuits de roulage
Sas à air
Berlines de grande capacité
Soutènement métallique, pour tailles et galeries
Turbocompresseurs
Compresseurs hélicoïdaux

GUTEHOFFNUNGSHÜTTE

STERKRADE AKTIENGESELLSCHAFT · USINES DE STERKRADE · ALLEMAGNE

Agents exclusifs Belgique et Congo

S. A. SABEMI, 36, place du 20 août, Liège - Tél. 23.27.71 - 32.10.37



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

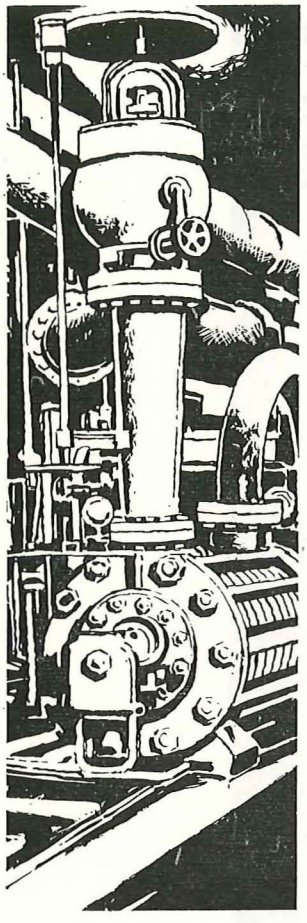
Lampes de mineurs, à main et au casque - Lampes électropneumatiques - Lampes de signalisation à téléphone - Armatures antigrisouteuses.

ECLAIRAGE PUBLIC ET INDUSTRIEL

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

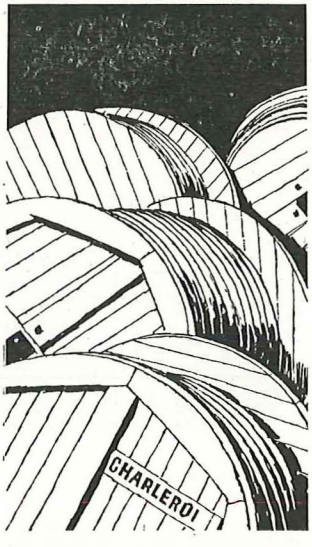
INCANDESCENCE - FLUORESCENCE
VAPEUR DE MERCURE - SODIUM

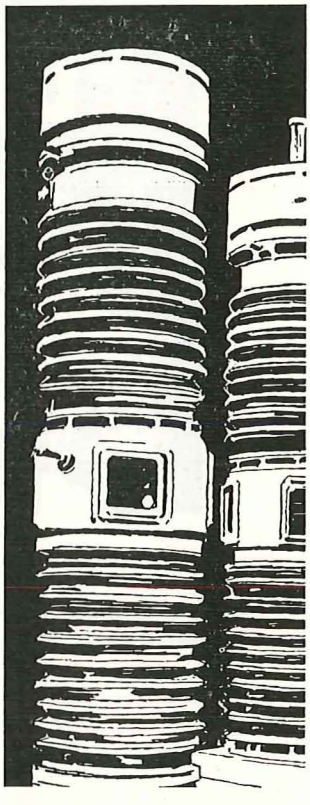
EXPLOSIMETRES - GRISOUMETRES - FLASH ELECTRONIQUES



ACEC

SIX USINES SPÉCIALISÉES





Machines électriques
Appareillage électrique à haute et basse tensions
Transformateurs
Equipement nucléaire
Télécommunications
Equipement de signalisation
Moteurs Diesel
Turbines
Pompes centrifuges
Câblerie
Electronique industrielle
Chauffage électrique
Eclairage public et privé
Machines transfert

du plus petit appareil ménager
au plus gros équipement industriel
le même souci de précision
le même souci de perfection

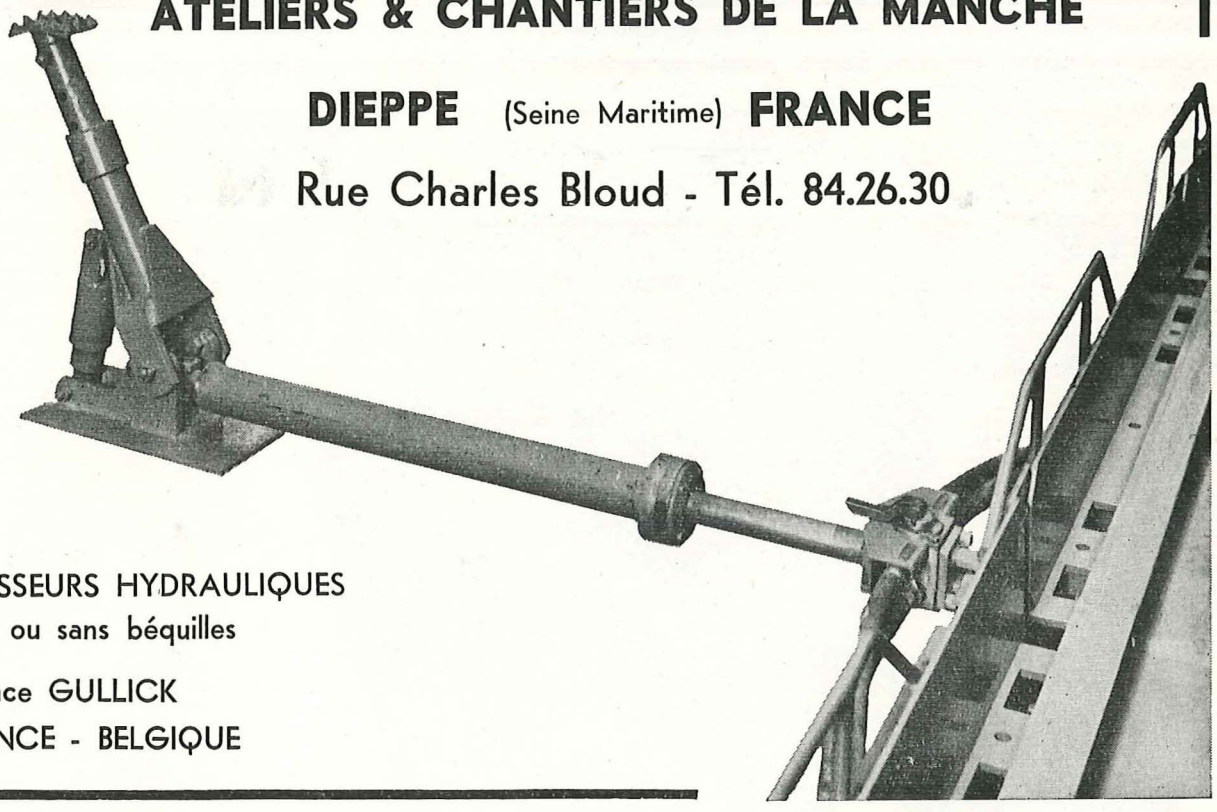
ACEC
CHARLEROI

Société Anonyme
ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE CHARLEROI
Tel. : 36.20.20 - Telex 7-227 ACEC Charleroi
Télégr. VENTACEC Charleroi

ATELIERS & CHANTIERS DE LA MANCHE

DIEPPE (Seine Maritime) **FRANCE**

Rue Charles Bloud - Tél. 84.26.30

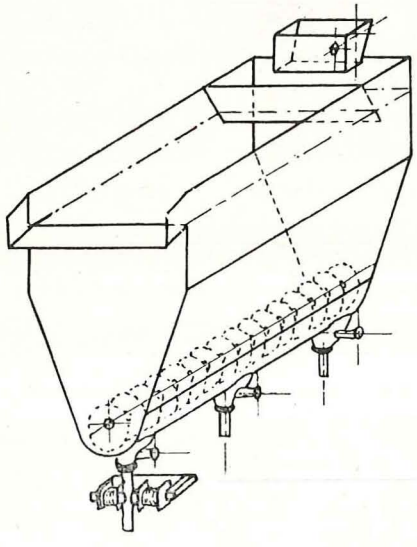


POUSSEURS HYDRAULIQUES
avec ou sans béquilles

Licence GULLICK
FRANCE - BELGIQUE

DU NOUVEAU DANS LE TRAITEMENT PAR SOLUTION DENSE :

L'AUGE « **BASSE-SAMBRE** » à Soutirage Electromagnétique breveté



L'AUGE « BASSE-SAMBRE » lave avec précision les charbons jusqu'à la maille de 15 mm et à toutes densités de coupure.

Elle est ainsi capable de fournir un combustible extra-propre dont la teneur en cendres atteint celle de la classe densimétrique inférieure du brut.

Nous disposons d'une unité de 25 Tonnes/heure dans notre station-pilote.

N'hésitez pas à nous soumettre vos problèmes. Nous procèderons aux essais de lavage en conditions industrielles normales.

L'AUGE « BASSE-SAMBRE» est utilisée également pour la concentration gravimétrique des minerais en suspension dense de ferro-silicium avec une égale précision de séparation.

BASSE-SAMBRE

SOCIETE ANONYME

ETUDES — RECHERCHES — ENTREPRISES

à **Moustier-sur-Sambre** (Belgique)

Téléphone : (07) 78.60.21 (5 lignes) Telex : Bassesambre MST (07) 213 Télégrammes : Bassesambre Moustier

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

Chaînes haute résistance

pour

chargeuses

locotracteurs

rabots rapides

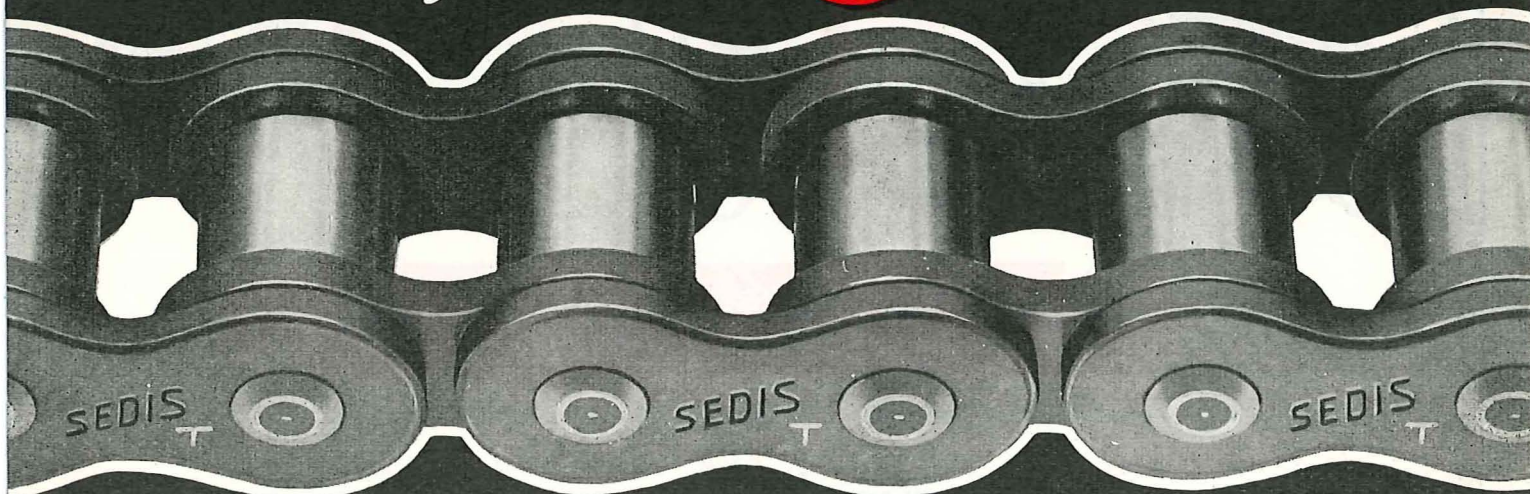
jumbos

....

SEDIS

Au service du mineur belge

DOCUMENTATION S. B. SUR DEMANDE



102, rue Danton, Levallois-Perret (Seine) - Tél.: PER. 45-22 à 45-26

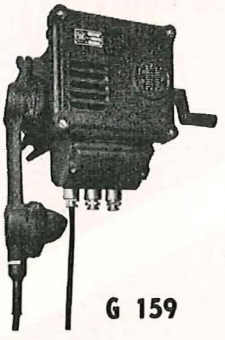
Distributeur - Stockiste :

Etablissements VERMEIRE, 63, rue du Centre, VERVIERS - Tél. (087) 241.21

L'ILLUSTRATION TECHNIQUE

LE GÉNÉPHONE
est un facteur essentiel de Sécurité

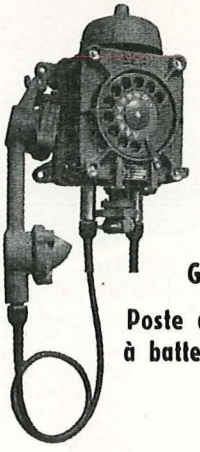
CENTRAL ANTIDEFLAGRANT
12 ou 24 Directions



G 159
Poste mural auto-générateur
type "Mines"

HURLEUR TRANSISTORISE
"HAT 6010"
(Licence CERCHAR)
ALARME-APPEL
SIGNALISATION

G. 201
Combiné-Poste autogénérateur
étanche avec appel
et sa sacoche de transport



G. 225
Poste automatique
à batterie centrale

G. 201 M
Combiné-Poste
autogénérateur
blindé avec appel

SEA
STÉ D'ELECTRONIQUE ET D'AUTOMATISME
17-19, Rue du Moulin-des-Bruyères - COURBEVOIE (Seine) - DÉF. 41-20
SEA

Matériel téléphonique et de signalisation : blindé, étanche, antidéflagrant, de sécurité intrinsèque.

NOTICE DÉTAILLÉE SUR SIMPLE DEMANDE
A LA Sté D'ÉLECTRONIQUE ET D'AUTOMATISME - Service G.

1621

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. — Compte rendu de la journée d'information organisée par la Haute Autorité de la CECA « Le grisou et les moyens de le combattre », Luxembourg, 12 juin 1963 : Exposés par MM. Hellwig, Linsel, Renner, Maas, de Vergeron, Stassen et Vandeloise. — Matériel minier. — Inichar : Revue de la littérature technique. — Bibliographie.

OCTOBRE 1963 Mensuel — N° 10 — Maandelijks **OCTOBER 1963**

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.
A. DELATTRE, Ancien Ministre, à Pâturages.
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.
P. GOSSELIN, Président du Conseil d'Administration de la Fédération Professionnelle des Producteurs et Distributeurs d'Electricité de Belgique, à Bruxelles.
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. MEILLEUR, Administrateur-Délégué de la S.A. des Charbonnages de Bonne Espérance, à Lambusart.
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.
O. SEUTIN, Directeur-Gérant Honoraire de la S.A. des Charbonnages de Limbourg-Meuse, 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.
A. DELATTRE, Oud-Minister, te Pâturages.
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.
P. GOSSELIN, Voorzitter van de Bedrijfsfederatie der Voortbrengers en Verdelers van Electriciteit in België, te Brussel.
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. MEILLEUR, Afgevaardigde-Beheerder van de N. V. « Charbonnages de Bonne Espérance », te Lambusart.
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.
O. SEUTIN, Ere-Directeur-Gerant van de N.V. der Kolenmijnen Limburg-Maas, 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 10 — Octobre 1963

ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE

Nr 10 — October 1963

Direction-Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DE L'INDUSTRIE CHARBONNIERE

Directie-Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE STEENKOLENNIJVERHEID

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

Sommaire — Inhoud

Renseignements statistiques belges et des pays limitrophes 1036

JOURNEE D'INFORMATION ORGANISEE PAR LA HAUTE AUTORITE DE LA COMMUNAUTE EUROPEENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER

LE GRISOU ET LES MOYENS DE LE COMBATTRE

Luxembourg, 12 juin 1963

F. HELLWIG. — Allocution de bienvenue 1043
E. LINSEL. — L'origine et le dégagement du grisou 1045
K. RENNER. — Diffusion du jet d'air au front du chantier en cas de ventilation secondaire soufflante 1056
W. MAAS. — Grisou et aérage 1064
M. de VERGERON. — La lutte contre le grisou par sa détection 1076
P. STASSEN et R. VANDELOISE. — La lutte contre les dégagements instantanés de gaz dans les mines de la CECA 1095
Bibliographie sur le grisou et les moyens de le combattre 1121

NOTES DIVERSES

MATERIEL MINIER. (Notes rassemblées par INICHAR). — Perfectionnement apporté à la haveuse à tambour Anderton avec disque à spirale coupante — Culbuteur pneumatique latéral pour remblayage de tailles inclinées — Groupe concasseur-remblayeur à front — Nouveau convoyeur blindé monochaîne — Pousseur élévateur Bretby — Transporteur répartiteur à écailles — Plaque tournante pour berlines — Réflecteur « œil de chat » — Pompe pneumatique à diaphragme Layton — « Cable Handler Device » — Réducteur K 100 K-S à deux arbres primaires — Manœuvre télécommandée de wagons . . . 1127

BIBLIOGRAPHIE

INICHAR. — Revue de la littérature technique 1145
Divers 1164

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 — Tél. 48.27.84 - 47.38.52

MINES DE HOUILLE — STEENKOLENMIJNEN

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 - 8.500 kcal 0° C - 760 mm Hg
Borinage-Centre - Borinage-Centrum	254.000	12.111	270.444	22,20	7.231	9.906	0,242	0,639	0,886	1.566	1.122	76,95	79,95	— 45	— 93	— 138	1.636.958
Charleroi - Charleroi	485.464	32.281	206.731	23,88	12.582	17.926	0,242	0,638	0,921	1.568	1.077	78,13	80,59	— 209	— 249	— 458	2.935.746
Liège - Luik	278.771	22.233	46.331	22,49	8.857	12.326	0,261	0,723	1,015	1.383	977	80,72	83,12	— 49	— 136	— 185	—
Kempen - Campine	856.644	50.358	242.763	22,00	20.220	27.288	0,170	0,519	0,702	1.873	1.373	88,79	90,40	— 266	+ 27	— 239	1.295.952
Le Royaume - Het Rijk	1.874.879	116.983	766.269	22,61	48.848	67.436	0,212	0,596	0,830	1.658(3	1.182(3	82,68	84,82	— 569	— 451	—1020	5.868.656(2)
1963 Mars - Maart	1.853.174	127.803	974.096	22,12	49.028	67.371	0,211	0,596	0,832	1.656	1.180	81,68	83,56	— 375	— 232	— 607	5.958.282(2)
Février - Februari	1.719.322	147.662	1.157.537	20,22	48.980	67.271	0,209	0,587	0,822	1.682	1.193	81,87	83,68	— 52	+ 134	+ 82	5.678.972(2)
1962 Avril - April	1.742.855	173.778	3.029.975	20,86	50.085	69.336	0,231	0,611	0,854	1.615	1.146	81,71	84,19	— 256	— 211	— 467	6.010.661(2)
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	— 410	+ 2	— 408	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
1952 id.	2.532.030	199.149	1.678.220	24,26	98.254	135.696	0,40	0,96	1,34	1.042	745	78,70	81,00	— 97	— 7	— 104	3.702.887
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	—	—	—	—	—	—
1963 Semaine du 18 au 24-11 Week van 18 tot 24-11	457.550	—	472.637	5,39	51.602	70.354	—	0,623	0,853	1.605	1.172	81,00	84,00	—	—	+ 102	—

N. B. — (1) Depuis 1954 ne concerne que les absences individuelles. — Sedert 1954, betreft enkel de individuële afwezigheid.
(2) Dont environ 5 % non valorisés. — Waarvan ongeveer 5 % niet gevaloriseerd.
(3) Maîtrise et surveillance exclues, les rendements deviennent : Fond : 1.829 ; fond et surface : 1.294. — Meester- en toezichtspersoneel uitgesloten, bekomt men : ondergrond : 1.829 ; boven- en ondergrond : 1.294.
(4) Chiffres rectifiés : depuis 1960, on ne reprend plus dans la consommation propre le charbon transformé en électricité fournie à des tiers. — Verbeterde cijfers : sedert 1960 wordt in het eigenverbruik de steenkool weggelaten die omgevormd wordt in elektriciteit aan derden geleverd.

FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES
LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHEIDENE ECONOMISCHE SECTORS t

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
1963 Avril - April	293.223	18.330	563.278	162.767	347.392	10.275	7.232	18.845	20.391	46.768	3.390	15.889	25.819	85.205	14.154	10.662	243.515	1.887.135
Mars - Maart	308.871	19.620	569.208	163.529	287.450	15.608	10.330	20.213	32.581	58.821	3.720	16.497	21.531	51.875	15.219	15.356	213.810	1.824.239
Février - Februari	360.311	19.739	543.068	141.051	276.821	9.993	12.628	12.952	29.873	54.221	4.948	14.432	16.537	18.645	13.442	11.136	68.164	1.607.961
1962 Avril - April	276.830	9.320	602.677	122.574	371.390	6.963	10.396	20.447	24.744	50.756	4.098	16.929	27.117	82.351	12.009	23.002	239.243	1.900.846
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
1954 M.M.	415.609	14.360	485.878	109.037	240.372	24.211	12.299	40.485	46.912	114.348	14.500	30.707	61.361	62.818	19.898	31.745(1)	465.071	2.189.610
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.

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)	COKES - 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	122.255	—	124.786	215	67.913	28.129	96.042	526	856	—	—	—	—	—	—	—	—	21.170	811
Sidér. - V. staalfabr.	31	1.096	383.189	142.527	534.249	92	346.182	63.610	409.792	2.718	3.404	—	—	—	—	—	—	—	—	65.984	2.463
Autres - Andere . .	10	264	28.148	92.621	112.106	413	51.328	35.387	86.715	684	227	—	—	—	—	—	—	—	—	32.322	1.001
Royaume - Rijk . .	49	1.588	533.592	235.148	771.141	720	465.423	127.126	592.549	3.928	4.487	8.702	2.073	453.627	135	138	45.957	70.931	581.563	119.476	4.275
1963 Mars - Maart .	49	1.593	584.253	249.374	820.261	1.892	490.255	141.366	631.621	6.845	6.568	16.570	3.453	474.617	88	1.224	51.483	61.512	608.947	116.905	4.290
Févr. - Febr. .	49	1.604	548.768	189.579	744.781	2.175	445.999	131.420	577.419	14.524	7.835	31.142	2.863	449.584	485	3.553	60.184	52.014	599.825	106.284	4.255
1962 Avril - April .	48	1.568	569.548	175.522	777.837	702	487.156	112.876	600.032	4.279	4.608	11.849	1.759	481.125	182	474	44.683	42.575	582.647	226.083	4.312
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
1952 M.M.	42	1.471	596.891	98.474	695.365	7.624(1)	421.329	112.605	533.934	12.937	3.215	12.260	4.127	368.336	1.039	1.358	48.610	80.250	515.980	100.825	4.284
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.

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	44.860	19.299	23.689	—	753	14.274	3.161	1.061	1.007
Sidérurg. - V. staalfabrieken .	186.431	89.358	39.988	66.219	4.110	44.206	15.921	4.607	3.172
Autres - Andere	41.802	17.400	13.227	—	978	17.345	3.458	662	914
Le Royaume - Het Rijk . . .	273.093	126.057	76.904	66.219	5.841	75.825	22.540	6.330	5.093
1963 Mars - Maart	295.288	133.069	75.338	67.888	5.964	90.204	24.345	6.827	5.506
Février - Februari	279.628	122.909	65.077	62.972	5.282	99.393	22.161	6.274	5.024
1962 Avril - April	286.948	130.093	67.448	66.305	7.803	79.970	22.952	6.837	5.249
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	137.244	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
1952 M.M.	229.348	134.183	67.460	46.434	3.496	62.714	17.835	6.309	4.618
1948 M.M.	105.334	—	—	—	—	—	16.053	5.624	4.978
1938 M.M.	75.334	—	—	—	—	—	14.172	5.186	4.636

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Production - Produktie (t): Boulets Eierkolen	Briquettes Briketten	Total Totaal	Consommation propre Eigen verbruik (t)	Au personnel 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.	173.289	15.942	189.231	—	—	—	—	—	—	—
Indép. - Onafh.	9.774	—	9.774	—	—	—	—	—	—	—
Royaume - Rijk	183.063	15.942	199.005	3.170	14.229	190.637	15.505	181.432	7.541	593
1962 Mars - Mrt	177.802	15.227	193.029	3.598	22.901	184.308	15.186	164.503	7.374	569
Févr. - Feb.	148.138	14.429	162.567	4.540	27.968	155.018	12.830	129.566	5.347	596
1962 Avril - Apr.	114.143	14.277	128.420	3.151	11.747	122.264	10.191	117.053	7.900	430
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
1952 M.M. . . .	71.262	52.309	123.571	1.732	103	115.322	10.094	119.941	36.580	638
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	—	—	—	1.911

BELGIQUE — BELGIE — BOIS DE MINES — MIJNHOUT m³ — BRAI — PEK t — AVRIL 1963 — APRIL 1963

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
1963 Avril - April	47.543	—	47.543	48.710	172.928	10.887	6.801	17.688	15.505	24.541	(c)
Mars - Maart	35.323	—	35.323	46.527	174.392	12.721	4.258	16.979	15.186	22.358	(c)
Févr. - Febr.	24.948	—	24.948	44.273	185.818	11.580	1.454	13.034	12.830	20.566	3.593
1962 Avril - April	47.301	—	47.301	45.918	163.616	8.111	1.712	9.823	10.191	20.608	1.538
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 non disponibles. — Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE — BELGIE — METAUX NON-FERREUX — NON FERRO-METALEN — MARS 1963 — MAART 1963

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
1963 Avril - April	21.749	17.017	7.437	837	282	407	47.729	31.927	24.335	1.831	16.634
Mars - Maart	21.418	16.950	8.025	873	274	377	47.917	29.861	24.355	1.668	16.778
Février - Februari	19.396	16.913	8.722	999	260	309	46.599	28.819	22.816	1.742	16.670
1962 Avril - April	19.799	17.250	7.016	671	194	395	45.330	24.561	21.511	1.744	16.439
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 werking	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 Handelsstaal	Profilés et zorès Profielstaal (> 80 mm)	Rails et accessoires Spoorstaven en toebehoren
1963 Avril - April	43	557.506	618.606	(3)	60.646	39.687	186.111	23.715	6.856
Mars - Maart	43	589.524	636.488	(3)	69.843	44.658	175.927	25.383	7.918
Février - Februari	44	519.396	570.955	(3)	64.437	40.263	156.638	23.581	6.951
1962 Avril - April	47	560.398	604.640	5.840	50.953	48.424	172.752	23.481	9.007
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)					
1952 M.M.	50	399.133	422.281	2.772	97.171		116.535	19.939	7.312
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** AVRIL 1963
BELGIE **IN- EN UITVOER** APRIL 1963

Importations - Invoer (t)					Exportations - Uitvoer (t)			
Pays d'origine / Land van herkomst / Période / Periode / Répartition / Verdeling	Charbons Steenkolen	Cokes Cokes	Agglomérés Agglomeraten	Lignites Bruinkolen	Destination / Land van bestemming	Charbons Steenkolen	Cokes Cokes	Agglomérés Agglomeraten
Allem. Occ. - W. Duitsl.	217.313	3.020	3.212	7.714	Allemagne Occ. - W. Duitsl.	66.605	—	17.148
France - Frankrijk	774	—	10	—	France - Frankrijk	131.826	48.958	38.862
Pays-Bas - Nederland	76.586	20.673	9.398	305	Luxembourg - Luxemburg	1.980	19.053	320
					Pays-Bas - Nederland	21.261	—	1.904
C.E.C.A. - E.G.K.S.	294.673	23.693	12.620	8.019	C.E.C.A. - E.G.K.S	221.672	68.011	58.234
Roy.-Uni - Veren. Koninkrijk	89.350	3.855	1.711	—	Autriche - Oostenrijk	295	79	—
E.U. d'Amérique - V.S.A	103.824	—	—	—	Irlande - Ierland	1.054	—	—
Allemagne Or. - O. Duitsl.	—	—	—	200	Norvège - Noorwegen	468	—	—
Danemark - Denemarken	—	637	—	—	Suède - Zweden	—	1.951	—
Irlande - Ierland	984	—	—	—	Suisse - Zwitserland	19.518	100	585
Norvège - Noorwegen	—	513	—	—	Congo - Kongo	—	400	300
U.R.S.S. - U.S.S.R.	40.476	—	—	—	Divers - Diverse landen	508	390	—
Afrique du Sud - Zuid-Afrika	4.785	—	—	—				
Maroc - Marokko	935	—	—	—	Pays tiers - Derde landen	21.843	2.920	885
Nd. Vietnam - Nd. Vietnam	9.815	—	—	—	1963 Mars - Maart	243.515	70.931	59.119
Pays tiers - Derde landen	250.169	5.005	1.711	200	Mars - Maart 1963	213.810	61.512	33.396
Avril - April	544.842	28.698	14.331	8.219	Février - Februari	68.164	52.014	19.400
1963 Mars - Maart	653.698	44.977	15.420	8.341	Janvier - Januari	46.544	44.367	22.435
Février - Februari	444.115	35.344	17.510	10.852	1962 M.M.	224.950	53.556	25.910
Janvier - Januari	307.198	21.934	13.867	6.958	Avril - April	239.243	42.575	17.639
1962 M.M.	396.119	23.057	13.570	8.015				
Avril - April	309.641	18.286	11.975	8.596				
Répartition - Verdeling :								
1) Sect. dom. - Huisel. sektor	228.164	1.978	14.226	8.219				
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	309.797	26.381	105	—				
Réexportation - Wederuitvoer	—	—	—	—				
Mouv. stocks - Schomm. voorr.	+6.881	+339	—	—				

JZER- EN STAALNIJVERHEID AVRIL-APRIL 1963

RODUCTIE 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	
58.825	37.133	11.162	2.229	132.947	28.600	—	1.399	488.977	51.690	20.206	53.121
58.800	36.871	13.348	1.943	138.136	30.912	—	1.309	490.547	50.819	17.895	52.678
58.141	31.133	13.031	1.694	117.218	36.067	492	3.505	438.451	46.686	17.425	52.513
46.139	40.673	6.716	3.679	111.810	26.340	203	3.477	444.277	41.322	16.663	53.178
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**
37.030	**39.357**	**7.071**	**3.337**	**37.482**	**26.652**	—	**5.771**	**312.429**	**11.943**	**2.959**	**43.263**
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**

BELGIQUE — **CARRIERES ET INDUSTRIES CONNEXES** — APRIL 1963
BELGIE — **GROEVEN EN AANVERWANTE NIJVERHEDEN** — AVRIL 1963

Production Produktie	Unité - Eenheid	Avril - April 1963 (b)	Mars - Maart 1963 (b)	Avril April 1962	M.M. 1962
Porphyre - Porfier :					
Moëllons - Breuksteen . .	t	16.872	10.671	18.582	20.930
Concassés - Puin . . .	t	361.150	280.359	313.893	319.503
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek .	t	—	—	—	(c)
Petit granit - Hardsteen :					
Extrait - Ruw	m^3	30.904	25.627	24.113	28.031
Scié - Gezaagd	m^3	5.918	5.380	5.733	5.406
Façonné - Bewerkt . . .	m^3	1.521	1.362	1.459	1.362
Sous-prod. - Bijprodukten	m^3	30.540	22.217	23.123	26.191
Marbre - Marmer :					
Blocs équarris - Blokken .	m^3	472	379	541	429
Tranches - Platen (20 mm)	m^2	39.515	40.814	32.232	37.879
Moëllons et concassés - Breuksteen en puin . .	t	2.948	2.508	2.461	2.179
Bimbeloterie - Snuisterijen	kg	8.802	11.302	11.986	11.337
Grès - Zandsteen :					
Moëllons bruts - Breukst.	t	31.808	12.564	21.679	22.975
Concassés - Puin . . .	t	104.838	53.141	66.302	78.477
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek .	t	500	514	1.403	782
Divers taillés - Diverse .	t	8.284	5.912	6.317	6.431
Sable - Zand :					
pr. métall. - vr. metaaln.	t	106.104	101.451	86.545	86.620
pr. verrerie - vr. glasfabr.	t	116.873	114.135	115.667	114.915
pr. constr. - vr. bouwbedr.	t	368.903	236.532	273.850	266.032
Divers - Diverse . . .	t	120.199	96.659	93.451	95.173
Ardoise - Leisteen :					
pr. toitures - vr. dakwerk	t	627	629	642	624
Schiste ard. - Dakleien .	t	393	237	210	308
Coticules - Slijpstenen . .	kg	3.798	4.616	3.693	4.751

Production Produktie	Unité - Eenheid	Avril - April 1963 (b)	Mars - Maart 1963 (b)	Avril April 1962	M.M. 1962
Produits de dragage - Prod. v. baggermolens :					
Gravier - Grind . .	t	512.833	290.424	210.150	297.319
Sable - Zand . . .	t	76.793	42.818	42.322	50.577
Calcaires - Kalksteen . .	t	746.873	413.354	423.388	445.435
Chaux - Kalk	t	175.650	169.668	162.917	170.132
Phosphates - Fosfaat . .	t	(c)	(c)	(c)	(c)
Carbonates naturels - Natuurcarbonaat . . .	t	71.233	69.170	68.033	73.032
Chaux hydraul. artific. - Kunstm. hydraul. kalk .	t	637	354	913	471
Dolomie - Dolomiet :					
crue - ruwe	t	60.328	40.613	45.299	48.833
frittée - witgegloeide .	t	26.902	27.248	25.274	24.678
Plâtres - Pleisterkalk . .	t	6.817	6.453	6.605	6.727
Agglomérés de plâtre - Pleisterkalkagglomeraten	m^2	198.397	368.188	322.234	300.822
		Avril April 1963	Mars Maart 1963	Avril April 1962	M.M. 1962
Silex - Vuursteen :					
broyé - gestampt . .	t	)			
pavé - straatsteen . .	t	) 1.365	823	639	613
Feldspath et Galets - Veldspaat en Strandkeien	t	(c)	(c)	(c)	(c)
Quartz et Quartzites - Kwarts en Kwartsiet . .	t	30.566	13.474	24.048	23.543
Argiles - Klei	t	17.381	14.364	15.197	17.261
		Avril April 1963	Mars Maart 1963	Avril April 1962	M.M. 1962
Ouvriers occupés - Tewerkgestelde arbeiders		10.853	10.513	11.001	11.284

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

COMBUSTIBLES SOLIDES — **C.E.C.A. ET GRANDE-BRETAGNE** — AVRIL 1963
VASTE BRANDSTOFFEN — **E.G.K.S. EN GROOT-BRITTANNIE** — APRIL 1963

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 Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond	Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond		Fond Ondergrond	Fond et surface Onder- en bovengrond			Houille Kolen	Coke Cokes
Allemagne Occ. - West-Duitsl.												
1963 Avr. - Apr.	11.744	252	378	2.511	1.957	21,59	19,50	17,44	3.359	531	4.399	3.091
1962 M.M. . . .	11.761	256	382	2.372	1.853	21,88	19,28	17,83	3.591	495	6.146	5.077
Avr. - Apr.	11.166	270	404	2.329	1.802	20.92	19,47	17,39	3.602	512	7.427	4.921
Belgique - België												
1963 Avr. - Apr.	1.875	63	83	1.658	1.182	22,61	17,32(1)	15,18(1)	593	199	766	119
1962 M.M. . . .	1.769	64	85	1.624	1.156	21,56	18,83(1)	16,18(1)	600	134	1.351	218
Avr. - Apr.	1.743	65	87	1.615	1.146	20,86	18,29(1)	15,81(1)	600	128	3.030	226
France - Frankr.												
1963 Avr. - Apr.	3.692	116	163	1.892	1.271	19,93	9,78	7,73(2)	1.073	565	6.804	314
1962 M.M. . . .	4.447	117	166	1.922	1.305	23,43	11,08	6,97(2)	1.123	578	8.692	757
Avr. - Apr.	4.164	118	167	1.937	1.303	22,02	10,03	6,94(2)	1.139	577	11.111	708
Italie - Italië												
1963 Avr. - Apr.	46	1,7	(3)	1.783	(3)	(3)	(3)	(3)	378	5	80	173
1962 M.M. . . .	58	2,2	2,5	1.676	(3)	(3)	(3)	(3)	361	5	43	69
Avr. - Apr.	57	2,2	2,7	1.751	(3)	(3)	(3)	(3)	325	1	35	101
Pays-B. - Nederl.												
1963 Avr. - Apr.	956	26,1	40,6	2.213	(3)	(3)	(3)	(3)	350	123	422	50
1962 M.M. . . .	986	26,3	41,3	2.117	(3)	(3)	(3)	(3)	356	104	537	128
Avr. - Apr.	900	26,5	41	2.071	(3)	(3)	(3)	(3)	336	97	362	210
Communauté - Gemeenschap												
1963 Avr. - Apr.	18.816	453,4	(3)	2.319	(3)	(3)	(3)	(3)	5.736	1.424	12.441	3.746
1962 M.M. . . .	19.435	471,4	638,6	2.229	(3)	(3)	(3)	(3)	6.012	1.316	16.720	6.249
Avr. - Apr.	18.494	476,5	653,1	2.201	(3)	(3)	(3)	(3)	5.981	1.316	21.970	6.166
Grande-Bretagne - Groot-Brittannië	(4)			**à front in front**							**en 1.000 t in 1.000 t**	
1963 Sem. du 28-4 au 4-5 Week van 28-4 tot 4-5	4.118	—	530	4.967	1.691	(3)	(3)	14,87	(3)	(3)	21.200	(3)
1962 Moy. hebd. Wekel. gem. Sem. du 29-4 au 5-5 Week van 24-5 tot 5-5	3.797	—	551	4.624	1.585	(3)	(3)	15,35	(3)	(3)	25.364	(3)
	4.114	—	557	4.607	1.592	(3)	(3)	14,18	(3)	(3)	19.282	(3)

(1) Absences individuelles seulement - Enkel individuële afwezigheden. — (2) Surface seulement - Betreft enkel de bovengrond. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers. — (4) Houille marchande - Verkoopbare kolen.

JOURNEE D'INFORMATION

ORGANISEE PAR LA HAUTE AUTORITE DE LA COMMUNAUTE EUROPEENNE DU CHARBON ET DE L'ACIER

Le grisou et les moyens de le combattre

Luxembourg, 12 juin 1963

La Haute Autorité de la C.E.C.A. a organisé une Journée d'information sur « Le grisou et les moyens de le combattre » à Luxembourg, le 12 juin 1963. Cette Journée avait pour objet de rendre publics les premiers résultats des recherches exécutées par les instituts de recherche minière avec l'aide financière de la Haute Autorité. Ces recherches concernent :

1°) *le gisement et le dégagement du grisou dans les mines ;*

2°) *les dégagements instantanés de gaz.*

Les exposés ont été confiés aux membres des Commissions « Présence et dégagement du méthane » et « Dégagements instantanés » de la Haute Autorité de la C.E.C.A.

Des représentants de l'Allemagne, de la Belgique, de la France et des Pays-Bas à ces commissions ont été chargés, plutôt que d'exposer les résultats des recherches effectuées dans leur pays respectif, de traiter chacun l'ensemble de l'un des sujets suivants : origine et dégagement du grisou, aérage, dégagements instantanés et grisoumétrie. Il a été convenu en outre que les auteurs ne limiteraient pas leur exposé aux seules recherches ayant bénéficié de l'aide financière de la C.E.C.A., mais traiteraient l'ensemble des travaux effectués dans les pays charbonniers de l'Europe continentale.

La journée a été ouverte par Monsieur HELLWIG, membre de la Haute Autorité ; Monsieur CHERADAME, Directeur général technique du Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, en a dirigé les débats et le Docteur SCHENSKY, Conseiller hors classe de la Haute Autorité, en a tiré les conclusions.

Deux cents personnes des six pays de la C.E.C.A. et des invités de la Grande-Bretagne et de l'Autriche ont assisté à cette journée.

Le présent numéro des Annales des Mines de Belgique publie le texte des exposés de cette Journée d'information.

1. — Dr. F. HELLWIG, Membre de la Haute Autorité, Luxembourg.
Allocution de Bienvenue.

2. — Prof. Dr. Ing. E. LINSEL, Steinkohlenbergbauverein, Essen.
L'origine et le dégagement du grisou.

3. — Dr. Ing. RENNER, Steinkohlenbergbauverein, Essen.
Diffusion du jet d'air au front du chantier en cas de ventilation secondaire soufflante.

4. — Prof. Dr. W. MAAS, Centraal Proefstation der Staatsmijnen in Limburg, Heerlen.
Grisou et Aérage.

5. — M. M. de VERGERON, Ingénieur-Chef de Groupe de Recherches au Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, Verneuil-en-Halatte.

La lutte contre le grisou par sa détection.

6. — MM. P. STASSEN, Directeur, et R. VANDELOISE, Ingénieur, Institut National de l'Industrie Charbonnière, Liège.

La lutte contre les dégagements instantanés de gaz dans les mines de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier.

7. — Bibliographie.

Les mêmes documents sont ou doivent être publiés par ailleurs dans la Revue de l'Industrie Minérale, dans « Geologie en Mijnbouw » et dans une revue minière allemande.

Allocution de bienvenue

F. HELLWIG,

Membre de la Haute Autorité de la C.E.C.A.

Je tiens à remercier tout spécialement les représentants de nos Etats Membres et les Administrations des Mines nationales ainsi que leurs dirigeants. La Haute Autorité se réjouit également de la participation à cette Journée d'Information des Membres du Parlement Européen et, en particulier, des Membres de la Commission de Recherche et Culture, des Membres de la Commission de la Protection Sanitaire et des représentants du Comité Consultatif, et tout spécialement des Membres de sa Commission de Recherche, ainsi que des Membres de l'Organe Permanent pour la Sécurité dans les Mines. De plus, je tiens à saluer les représentants de la Science, Messieurs les Professeurs des Académies des Mines, des Universités et des Ecoles Techniques Supérieures de la Communauté. Je remercie les représentants des Producteurs, les Ingénieurs spécialisés, et les Membres des Instituts de Recherche minière ainsi que les représentants des différents syndicats et des organisations professionnelles. Mes salutations s'adressent ensuite à la presse et finalement à tous les amis et spécialistes qui en dehors de la Communauté, comme la Grande-Bretagne et l'Autriche, ont pris le chemin de Luxembourg.

La Communauté a conféré à la Haute Autorité, par l'Article 55 du Traité instituant la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier, le mandat d'encourager la recherche technique et économique intéressant la production et le développement de la consommation du charbon et de l'acier, ainsi que la sécurité du travail dans ces industries.

La Haute Autorité, consciente de la tâche que le Traité lui a confiée, a établi différents principes pour mettre à la disposition des pays membres les moyens financiers nécessaires en vue de la réalisation des recherches dans la Communauté ; par la même occasion, elle s'efforce d'améliorer la collaboration entre les différents Instituts de recherches existants et favorise les échanges de vue techniques entre les pays de la Communauté.

Or, le Traité « C.E.C.A. » n'engage pas seulement la Haute Autorité à promouvoir la recherche mais — puisqu'il s'agit dans une très large mesure d'aide provenant des prélèvements dans les pays de la Communauté — à diffuser aussi les résultats obtenus à tous les intéressés dans la Communauté. En tenant compte de ces exigences, la Haute Autorité prévoit ce qui suit :

— Elle convoque des Commissions d'études, dans lesquelles tous les pays charbonniers de la Communauté sont représentés. Ces commissions surveillent et contrôlent l'exécution des projets de recherches et sont amenées à assurer une première diffusion des résultats obtenus.

— En outre, par des publications scientifiques des Instituts de recherches, la Haute Autorité informe le monde spécialisé des travaux qui sont effectués, des nouvelles connaissances acquises et des succès obtenus.

— En plus, elle traite les sujets de recherches sous une forme résumée dans le rapport annuel de la Haute Autorité et elle fait part semestriellement, dans une publication périodique, de l'évolution et des progrès des travaux de recherches et des premiers résultats obtenus.

— Et, finalement, la Haute Autorité permet l'accès au know-how à condition qu'il soit repris dans le contrat de recherche passé avec le bénéficiaire (il y a, par exemple, obligation de donner des licences à des instances intéressées de la Communauté) et elle permet également d'accorder des brevets sous certaines conditions.

Les projets de recherches « charbon » encouragés financièrement par la Haute Autorité se trouvent en conformité avec la tâche conférée par la Traité de la C.E.C.A. Il s'agit de renforcer les conditions de vie et de concurrence de nos industries, d'en améliorer les conditions de travail et d'y accroître la sécurité des travailleurs. Dans le domaine de la recherche charbonnière, 30 projets différents sont en cours, concernant la recherche fondamentale et la recherche appliquée. Ils s'étendent aux trois grands secteurs : Technique Minière, Valorisation et Utilisation Rationnelle du Charbon. Un des premiers projets de recherches, qui, dans le domaine du charbon, a bénéficié d'un soutien de la Haute Autorité, était l'étude des problèmes particulièrement urgents des dégagements instantanés de gaz dans les mines de houille.

En septembre 1958, la Haute Autorité, en vue de réaliser des recherches sur les dégagements instantanés de gaz dans certains bassins de la Communauté, tant sur le plan de l'économie que sur celui de la sécurité, a mis à la disposition des deux organismes de recherches centraux, le Centre d'Etudes et Recherches des Charbonnages de France, Paris, et l'Institut National de l'Industrie Charbonnière, Liège, une aide financière d'un montant total de 667.000 unités de compte AME auquel en 1962 s'est ajouté respectivement une somme de 374.000 AME pour la continuation des travaux en cours et une somme de 102.000 AME destinée à l'Institut de Recherches des Mines d'Etat Néerlandaises pour la réalisation de travaux dans ce même domaine mais se rapportant au gisement néerlandais.

En juillet 1961, la Haute Autorité a octroyé aux trois Instituts de recherches mentionnés plus haut ainsi qu'au Steinkohlenbergbauverein à Essen une aide financière d'un montant total de 1.228.000 AME pour la réalisation d'une vaste recherche fondamentale communautaire sur « la Présence et le Dégagement de grisou dans les mines de houille ». Sur l'ensemble des engagements pris par la Haute Autorité en date du 31 mai 1963 pour la recherche charbon soit 10,5 millions AME, 23 % ont été réservés aux recherches sur le grisou et les moyens de le combattre. Il faut encore signaler qu'un vaste projet de recherche dans ce domaine, particulièrement sur l'écoulement du grisou dans les massifs houillers, est en cours d'examen.

Les travaux encouragés par la Haute Autorité dans le domaine de la recherche sur le « Gaz de mine » ont atteint un certain stade. Aussi il nous a paru opportun de diffuser les résultats obtenus jusqu'ici. La Haute Autorité s'est donc décidée, en plus des moyens usuels de diffusion des résultats décrits plus haut, d'en informer le public et les milieux intéressés dans le cadre d'une Journée d'Information.

Les Instituts Nationaux de recherches de la Communauté se sont déclarés prêts, en plus des recherches encouragées par la Haute Autorité et afin de compléter notre information, à nous faire part aussi des résultats de recherches effectuées dans ce même domaine avec l'aide de moyens financiers propres de l'industrie charbonnière.

Le sujet de cette Journée d'Information « Le grisou et les moyens de le combattre » est aussi vieux que les houillères elles-mêmes. Le gaz de mine s'est présenté en même temps que l'exploitation minière. Il apparaît sous diverses concentrations, tantôt élevées, tantôt basses, dans presque tous les gisements houillers de la terre et l'industrie minière depuis toujours s'est trouvée dans l'obligation de s'occuper intimement de ces problèmes.

On attache aujourd'hui une importance particulière et toujours croissante aux problèmes de la maîtrise du grisou. Les faits suivants le prouvent :

— les exploitations dans les houillères se déplacent d'année en année vers des profondeurs toujours plus grandes ;

— l'ampleur des exploitations, la production de charbon par chantier et les avancements journaliers des fronts d'abattage croissent de jour en jour ;

— parallèlement à ces faits, la quantité de gaz provenant de l'abattage du charbon et qui se répand dans les chantiers du fond augmente de plus en plus ;

— la concentration de la production toujours plus poussée groupe le personnel et l'exploitation dans un champ d'activité plus restreint ;

— la concentration des exploitations, la mécanisation et l'électrification des travaux miniers et la multiplication d'équipements très coûteux dans les chantiers d'exploitation constituent un objectif décisif pour une augmentation des rendements et la compétitivité de l'industrie charbonnière. Toutes ces mesures de rationalisation présentent aussi leurs dangers et leurs risques spécifiques.

L'ensemble de ces faits et conditions, leur portée imminente tant sur le plan économique que sur le plan social nous ont amenés à effectuer des recherches méthodiques et systématiques sur le grisou. Il s'agit de connaître les lois qui régissent le dégagement et la présence du grisou et de trouver les moyens de mieux le contrôler. A un tournant de la Technique Minière, le sujet « Grisou » est tout particulièrement bien d'actualité.

Nous espérons que cette Journée d'Information et les connaissances les plus récentes de la science et de la recherche qui seront exposées dans les conférences permettront de faire un sérieux pas en ce qui concerne la connaissance et la maîtrise du gaz de mine. Nous désirons que cette Journée d'Information et les discussions qui suivront portent leurs fruits et profitent à l'industrie charbonnière toute entière. C'est dans ce sentiment que j'ouvre cette Journée en lui souhaitant un plein succès.

Origine et dégagement du grisou

par le Pr. Dr. Ing. E. LINSEL

du Steinkohlenbergbauverein à Essen (Allemagne).

SAMENVATTING

Aangezien de stratigrafische gegevens met betrekking tot de steenkolenlaag ontoereikend zijn gebleken, is de bepaling van de graad van inkoling voorwaarde voor talrijke natuurkundige onderzoekingen van de kolen, b.v. voor de vaststelling van de in aanmerking komende inwendige oppervlakte.

Deze inwendige oppervlakte dient bekend te zijn teneinde de adsorptie-isothermen te kunnen opstellen, welke afhankelijk van de gasdruk in de kolen inlichtingen verschaft over de in de kolen voornamelijk door adsorptie gebonden hoeveelheden gas, de « gasinhoud » van de laag.

Het gas in de kolen komt vrij door een desagregatieproces, dat nog nader moet worden opgehelderd. De desagregatie wordt veroorzaakt door mechanische processen in het gesteente. Deze processen worden weer veroorzaakt door een storing van het evenwicht in het gesteente tengevolge van de winning.

De mechanische processen in het gesteente bepalen zich niet tot de winning zelf, maar de invloeden ervan doen zich tot aan de oppervlakte en tot ver in de vloerlaag gevoelen. Daardoor wordt het desagregatieproces uitgebreid tot een gebied, het « gasontwikkelingsgebied », waarvan de omvang nog niet vaststaat. Binnen dit gebied worden de aanwezige kolen al naar gelang de afstand waarop de winning plaats vindt en de aard van het gesteente op verschillende wijze gedesagregeerd. De « graad van gasontwikkeling » van de onderscheidene lagen moet worden vastgesteld en aan de hand van al deze gegevens kan de totale hoeveelheid gas welke zich per netto ton ontwikkelt worden berekend.

Het gas dat zich ontwikkelt in de laag welke geexploiteerd wordt, wordt als « basisontwikkeling » beschouwd, het uit de naburige lagen stromende gas als « extra gas ». Terwijl men sinds 1940 erin geslaagd is het extra gas grotendeels uit de ondergrondse bedrijven te weren en het buiten de luchtgalerijen afzonderlijk af te voeren, bestaat er tot op heden nog geen soortgelijke, overal toe te passen

RESUME

Dans beaucoup d'études physiques sur la houille, par exemple pour en déterminer la surface interne considérable, il y a tout d'abord lieu de préciser le degré de houillification, car il s'est avéré que les données stratigraphiques relatives à la veine sont insuffisantes.

Il faut connaître cette surface interne pour établir l'isotherme d'adsorption qui indépendamment de la pression du gaz dans le charbon, nous renseigne sur la quantité de gaz combinée essentiellement par adsorption c'est-à-dire sur la « teneur en gaz » de la veine.

Le gaz se trouvant dans le charbon se dégage par suite d'un processus de désagrégation, qu'il faudra encore élucider ultérieurement. Cette désagrégation est provoquée par des processus de mécanique des terrains. Ces processus sont à leur tour déclenchés par une rupture de l'équilibre du massif du fait de l'abattage.

Les processus de mécanique des terrains ne se limitent pas à l'abattage proprement dit, mais leurs effets se font sentir jusqu'à la surface et profondément dans le mur. Le processus de désagrégation s'étend donc à une zone, la zone de dégagement du gaz, dont l'étendue est encore controversée. A l'intérieur de cette zone, le charbon en place se désagrège différemment selon la distance des travaux d'abattage et la nature de la roche. Le « taux de dégagement » des diverses veines doit être établi, et l'on peut calculer à l'avance approximativement, sur la base de tous ces éléments, la quantité totale de gaz se dégageant par tonne nette.

Nous appelons « dégagement de base » le gaz se dégageant dans la veine en exploitation et « gaz complémentaire », le grisou s'écoulant des veines voisines. Alors que l'on est parvenu depuis 1940 à tenir une partie considérable de ce gaz complémentaire à l'écart des travaux miniers et à l'évacuer séparément en dehors des voies d'aérage, nous ne disposons pas encore, jusqu'à présent, d'un procédé

methode ter beïnvloeding van de basisgasontwikkeling.

Bij de werkzaamheden welke ter voorbereiding van het gemeenschappelijke onderzoeksprojekt inzake mijngas regionaal worden verricht, wordt het verband tussen de mechanica van het gesteente en het vrijkomen, resp. wegstromen van het gas als het voornaamste doel van het onderzoek beschouwd.

Wij hopen dat de resultaten van de toekomstige onderzoekingswerkzaamheden — voor zover deze betrekking hebben op het ontstaan en het vrijkomen van mijngas — de mogelijkheid openen om het mijngas tijdig en nauwkeurig te berekenen en zodoende in het belang van de veiligheid in de mijnen de omstandigheden te beoordelen waaronder het mijngas in de winningsbedrijven vrijkomt.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Bestimmung des Inkohlungsgrades ist — da die stratigrafische Flözangabe sich als unzureichend erwiesen hat — Voraussetzung für manche physikalischen Untersuchungen der Kohle, z.B. für die Ermittlung ihrer beträchtlichen inneren Oberfläche.

Die innere Oberfläche wird zur Aufstellung der Adsorptionsisotherme benötigt, die uns in Abhängigkeit vom Gasdruck in der Kohle Aufschluss über die in der Kohle vorwiegend adsorptiv gebundene Gasmenge, den « Gasinhalt » des Flözes, gibt.

Das Gas in der Kohle wird durch einen Aufschliessungsvorgang, der noch näher geklärt werden muss, frei. Das Aufschliessen wird durch gebirgsmechanische Vorgänge ausgelöst. Ursache dieser Vorgänge ist das durch den Abbau selbst gestörte Gleichgewicht im Gebirgskörper.

Die gebirgsmechanischen Vorgänge beschränken sich nicht auf den Abbau selbst, ihre Auswirkungen reichen bis zur Tagesoberfläche und weit ins Liegende. Damit wird der Aufschliessungsvorgang auf einen Bereich, den « Ausgasungsbereich », ausgedehnt, dessen Umfang noch strittig ist. Innerhalb des Ausgasungsbereiches wird anstehende Kohle je nach Abstand vom Abbau und von der Art des Gesteins unterschiedlich aufgeschlossen. Der « Ausgasungsgrad » der einzelnen Flöze muss ermittelt werden, und man kann aus all diesem die insgesamt je t_{vF} freiwerdende Gasmenge angenähert vorausberechnen.

Das im gebauten Flöz freiwerdende Gas bezeichnen wir als Grundausgasung, das aus den Nachbarflözen abströmende als Zusatzgas. Während es seit 1940 gelungen ist, das Zusatzgas den Grubenbauen in erheblichem Umfang fernzuhalten und ausserhalb der Wetterwege gesondert abzuführen, besitzen wir bis heute noch kein ähnliches, überall anwendbares Verfahren zur Beinflussung der Grundausgasung.

SUMMARY

The simple stratigraphic description of a seam having proved to be insufficient, the determination of the degree of coalification has become an indispensable pre-requisite for a number of physical tests for coal, e.g. for ascertaining its internal surface.

Particulars of the internal surface are required in connection with the graphic representation of the isotherms of adsorption, which, given the gas pressure inherent in coal, enables us to assess the gas content of the seam.

The gas contained in the coal is released by a breaking-up or disintegration process which still remains to be elucidated. This process is triggered off by rock movements resulting from the imbalance in the rock mass caused by coal-winning operations.

The effects of rock movements are not confined to the winnings, but extend as far as the surface and deep into the floor. This in turn carries the breaking-up process into the zone of gas emission, the extent of which is still largely unknown. Within this zone the coal is broken up in varying degrees according to its distance from the working and the type of rock involved. The degree of gas emission of each seam has to be ascertained, and it is then possible to estimate in advance the total volume of gas per t_{vF} likely to be released.

The gas released from a seam which is being worked is called basic gas, and that given off in adjacent seams additional gas. While it has been possible, since 1940, to keep a considerable proportion of the additional gas away from the workings and drain it off separately outside the air-ways, no similar and generally applicable method has as yet

analogue et généralement applicable pour influer sur le dégagement de base.

En raison des travaux effectués à l'échelon régional, en préparation du projet commun de recherche sur le grisou, la relation entre la mécanique du massif et le dégagement ou l'écoulement du gaz est devenue l'objet principal de la recherche.

Nous espérons que les résultats des futurs travaux de recherche se rapportant à la formation et au dégagement du grisou nous permettront d'effectuer en temps utile et avec précision un calcul prévisionnel du dégagement du grisou et, dans l'intérêt de la sécurité minière, d'apprécier ainsi exactement les conditions de dégagement prévalant dans les chantiers d'abattage.

Die regionalen Vorarbeiten zum gemeinsamen CH_4-Forschungsvorhaben lassen die Verbindung zwischen Gebirgsmechanik und Freiwerden bzw. Abströmen des Gases zum Forschungsschwerpunkt werden.

Wir hoffen, dass uns diese Ergebnisse der zukünftigen Forschungsarbeiten — soweit sie sich auf die Entstehung und das Freiwerden des Grubengases beziehen — die Möglichkeit zu einer rechtzeitigen und genauen CH_4-Vorausberechnung und damit zu einer im Interesse der Grubensicherheit liegenden zutreffenden Beurteilung der Ausgasungsverhältnisse in den Abbaubetrieben geben.

been found for dealing with the emission of basic gas.

Preparatory work at regional level on joint methane research projects suggests research should be focused on the interrelation between rock movements and gas emission and migration.

It is hoped that the results of future researches on the origins and emission of methane will provide the basis for devising a method of calculating the methane content accurately in advance and of assessing the gas-emission conditions in the workings for the purpose of ensuring greater safety in the mines.

1. INTRODUCTION (STATISTIQUES DES EXPLOSIONS)

Dans le bassin de la Ruhr, le nombre de coups de grisou est tombé de 100 à 5 pendant la période de 1881/85 (installation de la commission prussienne du grisou) à 1960, tandis que l'extraction annuelle passait de 30 à 100 millions de tonnes (fig. 1).

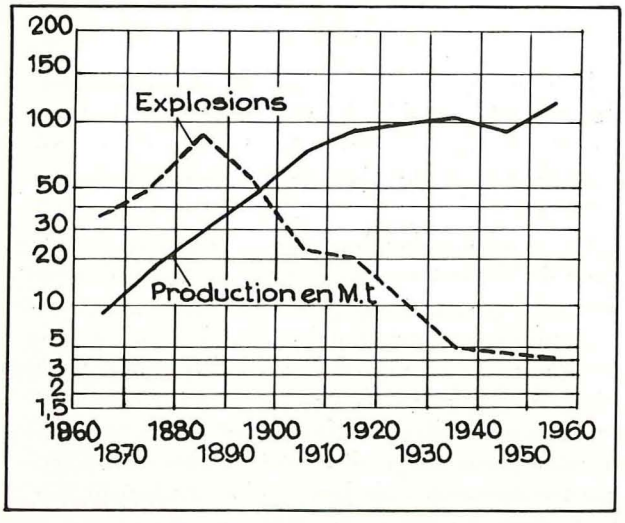


Fig. 1. — Moyennes décennales du nombre d'explosions de méthane et de poussières de charbon dans les mines de la Ruhr (1861-1960).

Si l'on considère l'évolution, en fonction de l'extraction du nombre des coups de grisou et du nombre des accidents mortels qu'ils ont entraînés, il apparaît qu'en un siècle le nombre des explosions est tombé de 4 à 0,04 par million de tonnes de charbon, mais que le nombre des accidents mortels n'accuse qu'une diminution de 3 à 0,085 par million de tonnes de charbon. Le nombre des accidents mortels par explosion n'est donc pas en diminution mais est passé au contraire d'une moyenne de 0,6 à 5 décès par explosion, soit environ 10 fois plus. Au cours des années 1940/50, ce chiffre est même passé à 15 décès par explosion par suite des 408 victimes de la mine Grimberg 3/4 (fig. 2).

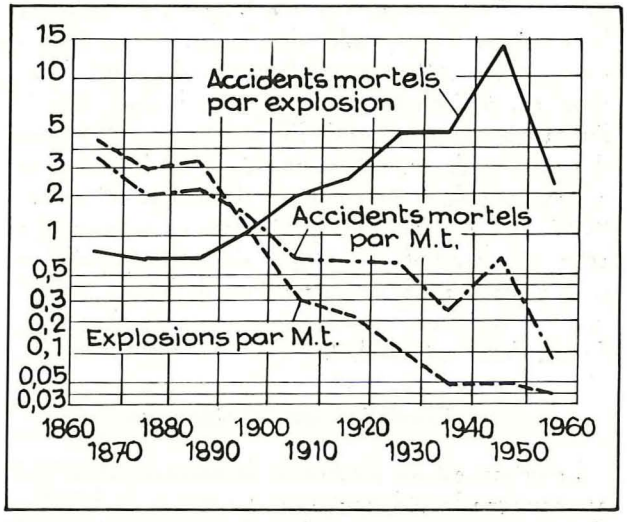


Fig. 2. — Moyennes décennales du nombre d'accidents mortels causés par des explosions de méthane et de poussières de charbon dans les mines de la Ruhr (1861-1960).

Au cours des 10 années 1950/60, on était en droit d'espérer qu'à la longue le nombre des accidents mortels par explosion pourrait également être abaissé. Le bureau divisionnaire des mines de Dortmund a pu enregistrer pour la première fois des explosions de méthane n'entraînant pas de décès au cours des années 1956, 1957 et 1960.

De 1959 à 1961, quatre pays de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier se sont attaqués, pleins d'espoir, à des travaux communs de recherche en matière de dégazage, tâche dont la charge financière est portée essentiellement par la Haute Autorité.

Malheureusement, l'année 1962 fut marquée par des catastrophes imprévues et graves, dues à des explosions, qui depuis lors jettent une ombre sur nos

travaux. Si l'étendue de telles explosions est essentiellement déterminée par les coups de poussière et leurs séquelles, il est néanmoins vrai que le coup de poussière est presque exclusivement provoqué par un coup de grisou qui le précède. Sans préjudice des mesures directes qui seront prises dans l'avenir contre la poussière de charbon, la réduction du danger du grisou, que l'on compte obtenir par les travaux de recherches sur le dégagement de ce gaz, pourrait aussi avoir un résultat heureux sous un double aspect.

2. ORIGINE ET APPARITION DU GRISOU

Je voudrais maintenant évoquer brièvement la formation et le dégagement du grisou, ainsi que les travaux en cours ou prévus du projet de recherche. Etant donné que la République fédérale d'Allemagne ne contribue à ces travaux que depuis peu de temps, les travaux entrepris chez nous avec l'aide de la Haute Autorité n'ont pas encore donné de résultats. C'est pourquoi je me bornerai à souligner les résultats remarquables des recherches sur le grisou qui ont été ou sont effectuées dans les Etats membres, à l'échelon régional, avec l'appui soit de l'industrie minière, soit de l'Etat. Du côté allemand, il convient de citer notamment les travaux de la commission de travail pour le dégazage, dont l'activité qui s'est étendue sur 6 années s'achèvera en 1963. Les résultats des études de cette commission nous permettent de démarrer dans de bonnes conditions la recherche supranationale sur le dégazage, dont il s'agit aujourd'hui.

21. Houillification biochimique.

Le grisou est un produit de la décomposition qui accompagne la sédimentation des veines de houille. Tant que ce processus se déroule à une température normale, sous une pression normale et le plus souvent à l'abri de l'air, dans la phase biochimique tout au moins, le méthane peut s'échapper vers la surface, cependant que le gaz carbonique formé simultanément peut s'échapper en raison de sa solubilité dans l'eau. Ainsi de très grandes quantités de méthane et de gaz carbonique — jusqu'à 350 m^3 CH_4/t et 200 m^3 CO_2/t — peuvent avoir disparu.

22. Houillification géochimique.

Dans une seconde phase de ce processus que nous appelons globalement la « houillification », les résidus de la première phase fournissent les matériaux de base pour la houillification géochimique à des températures plus élevées. Les détails de ces réactions et leur échelonnement dans le temps ne sont pas encore exactement connus. Selon l'ampleur et la durée de l'effet thermique, la houillification du charbon se poursuit avec formation de méthane, ce qui signifie que les matières volatiles (qui n'ont aucun rapport direct avec le dégagement de grisou) sont de plus en plus transformées en carbone. Les macéraux de la houille réagissent différemment au cours de ce processus. La vitrinite étant le macéral que l'on rencontre le plus fréquemment, il est probable que le grisou provient pour la plus grande part de cette substance.

Au cours de cette seconde phase de houillification, les gisements houillers se modifient par suite de processus tectoniques : des plissements et des failles dérangent la stratification initialement régulière de la houille, de sorte que celle-ci se retrouve à des profondeurs différentes et que des parties de la même couche se trouvent exposées à des températures très différentes et atteignent ainsi des degrés de houillification très variés. En outre, un accroissement de la pression ralentit généralement le processus de houillification. Seules les différences de contrainte tectonique — la pression « dynamique » a ici un effet stimulant — conduisent à un clivage des terrains encaissants et de la houille, dont l'étendue dépend des différences pétrographiques et, partant, du degré de houillification atteint.

23. Détermination du degré de houillification.

Pour les recherches sur le méthane, il est donc devenu indispensable de déterminer à de brefs intervalles le degré de houillification des veines examinées puisque le classement stratigraphique ne suffit plus.

Le Steinkohlenbergbauverein, s'inspirant des travaux de McCartney (26*), a mis au point au cours des années 1950/61 (47, 48, 102, 132, 85, 92) une méthode de détermination du degré de houillification fondée sur la mesure du pouvoir de réflexion du constituant principal de nos veines, à savoir la vitrinite. La méthode est suffisamment précise pour les travaux pratiques et elle a été adoptée entretemps par les autres pays de la C.E.C.A. également, surtout parce qu'elle ne réclame pas beaucoup de temps.

Ainsi qu'il ressort de la figure 3, les indices du « degré de houillification », c'est-à-dire la teneur en carbone d'environ 75 à 100 % ou en « matières volatiles » (0 à 45 %) présentent une certaine correspondance avec le pouvoir de réflexion de la vitrinite. Ils nous fournissent certains renseignements sur le résidu du processus global de houillification, mais n'apportent aucune donnée sur la quantité de méthane présente dans la veine.

(*) Les chiffres entre parenthèses se rapportent à la bibliographie d'ensemble qui est imprimée à la suite des rapports.

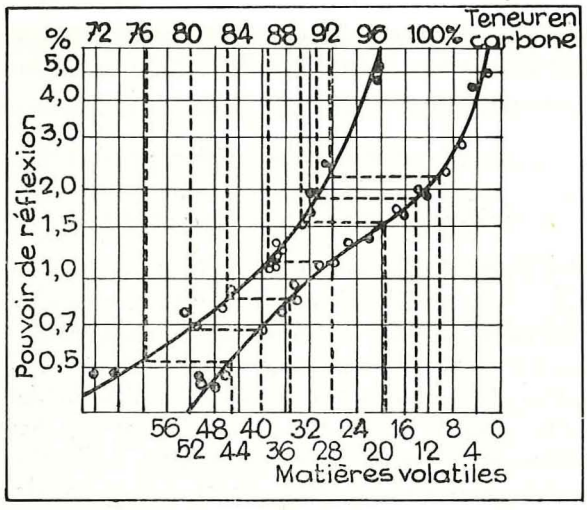


Fig. 3. — Degré de houillification (anthracite-lignite). Teneur en carbone, matières volatiles et pouvoir réflecteur de la vitrinite.

3. NATURE DE LA LIAISON ET DU GISEMENT DU METHANE DANS LE CHARBON EN PLACE

31. Liaison physique du grisou dans la houille.

Le grisou présent dans la couche en place constitue un gisement de méthane d'une nature particulière. Alors que les gisements de gaz naturel consistent principalement en méthane sous pression remplissant les pores des roches, le gaz de la veine ne se trouve que pour une faible partie dans les pores de la houille tant que le massif n'a pas été influencé par l'abattage ou, dans certains cas, par des incidents tectoniques particuliers. La plus grande partie du gaz est physiquement liée à la houille. Nous devons cette connaissance aux travaux de Coppens (39, 40, 41, 42, 43, 44). Beckmann (8) et Itz et Maas (86).

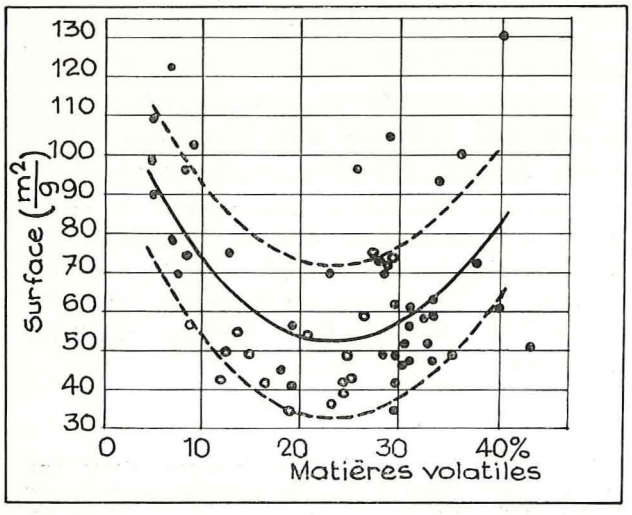


Fig. 4. — Surface interne et degré de houillification (matières volatiles).

La liaison est une sorption superficielle. La capacité d'adsorber de grandes quantités de méthane de la houille est due à son énorme surface interne.

La surface interne du charbon qui dépend de son degré de houillification se situe entre 30 et 120 m^2/g (fig. 4). Les molécules de méthane ont une tendance à adhérer à cette surface. Ainsi s'explique que chaque tonne de charbon en place peut contenir jusqu'à 30 m^3 de méthane. Lorsque la pression du gaz se trouvant dans le charbon est à son niveau habituel (< 50 atm), la proportion du méthane remplissant les pores du charbon est insignifiante, 3 à 5 % du volume total. Un exemple typique, quoi qu'il ne soit pas d'application générale, permettra d'éclaircir cette question (fig. 5) :

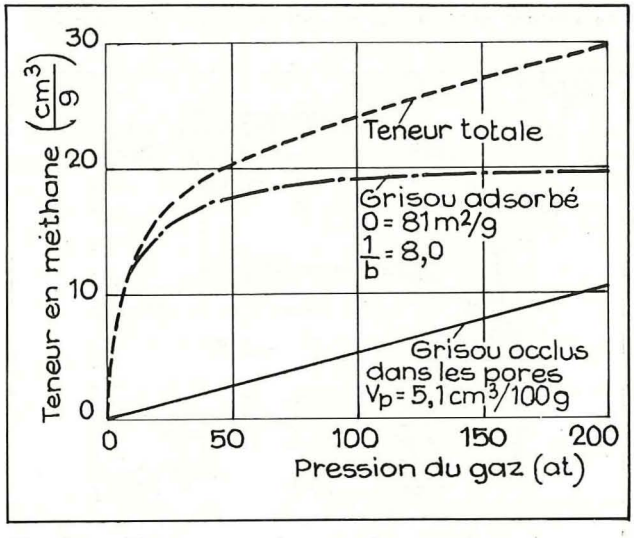


Fig. 5. — Teneur en méthane en fonction de la pression de gaz dans un charbon à 30 % de matières volatiles.

Sur une quantité totale de 20 cm^3 de méthane/g d'un charbon, 17 étaient adsorbés et 3 seulement contenus dans les pores. La surface intérieure mesurée était 81 m^2/g.

La quantité de gaz libérée ultérieurement lors du dégagement par tonne de charbon, dépend de la capacité de sorption de la zone de terrains capables de libérer du gaz et des différentes capacités de sorption des veines intéressées ainsi que de la pression du méthane dans la houille. Il n'existe pas encore de constatations sûres au sujet d'une influence éventuelle des pressions de terrain ou de la teneur en eau de la houille sur la capacité de liaison du gaz.

Le Steinkohlenbergbauverein dispose depuis peu d'une balance de sorption sous vide, extrêmement sensible, pour déterminer avec la plus grande précision la surface interne du charbon. Elle permet de vérifier et de poursuivre les travaux fondamentaux d'Audibert (4, 5), de van Krevelen (211) et de leurs collaborateurs (230, 95, 185, 158, 91, 159, 93, 94) qui ont donné une orientation définitive à cette question.

Jusqu'à présent il s'est avéré que l'équilibre de sorption s'établit beaucoup plus lentement que les Néerlandais ne l'avaient calculé. Il est encore trop tôt pour faire rapport sur une phase ultérieure présumée de sorption plus lente, mais durant laquelle le méthane pénètre manifestement dans la masse du charbon.

32. Détermination de la capacité d'adsorption de gaz de la houille.

Au cours des dernières années il est déjà devenu courant, dans les pays de la Communauté, de déterminer au laboratoire, sous des conditions naturelles, le volume des pores et les isothermes d'adsorption de la houille (fig. 6). Il ressort de notre exemple que

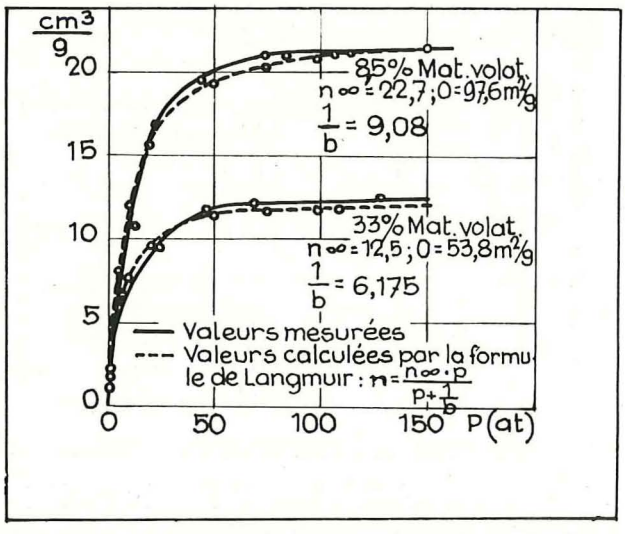


Fig. 6. — Isothermes d'adsorption du méthane de deux charbons.

l'anthracite hautement houillifié (courbe supérieure) peut fixer beaucoup plus de méthane qu'un flambant faiblement carbonisé (courbe inférieure). A côté de ce procédé complexe, nous essayons maintenant de nous tirer d'affaire en établissant d'abord une courbe de désorption. A cette fin, on mesure la quantité de gaz libérée par le charbon sous différentes pressions et à une température constante. A l'aide de l'équation de Langmuir (106), déjà connue depuis longtemps (dans laquelle la surface interne du charbon est un des facteurs), on établit par extrapolation une courbe d'adsorption applicable au charbon examiné, qui indique la quantité maximale de gaz que le charbon peut fixer par adsorption. Ceci postule que l'adsorption et la désorption constituent les deux phases d'un phénomène reversible.

Dès que les difficultés actuelles dans le prélèvement d'échantillons seront surmontées, nous pourrons déterminer pour chaque veine sur laquelle on peut prélever un échantillon la quantité maximale de méthane qu'elle peut adsorber.

Le centre de Verneuil dispose d'installations analogues. Il se peut que le carottier étanche, à la mise au point duquel ce centre participe et qui sera bientôt mis à l'essai, soit supérieur au nôtre.

33. Quantité de méthane demeurée dans la veine et détermination de cette quantité.

Du point de vue scientifique, il est sans aucun doute intéressant de connaître la quantité maximale de méthane pouvant se trouver dans chaque veine, mais il nous importe davantage de connaître le pourcentage de cette quantité maximale réellement demeurée dans le charbon à abattre et pouvant par conséquent se libérer durant l'abattage (1). C'est ce que nous appelons la « teneur en gaz » de la houille.

Afin de pouvoir la déterminer à partir des isothermes d'adsorption du méthane, nous devons mesurer la pression du gaz dans la houille (qui peut atteindre 80 atmosphères). Cela pose un nouveau problème que nous espérons résoudre dans le cadre de notre programme commun de recherche.

Sous la forme décrite ci-dessus, le grisou peut se former et s'accumuler partout où se trouve un dépôt de matières organiques. Etant donné que cela peut se produire dans presque toutes les roches sédimentaires, on n'est à l'abri de surprises ni dans les mines de sel (accident survenu en Alsace en 1962) ni dans les mines métalliques (coups de grisou en Afrique du sud).

Néanmoins, la houille du carbonifère est de loin la roche la plus riche en méthane. Les terrains encaissants n'ont pas la capacité de sorption de la surface interne de la houille, ainsi que Coppens a été le premier à constater, de sorte que dans le massif vierge la proportion du méthane provenant des roches encaissantes est limitée au gaz accumulé dans les vides des pores (c'est-à-dire à des gisements secondaires).

Avant de passer à la deuxième partie de mon exposé, je tiens à faire une brève récapitulation dans l'ordre inverse de celui de la première partie.

Nous nous efforçons de déterminer la teneur en gaz de la veine. Il s'agit en fait d'un résidu de méthane qui s'est dissocié durant le processus de houillification, qui est un processus chimique, et qui a été fixé par le charbon sous l'effet des forces physiques de sorption.

---

(1) Le point de savoir d'où vient le grisou présent dans la veine, qu'il vienne de la veine exploitée elle-même ou d'autres horizons d'où il se serait infiltré et aurait été adsorbé sur le charbon de la veine en exploitation, ne nous intéressera qu'à un stade ultérieur.

Pour déterminer le gaz restant, nous devons connaître (mesure difficile) la pression du gaz dans la houille et disposer d'une isotherme d'adsorption pour la veine intéressée (dont la détermination est également complexe). En outre, si nous voulons en même temps déterminer théoriquement l'allure de l'isotherme d'adsorption, il faut connaître la surface interne de la houille, qui est un des facteurs du calcul. Cette surface dépend à son tour du degré de houillification que nous pouvons déterminer à l'aide du pouvoir de réflexion de la vitrinite.

4. DEGAGEMENT ET ECOULEMENT DU GRISOU CONTENU DANS LE CHARBON

41. Mouvements de terrains, causes du changement de texture de la houille.

Les travaux miniers dérangent l'équilibre du massif suivant leur nature, leur étendue et leur vitesse d'avancement dans une mesure qui varie dans l'espace et dans le temps. En certains endroits, il en résulte une décharge des couches et en d'autres une surcharge. On observe un abaissement du toit et un gonflement du mur. Ces deux phénomènes vont de pair avec un décollement et un rapprochement des bancs de roche.

Dans le temps, ce processus s'accomplit en plusieurs phases de mouvement qui, selon les conditions variables de résistance du massif, la situation des fronts d'abattage et des galeries, varient d'un endroit à l'autre. On assiste en même temps à des efforts de broyage et de cisaillement qui modifient manifestement la microstructure de la houille et libèrent d'abord la faible proportion de gaz contenue dans les pores, puis la part plus importante de grisou adsorbé (33).

Alors que dans l'exposé ci-dessus, sur la quantité de méthane contenue par tonne de charbon de la veine, nous étions partis du principe qu'il s'agissait d'un faisceau de couches non influencées par l'abattage, nous devons traiter la question du dégagement et de l'écoulement du grisou sur l'ensemble du massif dans lequel a lieu l'abattage. Outre le toit et le mur directs de la veine exploitée, ce massif comprend un grand nombre d'autres couches au toit et au mur ; en outre, il comprend, en direction, les espaces situés en avant et en arrière du chantier d'abattage dans les parties encore vierges de la veine, y compris leurs couches au toit et au mur dans cette zone qui, le cas échéant, ne sont affectés qu'à un stade ultérieur.

Alors qu'au début des années 30, seule la veine exploitée avec les bancs du toit et du mur immédiats était considérée comme source de dégagement dans la zone exploitée, on a supposé par la suite que l'abattage influe également sur des veines au toit et au mur plus éloignées et que le grisou peut se dégager de ces zones et s'infiltrer dans la zone d'abattage. Forstmann (66) a été le premier à présenter cette hypothèse en 1940. Des observations accidentelles faites dans un sondage de la mine Mansfeld (20) ont confirmé en 1943 l'influence présumée de l'abattage sur le dégagement de gaz dans une zone beaucoup plus étendue. A l'heure actuelle, l'étendue exacte de la zone des dégagements n'est toujours pas fixée.

Nous sommes certains qu'elle se situe à l'intérieur de la « zone d'influence de mouvements possibles du terrain » mais qu'elle est probablement moins étendue que celle-ci.

La photographie d'un essai sur modèle réduit (fig. 7) montre les mouvements de terrains immé-

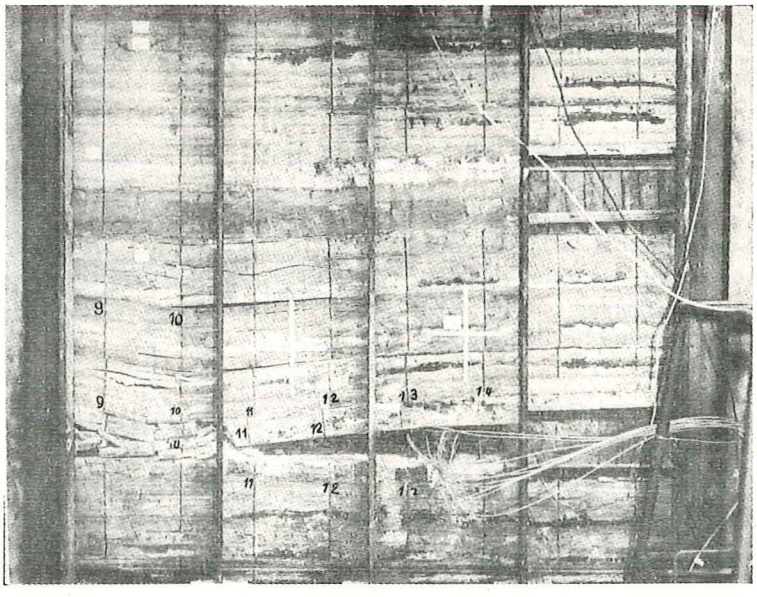


Fig. 7. — Mouvements des terrains autour d'une taille (recherche sur modèle de la station d'étude des soutènements et de la mécanique des roches).

diatement au-dessus et au-dessous d'une taille et ne reproduit donc qu'une tranche de la zone de dégagement.

Suivant l'origine du grisou dégagé, nous désignons le méthane venant de la veine d'abattage elle-même par « dégagement de base » et celui provenant des veines voisines par « dégagement complémentaire » que nous subdivisons autant que possible en grisou complémentaire provenant du toit ou du mur (223, 224).

Il y a lieu d'admettre que les phénomènes de mécanique des terrains provoquant le dégagement de grisou sont les mêmes pour le dégagement de base que pour le dégagement complémentaire. Toutefois, les opinions divergent encore sur ce point. D'aucuns estiment que l'onde de charge qui précède l'abattage, provoquant la fragmentation de la houille, est à l'origine du dégagement dans la veine exploitée ; en revanche, d'après des théories plus récentes, le dégagement complémentaire est considéré plutôt comme le résultat des efforts de cisaillement provoqués par les affaissements plus ou moins prononcés en tel ou tel point. La modification qui en résulte dans la microstructure (2) de la houille est provisoirement désignée par le terme « ouverture de la houille ».

42. Ecoulement du grisou dans les ouvrages miniers.

Alors que dans une veine qui n'a pas encore été influencée, la teneur en gaz par tonne de charbon demeure dans des limites relativement étroites (0 à environ 35 m³ CH_4/t) dans nos régions minières, la quantité totale de méthane dégagée dans un chantier d'abattage s'étend sur une gamme bien plus large (0 à environ 100 m³ CH_4/t nette).

L'écoulement du grisou dans les ouvrages miniers dépend de deux conditions :

1) il faut qu'il y ait entre la houille et l'air de la mine un gradient de pression du gaz et
2) il faut qu'il y ait une voie d'écoulement sur laquelle le gradient de pression puisse agir.

Les mouvements de terrain exercent une influence tant sur le dégagement du grisou de la houille que sur la résistance à l'écoulement des voies du gaz. Etant donné que le grisou se dégage parfois dans beaucoup de veines à la fois et que les nombreuses voies de migration ont des résistances à l'écoulement différentes et pas toujours prévisibles, il est difficile de prévoir le dégagement de grisou, c'est-à-dire de calculer à l'avance la quantité totale de grisou qui se dégagera à la suite d'une exploitation.

Actuellement, nous disposons de deux méthodes de calcul prévisionnel qui nous ont déjà beaucoup servi. Il s'agit de la méthode de Schulz et de celle de Winter qui est voisine de la méthode de Stuffken (Pays-Bas).

Ces méthodes de calcul prévisionnel mettent très clairement en évidence les questions qui nous intéressent dans cette recherche sur le grisou. C'est pourquoi je souhaite vous donner une idée d'un calcul prévisionnel du dégagement, bien que les éléments aient été sensiblement simplifiés par souci de concision et de clarté.

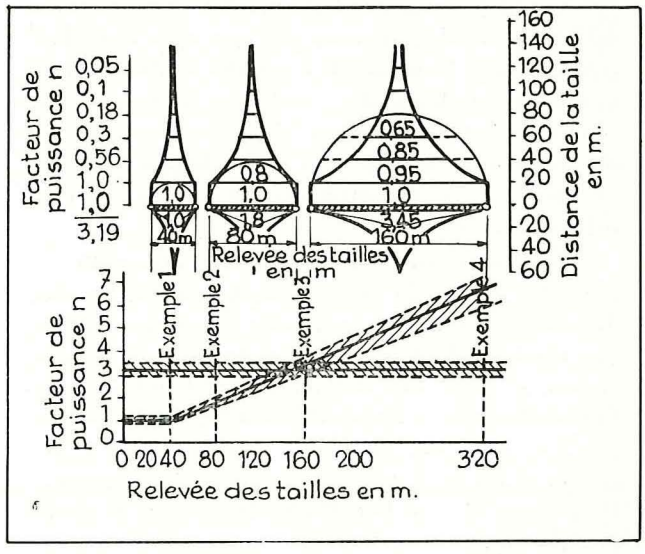


Fig. 8a. — Prévisions du dégagement de CH_4 (Schulz, Winter et Stuffken).

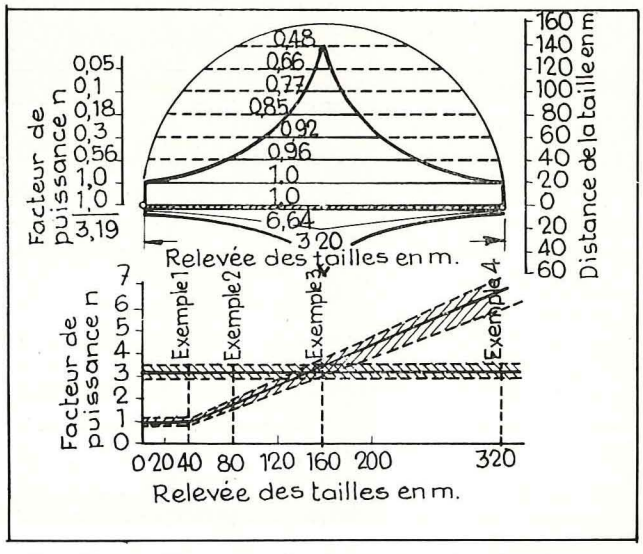


Fig. 8b. — Prévisions du dégagement de CH_4 (Schulz, Winter et Stuffken).

(2) Le rayon des pores de la houille en place atteint au maximum 200 Å, soit 200 fois le diamètre d'une molécule de méthane ($= 8 \times 10^{-5}$ mm) mais dans le charbon abattu ce rayon peut atteindre 5.000 Å ($= 5 \times 10^{-4}$ mm). Il se peut que le déséquilibre entre les quantités de méthane libres et liées provoque l'écoulement du gaz contenu dans les pores qui fraie ainsi la voie dans la microstructure pour le dégagement du gaz fixé. Cette microstructure joue également un rôle tout particulier dans les dégagements instantanés de grisou. M. Stassen approfondira cette question.

Dans un terrain houiller se trouvent à intervalles réguliers de 20 m des veines de puissance uniforme de 1 m. Les figures 8a et 8b représentent quatre tailles de relevée différente (longueur des tailles : 40 m, 80 m, 160 m et 320 m).

Sur la base d'un grand nombre de mesures, Schulz (174, 175) a trouvé empiriquement qu'il obtient la meilleure concordance avec la réalité lorsqu'il trace au-dessus de la taille un demi-cercle de rayon égal à la moitié de la relevée et qu'il admet pour les parties de veines situées dans cet hémisphère un dégazage complet (1,0) sur la longueur de toit considérée. Pour le mur, il prévoit un segment sphérique qui, au milieu de la taille, pénètre de 20 m dans le mur. Ce n'est que pour faciliter le dessin que le segment sphérique est remplacé par un triangle à peu près correspondant en projection.

Winter (227) considère dans tous les cas 120 à 140 m au toit et 60 m au mur. Il prend toujours la surface complète de la veine mais adopte des coefficients de dégagement différents selon la distance à la veine exploitée.

Si l'on incorpore dans les deux méthodes de calcul les mêmes teneurs en gaz pour chacune des veines, le résultat du calcul prévisionnel est à peu près le même avec les deux méthodes pour des relevées variant entre 140 et 180 m.

Pour des relevées de moins de 100 m, les quantités de méthane, déterminées selon le calcul prévisionnel de Schulz, sont inférieures à celles obtenues par Winter/Stuffken et, pour des longueurs de taille de plus de 200 m, les valeurs de Schulz sont supérieures à celles de Winter/Stuffken.

Les deux méthodes ont leurs avantages et leurs inconvénients. Le demi-cercle de Schulz est un moyen auxiliaire sans doute digne de foi, mais jusqu'à présent on n'a pas encore pu le rattacher aux lois de la mécanique des terrains. Selon Winter, l'étendue de la zone d'influence est indépendante de la relevée, de sorte que, à la différence du procédé de Schulz, le débit de méthane par tonne nette ne dépend pas de cette relevée (fig. 8b en bas). Cette hypothèse non plus n'est pas conforme aux conceptions déduites des études effectuées jusqu'à présent dans la mécanique des terrains (111).

Le Pr. Maas exposera de façon plus approfondie les relations entre le dégagement de gaz et l'abattage.

43. Résultats provisoires des travaux effectués jusqu'à présent à l'échelon régional dans les quatre pays.

En *Allemagne*, la « commission de travail sur le dégagement de grisou », à laquelle participent l'administration des mines, le Steinkohlenbergbauverein et la Westfälische Berggewerkschaftskasse, fondée en 1958 sur l'initiative du ministère de l'économie, des classes moyennes et des transports, avait entre autres pour objet de contribuer à élucider la relation manifestement étroite existant entre les dégagements et les mouvements de terrains.

Je tiens à signaler brièvement quelques résultats provisoires intéressants de ces travaux sur « le dégagement de grisou et les mouvements de terrains », notamment ceux traitant de l'écoulement de gaz en dehors des voies normales d'aérage.

Spickernagel (189) a apporté du point de vue du géomètre une contribution à l'étude des mouvements de terrains au toit, provoqués par un chantier d'abattage penté à 30°. Les observations étaient effectuées depuis une voie en direction sous laquelle la taille était passée en chassant, de sorte que le plan d'observation était parallèle à la direction de l'abattage.

Winter (229) a étudié le dégazage complémentaire en relation avec les mouvements de terrains en dehors du voisinage immédiat de la galerie d'observation. Il ne commença qu'après le passage de l'abattage au-dessous de la veine et s'accrut suivant une fonction exponentielle. La différence des vitesses d'affaissement de points voisins ouvre dans le charbon des voies de dégagement au grisou. Néanmoins, il n'a pas encore été confirmé que la vitesse maximale d'affaissement et, partant, le taux de desserrement le plus favorable coïncident toujours avec le dégazage maximal, comme cela a lieu dans le cas examiné.

Wagener (219) a observé le mouvement du terrain au toit et au mur d'une veine à partir de deux travers-bancs d'où des sondages avaient été effectués dans le toit et dans le mur. Cet exemple a montré l'influence d'une taille chassant sous un travers-bancs, de sorte que le plan d'observation se trouvait perpendiculairement à la direction de l'abattage.

Otto (150), effectuant les mesures de méthane au cours des essais précités, a utilisé pour la première fois une sonde de télévision 42, nouvellement mise au point pour des sondages de faible diamètre et de sécurité vis-à-vis du grisou, destinée notamment à repérer les fissures, les fentes et autres modifications intervenues dans la paroi du sondage sous l'influence de l'abattage. Il n'a pas trouvé de vides de Weber pouvant être considérés comme espaces d'accumulation, mais bien des fissures et des crevasses pouvant servir de voie d'écoulement au grisou de la veine sous-cavée ou sus-cavée, vers la taille ou l'arrière-taille. Il a été intéressant de constater que des crevasses de 0,1 mm de largeur constituaient déjà de bonnes voies d'écoulement pour le gaz, alors que le charbon lui-même, qui se distingue très facilement malgré le peu de contraste dans le massif houiller, n'accusait encore aucune fissure. Le débit maximum de gaz était déjà dépassé longtemps avant

que le décollement des bancs ait atteint son point culminant.

Il convient de mentionner également des essais de plusieurs centres tendant à mesurer, à l'aide de sondes spéciales, les quantités de grisou dégagées en divers horizons des sondages d'observation.

Dans un autre rapport, Otto (151) signale que le débit maximal de grisou et la vitesse maximale d'affaissement n'évoluent pas toujours parallèlement et que l'écoulement de grisou est déterminé non seulement par la pression du gaz, essentiellement nécessaire à l'intérieur de la veine, mais encore par la perméabilité des terrains encaissants. Les observations faites sur ces sondages montrent que les excavations minières parallèles au front d'abattage sont manifestement exposées à des dangers supplémentaires particuliers de dégagement de grisou.

L'expérience acquise dans les Mines d'Etat *(Pays-Bas)* en matière de grisou a été exposée dans des mémoires présentés à l'occasion de la conférence sur le grisou à Hoensbroek en 1961. Ces travaux d'Arets, Maas, Muyskens, Stuffken et Wijffels (3) ont apporté des contributions précieuses pour la détermination des courbes d'adsorption, la mesure de la pression du gaz et la grisoumétrie dans le charbon.

Les travaux *belges* se rapportent surtout au domaine des dégagements instantanés de grisou (197).

Les travaux effectués en *France* accusent à plusieurs égards un certain parallélisme avec les recherches allemandes que l'on vient d'évoquer un peu plus en détail. Les essais sur l'extraction de carottes inaltérées pour mesurer l'adsorption de méthane et pour mesurer la vitesse de dégagement méritent particulièrement de retenir l'attention. La mise au point d'une sonde à rayons gamma pour le repérage des veines dans les sondages nous semble également importante.

Dans cet ordre d'idées, je me permets d'attirer tout particulièrement l'attention sur les études effectuées au *Royaume-Uni* dans le domaine du dégagement bien qu'il me soit impossible, faute de temps, d'examiner en détail les nombreux résultats intéressants obtenus par ces recherches (22).

5. MOYENS DE COMBATTRE LE GRISOU AUTRES QUE L'AERAGE

51. Elimination de la majeure partie du dégagement complémentaire par captage méthodique du méthane au moyen de sondages et de galeries de captage.

Les travaux de l'ancienne commission de travail pour le méthane de l'association des intérêts miniers (1938-1945), dont Forstmann a fait un compte rendu, ont conduit, suivant l'exemple de la mine Mansfeld, à la réalisation, à partir de 1943, d'un captage méthodique du grisou pour décharger le réseau d'aérage des ouvrages miniers. Il s'agissait en tout premier lieu d'un problème de technique de sondage, qui à l'époque fut étudié et rendu applicable à l'exploitation par le centre de recherches sur le méthane de l'association précitée (67, 68, 99, 217, 213, 21, 49, 223, 199).

Le procédé qui consiste à se servir de galeries au lieu de trous de sonde résulte également d'une initiative des charbonnages de la Ruhr. Il fut appliqué pour la première fois en 1947 dans la mine Emscher-Lippe. Ce procédé ayant été appliqué sur une échelle plus large dans un charbonnage de la Sarre est de ce fait souvent désigné aussi par procédé « Hirschbach » (217).

Il n'est plus nécessaire de s'attarder encore à l'extension du captage du grisou à la quasi-totalité des bassins houillers du monde (173). Il se peut que nous n'ayons pas encore atteint dans nos charbonnages l'extension maximale du captage de grisou. Dans l'avenir immédiat, l'accentuation de la concentration des exploitations nécessitera un captage méthodique du grisou dans les veines au toit et au mur dans une proportion beaucoup plus grande des chantiers qu'actuellement.

Afin de se mettre à l'abri de surprises par suite de prévisions erronées, il est nécessaire d'améliorer et de perfectionner les méthodes de calcul prévisionnel, en tenant compte de l'influence du déroulement de l'exploitation, qui est examinée par le Pr. Maas.

Espérons que les moyens fournis par la Haute Autorité permettront d'aboutir à une mise au point parfaite, sur le plan économique et de la sécurité, du captage méthodique du méthane, de façon que le gaz complémentaire et tout autre gaz provenant des zones perturbées soient éliminés du courant d'aérage. A l'heure actuelle déjà, on parvient souvent à évacuer séparément quelque 40 à 60 % de la totalité du grisou dégagé dans les chantiers, par des conduites de captage, isolées du courant d'aérage.

52. Elimination d'une partie du dégagement de base par captage du méthane.

Dans certains cas, on est même parvenu récemment à capter directement une partie du dégagement de base par des sondages horizontaux immédiatement au-dessus de la taille. La mine de charbon bitumineux de Fohnsdorf (Autriche), riche en méthane, est un exemple de ce procédé (64).

Dans un charbonnage américain en Virginie, on a réalisé un dégazage préalable par des sondages dans la veine elle-même (112). Les premières amorces de ce procédé sont signalées dans les charbonnages de la Ruhr également. Toutefois, l'efficacité et les possibilités d'application générale du procédé font encore l'objet de controverses.

53. Autres moyens d'influer sur le dégagement en dehors de l'aérage.

En dehors de l'aérage, il n'existe guère d'autres procédés pour combattre le dégagement de gaz.

Un de ceux-ci consiste à refouler le méthane hors du charbon par l'injection de liquides ou de gaz. La première méthode est fondée sur un phénomène secondaire que l'on peut observer lors de l'injection en veine. A ce sujet on ne dispose pas de données précises, pas plus que pour l'injection de gaz (U.R.S.S.).

Dans certaines conditions, on peut encore obtenir un captage efficace du grisou par une meilleure séparation du courant d'aérage et du massif, c'est-à-dire par l'étanchéification des couches du massif, devenues poreuses par suite de l'abattage. Un certain nombre de méthodes d'étanchéification ont été essayées dans le pays et à l'étranger, et il semble bien qu'elles constituent un perfectionnement précieux du procédé de captage du grisou.

L'influence que l'abattage exerce sur le massif nous donne une possibilité, inespérée il y a vingt ans, de détourner le gaz des veines voisines par des sondages, des galeries de captage et des conduites avec ou sans étanchéification supplémentaire de la roche, de façon qu'il ne s'infiltre pas dans le courant d'aérage du chantier d'abattage.

Ce captage méthodique du grisou postule un calcal prévisionnel sûr du grisou présent. Pour ce faire, il faut connaître exactement la teneur en gaz des veines intéressées ainsi que leur degré de dégazage, c'est-à-dire la proportion du grisou dégagé par rapport à la teneur en gaz.

Afin d'établir ce pourcentage, il faut se servir de sondes spéciales pour déterminer les débits de gaz et leur teneur en méthane et observer le comportement des couches voisines de la veine à l'intérieur des sondages de dégazage.

Les essais corroborent l'hypothèse selon laquelle le dégagement et l'écoulement du grisou hors de la houille, sont imputables à une modification de la texture de celle-ci, provoquée par des processus de mécanique des terrains. Si nous disposons déjà d'un grand nombre de données d'observation, nous ne sommes néanmoins pas encore en mesure de définir des correspondances régies par des lois précises.

6. CONCLUSION

Nous avons ainsi circonscrit les problèmes sur lesquels porteront essentiellement les recherches futures en matière de grisou. Pour l'avenir immédiat, il faudra accomplir les tâches suivantes :

1°) détermination
- de la teneur en gaz des veines,
- du degré de dégazage des veines,
- de la zone de dégagement autour des chantiers ;

2°) élucidation
- des processus de houillification,
- des processus de sorption,
- du processus d'ouverture et du dégagement du gaz de la houille en relation avec les lois de la mécanique des terrains.

Nous espérons que, grâce à des méthodes perfectionnées pour le calcul prévisionnel du grisou et l'exploitation des résultats de recherches dans le domaine de la mécanique des terrains (80, 87, 190), le projet commun de recherche jouissant de l'appui particulier de la Haute Autorité nous offrira dans le domaine particulier de « la formation et le dégagement du grisou » la possibilité, dans l'intérêt de la sécurité, d'apprécier à temps et à leur juste valeur les conditions auxquelles il faut s'attendre dans le dégagement.

En outre, nous comptons obtenir des indications nous permettant de réaliser peut-être dans un avenir pas trop lointain un dégazage méthodique préalable de nos chantiers d'abattage de façon que les conditions d'aérage y soient moins contraignantes.

Diffusion du jet d'air au front du chantier en cas de ventilation secondaire soufflante

Dr.-Ing. K. RENNER,

Steinkohlenbergbauverein, Essen.

SAMENVATTING

De stroming aan het front welke een uit een luchtkoker komende straal in de mijngang produceert, wordt aan de hand van de wetten van de in een onbegrensde ruimte komende straal berekend.

De penetratie van de straal kan worden geschat wanneer het een coaxiale plaatsing van de luchtkoker in de mijngang betreft. Wordt de luchtkoker excentrisch in de gang geplaatst, dan wordt de penetratie van de straal groter dan bij coaxiale plaatsing. Zoals proeven op het ventilatiemodel en ondergronds hebben aangetoond, is de penetratie van de straal hoofdzakelijk afhankelijk van de aequivalente diameter D van de mijngang en het menggetal m (een maat voor de turbulentiegraad der uit de koker komende lucht). Bij de gebruikelijke afmetingen en plaatsing van een hulpventilatieinstallatie bedraagt de relatieve penetratie L/D 4 à 5.

Indien de afstand tussen de kokermond en het pijlerfront groter is, wordt tussen het keerpunt van de straal en het pijlerfront een kussen gevormd waarin verse lucht en schadelijke gassen eigenlijk alleen door spreiding worden gemengd. Wordt de kokermond dichter bij het pijlerfront geplaatst, dat overeenkomt met de penetratie van de uit de luchtkoker komende straal, dan ontstaan bij de kokermond grotere turbulentiegebieden. Al naar gelang de plaatsing van de kokermond in de mijngang produceren deze wervelingen terugstromingen (tegen de uitstroomrichting van de lucht in de mijngang), tegen de zijwanden, resp. in het dak.

Daarom moet worden aanbevolen :

1. *de kokermond op een afstand van het pijlerfront te plaatsen welke vrijwel overeenkomt met de penetratie van de straal en*
2. *deze tevens zo dicht mogelijk onder het dak te verplaatsen. Dan worden zeker wervelgebieden met terugstromingen bij het dak vermeden en worden de grote plaatselijke luchtsnelheden bij*

RESUME

Les conditions d'écoulement dans la galerie du jet d'air sortant d'un canar sont calculées selon le principe de l'écoulement d'un jet libre dans un espace illimité.

La profondeur de pénétration du jet peut être estimée lorsque le canar occupe une position axiale dans la galerie. Si le canar est disposé excentriquement, la profondeur de pénétration du jet est plus grande que lors de la disposition axiale. Comme des essais sur maquette avec de l'eau et des essais au fond l'ont montré, la profondeur de pénétration du jet dépend essentiellement du diamètre équivalent D de la galerie et de l'indice de mélange m (mesure du degré de turbulence de l'air sortant du canar). Dans le cas des dimensions et dispositions habituelles, l'aérage secondaire donne une profondeur de pénétration relative L/D voisine de 4 à 5.

Si la distance entre l'extrémité du canar et le front est plus grande, il se constitue entre le point de rebroussement du jet et le front un matelas dans lequel l'air frais et les gaz nocifs ne se mélangent essentiellement que par diffusion. Si l'extrémité du canar est rapprochée du front à une distance inférieure à la profondeur de pénétration du jet, des zones importantes de turbulence apparaissent autour de l'extrémité du canar. Suivant la position de la sortie du canar dans la section de la galerie, ces turbulences engendrent des contre-courants (contre la direction de sortie de l'air dans la galerie) aux parements où à la couronne.

Il y a donc lieu de recommander :

1. *de placer l'extrémité du canar à une distance du front à peu près égale à la profondeur de pénétration du jet, et*
2. *aussi près que possible de la couronne. On évitera ainsi à coup sûr les zones de turbulence à la couronne avec formation de contre-courants et on obtiendra les grandes vitesses d'air localement*

het dak verkregen welke voor het verdunnen van gaslagen wenselijk zijn.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Strömungsverhältnisse vor Ort, die ein aus einer Lutte austretender Strahl in der Strecke erzeugt, werden anhand der Gesetzmässigkeiten des in den unbegrenzten Raum austretenden Freistrahls abgeleitet.

Die Eindringtiefe des Strahles kann für eine koaxiale Anordnung der Lutte in der Strecke abgeschätzt werden. Wird die Lutte exzentrisch in der Strecke angeordnet, so wird die Eindringtiefe des Strahles grösser als bei koaxialer Anordnung. Wie Versuche am Wassermodell und untertage gezeigt haben, ist die Eindringtiefe des Strahles im wesentlichen vom gleichwertigen Streckendurchmesser D und der Mischzahl m (ein Mass für den Turbulenzgrad der aus der Lutte austretenden Wetter) abhängig. Bei den üblichen Abmessungen und Anordnung einer Sonderbewetterungsanlage beträgt die relative Eindringtiefe $L/D \approx 4$ bis 5.

Ist der Abstand zwischen Luttenende und Ortsbrust grösser, so bildet sich zwischen Umkehrstelle des Strahles und der Ortsbrust ein Polster, in dem sich Frischwetter und schädliche Gase im wesentlichen nur durch Diffusion mischen. Wird das Luttenende näher an die Ortsbrust herangeführt, als es der Eindringtiefe des austretenden Strahles entspricht, so entstehen im Bereich des Luttenendes grössere Wirbelgebiete. Je nach Anordnung des Luttenaustritts im Streckenquerschnitt erzeugen diese Wirbel Rückströmungen (entgegen der Ausziehrichtung der Wetter in der Strecke) an den Stössen bzw. in der Firste.

Es ist deshalb zu empfehlen :

1. *den Luttenaustritt etwa der Eindringtiefe des Strahles entsprechend von der Ortsbrust und*
2. *möglichst dicht unter der Firste zu verlegen. Dann werden mit Sicherheit an der Firste Wirbelgebiete mit Rückströmungen vermieden und die zur Auflösung von Gasschichten wünschenswert grossen örtlichen Wettergeschwindigkeiten in der Firste erreicht.*

SUMMARY

The air-flow conditions at the coal-face created by a jet ejected from an air-duct into the roadway are deduced from the natural behaviour of the free jet entering the open space.

The depth of penetration of the jet can be estimated where the air-duct is laid coaxially in the roadway ; it is greater where the air-duct is laid eccentrically. Experiments with a water computer and underground have shown that the rate of penetration of the jet depends largely on the constant roadway diameter D and on the mingling coefficient m (an indicator of the degree of turbulence of the air ejected from the duct). Given normal measurements and an auxiliary ventilation system, the depth of penetration varies from $L/D \approx 4$ to 5.

Where the distance between air-duct nozzle and face is considerable, a cushion will be formed between the point of return of the jet and the face, in which fresh air and noxious gases will as a rule mix only by diffusion. If the distance between the air-duct nozzle and the face is reduced to less than the depth of penetration of the jet, extensive zones of turbulence will form in the vicinity of the nozzle. According to the positioning of the nozzle in the roadway section, the turbulences will produce backflows (i.e. against the return-air current in the roadway) near the roof or along the walls.

It is therefore recommended that the air-duct nozzle be laid

1. *at a distance from the face approximately corresponding to the depth of penetration of the jet, and*
2. *as close to the roof as possible.*

This will definitely prevent the formation of zones of turbulence under the roof and will ensure that the air-velocity under the roof is high enough to disperse any layers of methane which may be present.

SOMMAIRE

1. Introduction :
   Quelques indications sur les lois régissant l'écoulement d'un jet libre circulaire dans un espace illimité.
2. Diffusion du jet dans une galerie.
   21. Profondeur de pénétration du jet lorsque le canar est disposé au milieu d'une galerie.
   22. Diffusion du jet lorsque le canar est suspendu contre le front ou à la couronne de la galerie.
3. Essais sur maquettes.
4. Etudes au fond.
   41. Profondeur de pénétration du jet.
   42. Observations sur les zones de turbulence.

1. INTRODUCTION

Les gaz nocifs présents au front des traçages doivent être dilués et évacués le plus rapidement possible. A ce sujet, Spence et Carver ont publié récemment quelques observations sur l'effet produit par le

jet d'air à front du traçage lorsque l'on a recours à une ventilation secondaire soufflante et au remblayage pneumatique. La présente étude portera sur le choix judicieux de la distance entre l'extrémité du canar et le front de la galerie et de la disposition du canar dans la galerie. Afin de clarifier les idées, nous donnerons d'abord quelques précisions sur les lois régissant l'écoulement d'un jet libre circulaire injecté dans un espace libre [voir par exemple : Prandtl (Précis d'écoulement des fluides), Tollmien, Ruden, Förthmann, Schlichting et Reichardt)].

Un jet d'air circulaire sort du canar (diamètre d) à une vitesse pratiquement constante w_o (fig. 1).

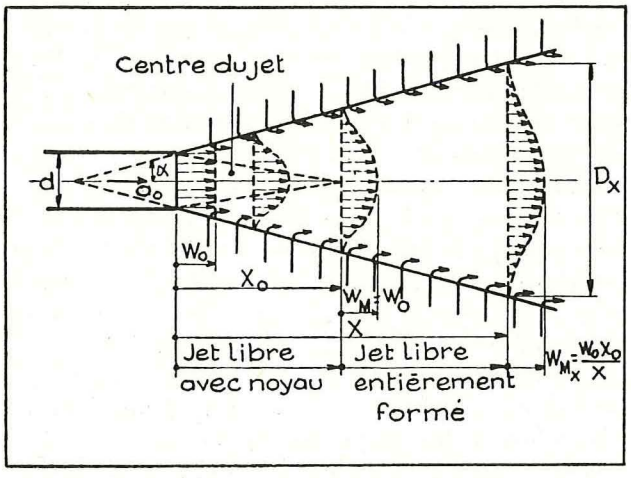


Fig. 1. — Jet circulaire libre (distribution des vitesses). Longueur du centre du jet : $X_0 = d/m$ (m = « indice de mélange »)

Diamètre du jet : $D_x = m \cdot n \sqrt{2 \ln 2} \cdot X$

Vitesse moyenne :
$W_M/W_o \mid X = X_o/X$ pour $X > X_o$
Distribution des vitesses :
$W_{(r)}/W_M \mid X = e^{(-2/m^2)} \cdot (r/X)^2$

} Dans le jet libre complètement formé

A la périphérie du jet, certaines particules de l'air ambiant sont entraînées, de sorte que la quantité d'air se déplaçant à l'intérieur du jet croît en aval. A partir de l'orifice de sortie du canar, la vitesse à proximité de l'axe du jet demeure d'abord constante (w_o) jusqu'au point terminal x_o de ce que l'on appelle le cœur du jet. Dans les zones marginales, le jet s'élargit par suite du mouvement turbulent d'échanges, en raison directe de la distance x à l'orifice de sortie ; corollairement, la vitesse axiale décroît du centre au bord du jet. La longueur du centre du jet x_o est directement proportionnelle au diamètre de sortie d et inversement proportionnelle à l'indice de mélange m (qui indique le degré de turbulence du jet sortant). Pour des degrés de turbulence moyens, le coefficient de mélange m varie de 0,12 à 0,16, c'est-à-dire que le cœur du jet atteint une longueur de 6 à 8 fois le diamètre du canar d.

A des distances supérieures de l'orifice de sortie ($x > x_o$), la distribution des vitesses à l'intérieur du jet comporte des profils similaires. A partir de l'extrémité du cœur du jet, la vitesse moyenne w_M décroît proportionnellement avec la distance de la sortie. Les profils de distribution des vitesses correspondent à une courbe en cloche.

Le diamètre du jet D_x est directement proportionnel au coefficient de mélange m et à la distance x de l'orifice de sortie. De même, le volume d'air Q_x qui se déplace à travers le jet en un point x croît proportionnellement au volume d'air Q_o sortant du canar. Dès lors, le jet sortant à l'air libre présente la propriété d'avoir une forme indépendante du diamètre du canar d pour un même volume d'air Q_o sortant du canar et pour un même coefficient de mélange m.

Le mécanisme de la diffusion du jet dans un espace libre peut être observé, par exemple les jours sans vent, en regardant les tours de réfrigération et les cheminées. Le cône du jet est linéaire, même si les lois qui commandent son évolution sont un peu différentes en raison des variations de température que présentent les gaz à l'intérieur du jet.

2. DIFFUSION DU JET DANS UNE GALERIE

21. Profondeur de pénétration du jet lorsque le canar est disposé au milieu d'une galerie.

A la sortie du canar au front d'un traçage, l'élargissement du jet d'air est limité par le volume de l'espace disponible.

Le jet ne peut pénétrer dans la galerie que si sa force suffit à renverser le courant de retour d'air. Si l'espace considéré a une longueur supérieure à la profondeur de pénétration du jet, il se forme inévitablement entre l'extrémité du jet et le front un matelas d'air dans lequel ne se produit plus aucun mélange turbulent. Il convient donc, en établissant des ventilations secondaires, de choisir une distance entre la sortie du canar et le front telle que le jet atteigne certainement celui-ci.

Nous n'avons pas à présent connaissance de mesures concernant la profondeur de pénétration du jet. Mais les règles régissant l'élargissement du jet à l'air libre permettent de faire quelques constatations.

Une maquette très simple permet d'observer l'écoulement dans un tube de diamètre D, où s'élargit de façon coaxiale un jet sortant d'un canar de diamètre d, en sens contraire du courant de retour dans le tube. La fig. 2 représente schématiquement l'allure de l'écoulement, ainsi que la répartition des

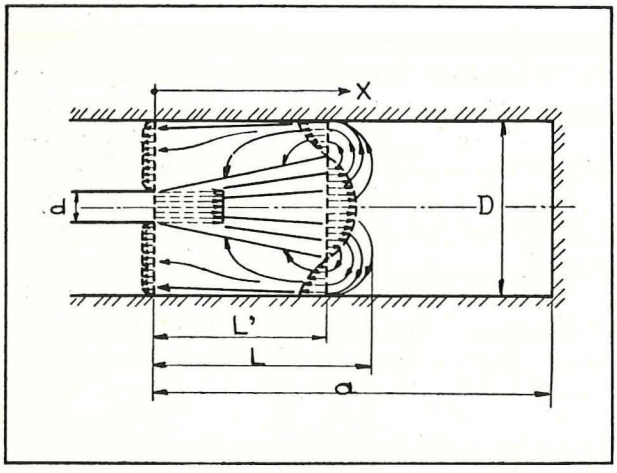


Fig. 2. — Allure de l'écoulement et distribution des vitesses d'un jet circulaire coaxial dans un tube fermé (schéma). Diffusion orientée en contrecourant de la direction du jet.

vitesses d'air à l'intérieur du jet et du retour d'air. Le jet atteint une profondeur de pénétration L ; à cet endroit, le courant s'inverse dans le sens du retour d'air, celui-ci étant encore touché jusque vers le point L.

Une étude énergétique permet, par l'application des règles régissant le jet libre, de déterminer la profondeur de pénétration du jet. On constate alors que la profondeur de pénétration du jet L est directement proportionnelle au diamètre D du tube et inversement proportionnelle au coefficient de mélange du jet. Dans certaines limites, cette profondeur de pénétration est pratiquement indépendante du rapport entre les diamètres du canar et de la galerie $(d/D)^2$. Pour un indice de mélange moyen ($m = 0{,}15$), la profondeur de pénétration d'un jet coaxial est de l'ordre de 2,5 à 3 fois le diamètre du tube D si l'extrémité du canar et le front se trouvent à une distance correspondante.

Ce résultat présente une bonne concordance avec certaines observations. La zone de mélange se raccourcit quand on accroît la turbulence du jet sortant, c'est-à-dire par exemple quand on imprime, dans le cas extrême, une rotation au jet sortant grâce à des dispositifs aménagés dans l'ajutage.

Lorsqu'on approche l'extrémité du canar du front de façon que la distance entre le canar et le front soit égale à la profondeur de pénétration du jet, on assure un mélange turbulent de l'air à front, et dès lors un mélange uniforme du courant d'air entrant et des gaz nocifs. Le mélange du jet sortant et du retour d'air est très intense.

Pour un rapport entre les diamètres du canar et de la galerie $d/D = 0{,}2$, le volume d'air perturbé à l'intérieur du jet représente à peu près 3 fois le volume d'air soufflé. Dans ce cas, la vitesse moyenne du jet à la fin de la zone de mélange, qui peut être considérée comme un critère de sa vitesse d'entraînement, est à peu près la moitié de la vitesse de soufflage à la sortie du canar. Ce résultat correspond à la constatation générale selon laquelle on trouve désagréable le jet sortant d'un canar quand on se trouve dans la galerie près de l'axe du jet.

Lorsque la sortie du canar se trouve à une distance du front inférieure à celle correspondant à la profondeur de pénétration du jet, il se produit une retenue. La zone de mélange se situe alors plus ou moins dans le secteur du retour d'air. Ces phénomènes sont décrits par Spence et Carver dans l'étude « Incidence du remblayage pneumatique sur l'aérage d'une mine ». Au moyen d'expérimentations avec des fumées, les auteurs ont constaté la présence de zones de turbulence à l'extrémité du canar dans les cas où celle-ci se trouvait à une distance du front inférieure à celle correspondant à la profondeur de pénétration du jet. Ils n'ont fourni aucune indication sur cette profondeur de pénétration.

22. Diffusion du jet lorsque le canar est suspendu contre le parement ou à la couronne de la galerie.

En traçage, le canar est ordinairement posé à la couronne ou sur la sole contre le parement. Le jet sortant n'est pas coaxial par rapport à la section de la galerie. De ce fait, l'image de l'écoulement du mélange est modifiée. Dans un article intitulé « Luftbewegung in klimatisierten Räumen » (Les mouvements de l'air dans les locaux climatisés). Regenscheidt a traité de la profondeur de pénétration du « demi-jet plat » dans un espace limité.

Si l'on assure par exemple l'aérage d'un local en insufflant de l'air à travers une fente située directement au-dessous du plafond, la profondeur de pénétration du jet augmente sensiblement (fig. 3). Le jet

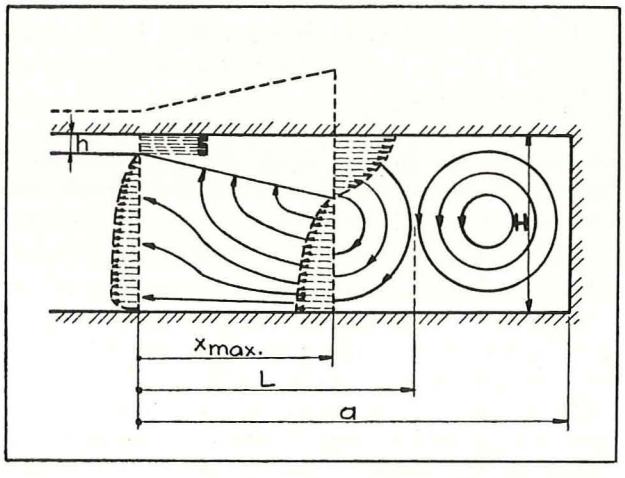


Fig. 3. — Profondeur de pénétration et schéma de la distribution des vitesses d'un jet plan dans un espace limité. Diffusion orientée en contre-courant de la direction du jet.

se comporte comme un jet plat complet débouchant à l'air libre à travers une fente de largeur double. La figure 3 représente schématiquement l'allure de

l'écoulement et la répartition des vitesses. Le jet plat ne peut entraîner les particules d'air du côté du plafond. Le mélange demeure limité au bord inférieur du jet.

Un canar posé dans la galerie ne se trouve qu'en partie dans cette situation. La partie du jet tournée vers la couronne ou vers le front se mélange inévitablement avec l'air provenant de la partie opposée de la galerie. Il en résulte dans l'espace un mouvement de mélange, de forme hélicoïdale (fig. 4).

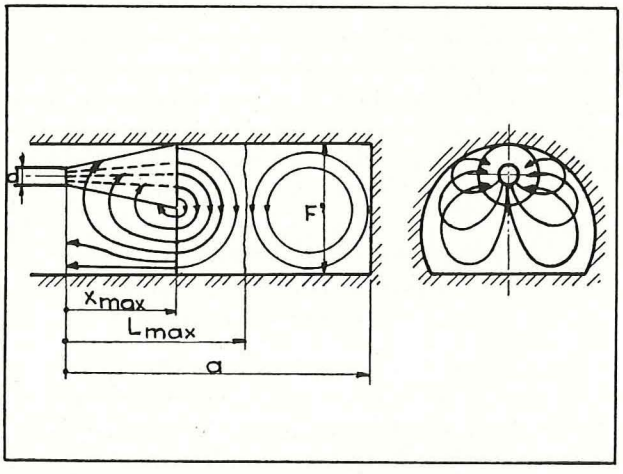


Fig. 4. — Allure de l'écoulement à l'extrémité d'une ligne de canars de ventilation auxiliaire soufflante.

On ne peut qu'évaluer la profondeur de pénétration maximale du jet excentrique. Sans atteindre tout à fait la valeur double, comme pour le jet plat, elle est pourtant supérieure à celle correspondant à la disposition coaxiale. La zone d'inversion du courant au front de la galerie s'étend également. Selon le degré d'excentricité du canar dans la galerie, le jet atteint dans les conditions habituelles par ailleurs une profondeur de pénétration L de l'ordre de 4 à 4,5 fois le diamètre D correspondant à la section de galerie F.

Tout comme dans la position coaxiale, la vitesse d'entraînement au front de la galerie peut se comparer à la vitesse moyenne du jet. Elle s'établit dès lors au tiers ou à la moitié de la vitesse de soufflage à la sortie du canar. Par rapport à la vitesse moyenne de l'air dans la galerie, la vitesse d'entraînement au front est de 7 à 12 fois plus grande.

Cela semble être suffisant pour dissoudre des nappes de gaz au front de la galerie, à condition de faire en sorte que la profondeur de pénétration du jet corresponde à la distance séparant l'extrémité du canar du front. Cette dissolution est encore accélérée par le mouvement transversal du courant de mélange.

3. Essais sur maquettes.

Il est malaisé de mesurer le courant de mélange au voisinage du jet à l'extrémité d'une ventilation secondaire, mais on peut l'observer parfaitement sur une maquette.

L'écoulement est identique sur maquette et à grande échelle si, dans les deux cas, le nombre de Reynolds est le même. Un essai sur maquette avec de l'eau permet, en raison des viscosités différentes de l'air et de l'eau, de se contenter de dimensions plus faibles pour des vitesses de déplacement identiques.

A titre de démonstration nous avons, pour simplifier les choses, construit avec des tubes de verre une petite maquette à eau, que nous avons raccordée à la conduite d'eau (fig. 5).

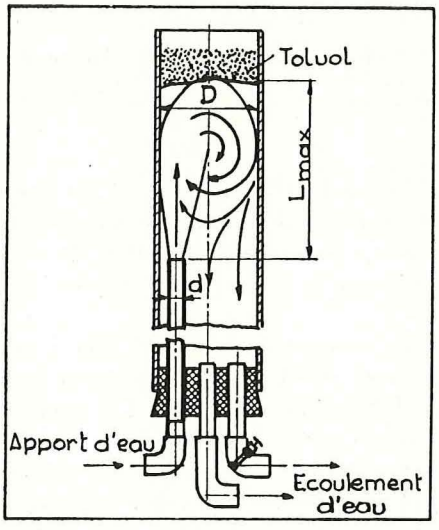


Fig. 5. — Maquette à eau représentant l'élargissement du jet d'un canar de ventilation soufflante dans des traçages.

Diamètre de la maquette de canar d = 15 mm, diamètre de la maquette de galerie D = 75 mm.

La vitesse de déplacement de l'eau dans la maquette s'élève à $w_o \approx 2$ m/s, et dans la maquette de galerie à $w_o \approx 0{,}08$ m/s.

Pour l'expérimentation, il est plus simple de disposer la maquette verticalement. Le mécanisme d'entraînement au front de la galerie apparaît nettement quand on abaisse le niveau d'eau. On peut par exemple imiter une nappe de gaz au front de la galerie en versant de l'huile ou du toluol teinté ($\nu = 866$ kp/m^3). Dès que le jet atteint la couche d'huile, des gouttelettes d'huile sont arrachées et demeurent suspendues dans la zone de turbulence du jet.

On peut alors mesurer convenablement la profondeur de pénétration du jet. En cas de disposition excentrique du « canar » dans la « galerie », la profondeur de pénétration du jet représente environ 5 fois le diamètre du tube et, en cas de disposition concentrique des 2 tubes de verre, environ 3 fois, même si l'on diminue alors sensiblement la vitesse de déplacement, ou si l'on modifie le diamètre de la maquette de canar.

4. ETUDES AU FOND

Grâce au concours de la Hibernia-Bergbau AG, nous avons eu l'occasion d'étudier les processus d'écoulement au fond dans un travers-bancs du siège Waltrop, équipé avec une installation spéciale d'aérage soufflant. Le jet sortant du canar était rendu visible par l'injection dans le canar d'ammoniaque en bonbonne. De cette manière, il était relativement facile de mesurer au fond la profondeur de pénétration du jet. Les processus d'écoulement et de rinçage à front et en couronne pouvaient également être observés grâce à cette fumée.

Au cours des études, on a fait varier la distance de l'extrémité soufflante du canar au front et la position du canar dans la section du travers-bancs. La vitesse de l'air a également pu être réduite légèrement.

Le soutènement du travers-bancs consistait en cintres d'une section F = 12,5 m², soit un diamètre D = 3,5 m (fig. 6). Au front, une ligne de canars

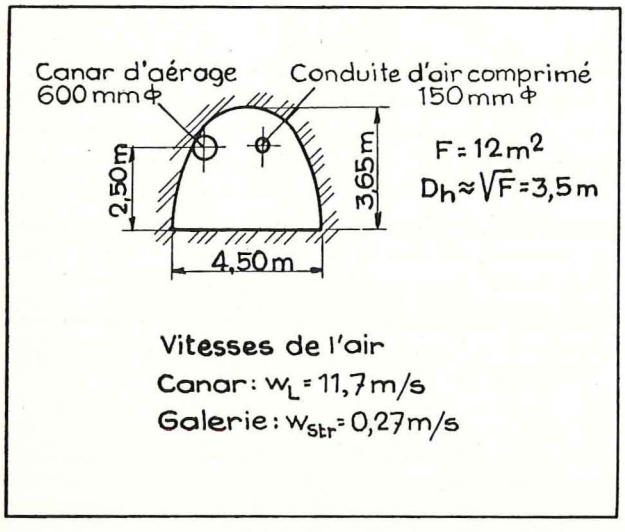


Fig. 6. — Coupe de la galerie utilisée pour l'étude des dispositifs de ventilation auxiliaire soufflante.

en contreplaqués d'un diamètre d = 600 mm était fixée à 2,5 m au-dessus de la sole. La vitesse moyenne de soufflage était de w_L = 11,7 m/s, ce qui correspondait dans le travers-bancs à w_{Str} = 0,26 m/s.

41. Profondeur de pénétration du jet.

Afin de déterminer la profondeur de pénétration du jet émis par le canar, la distance L de l'extrémité du canar a été portée de 5,7 à 24 m, toute autre dis-

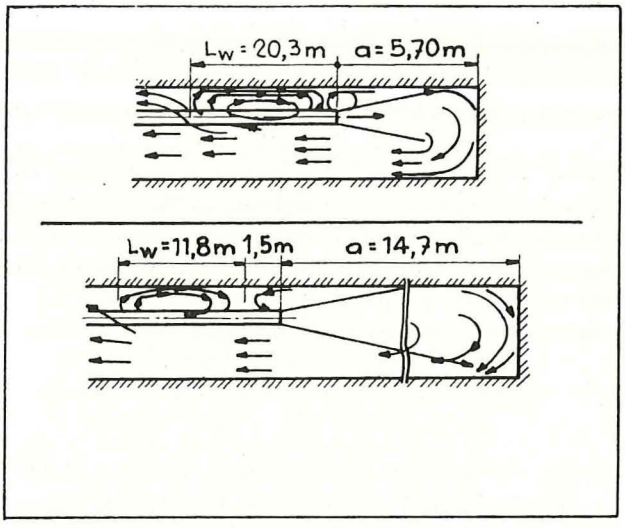


Fig. 7. — Allure de l'écoulement à l'extrémité d'une ligne de canars de ventilation auxiliaire soufflante située à différentes distances du front (schéma).

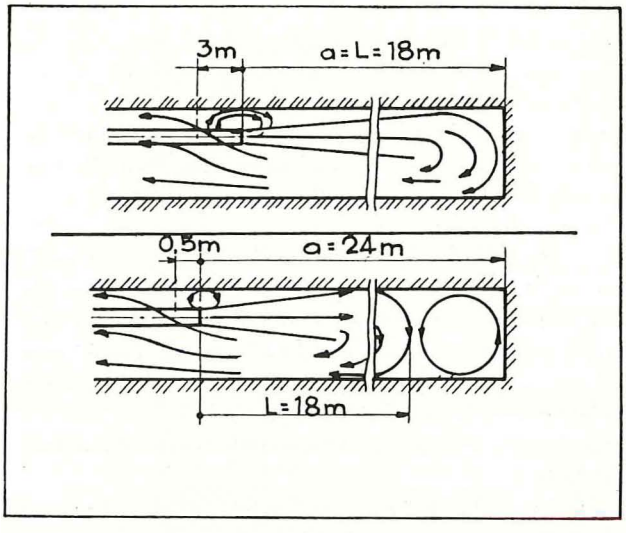


Fig. 8. — Allure de l'écoulement à l'extrémité d'une ligne de canars de ventilation auxiliaire soufflante située à différentes distances du front (schéma).

position demeurant inchangée de même que la vitesse de l'air. Les figures 7 et 8 reproduisent schématiquement l'écoulement du jet sortant. On a mesuré une profondeur de pénétration L = 18 m. Cela correspond à une profondeur relative de pénétration de L/D = 5,1 soit la même valeur que celle trouvée dans la maquette à eau, lorsque le canar en modèle réduit était branché excentriquement au conduit. Même à vitesse plus faible de l'air w = 8,7 m/s, le jet atteignait encore une profondeur de pénétration L = 18 m lorsque l'extrémité du canar se trouvait suffisamment près du parement ou immédiatement en couronne. Le résultat de l'essai sur modèle réduit, dans lequel le rapport entre les sections du canar et de la galerie était à peu près le même que

dans l'essai au fond, concorde bien avec celui de l'essai au fond.

Les essais de Spence et Carver également donnent à peu près le même résultat pour la profondeur maximale possible de pénétration du jet émis par un canar, pour autant que l'on puisse en cette matière tirer des conclusions des publications de ces auteurs. Lorsque la distance de l'extrémité du canar au front s'accroît, il se forme entre le point de rebroussement du jet et le front un matelas dans lequel ne se produit pratiquement aucun mouvement d'air.

42. Observations sur les zones de turbulence.

Les processus d'écoulement au front pouvant être rendus visibles au moyen de fumée, cette possibilité a été mise à profit pour observer les zones de turbulence à l'extrémité du canar, observées précédemment par Spence et Carver. Dans les figures ci-après, l'écoulement dans ces zones de turbulence et leur extension ont été reproduits à peu près à l'échelle. L'évolution de l'écoulement peut être décrite comme suit.

Lorsque la distance de l'extrémité du canar au front est inférieure à la profondeur maximale de pénétration du jet et que l'extrémité du canar est aménagée latéralement dans la galerie, il en résulte en couronne une zone de turbulence dans laquelle l'air se trouvant immédiatement sous la couronne s'écoule en sens contraire au courant d'aérage. Dans cette zone de turbulence, la vitesse d'écoulement est supérieure à la vitesse moyenne de l'air dans la partie de galerie se trouvant en amont. Cette vitesse est tellement grande que des bouchons de fumée derrière le garnissage sont rapidement dissipés. Immédiatement à l'extrémité du canar se forme en outre un tourbillon secondaire très rapide mais d'ampleur réduite.

Lorsque la distance de l'extrémité du canar au front devient égale à la profondeur de pénétration du jet, ce petit tourbillon subsiste (fig. 8). Lorsque cette distance devient supérieure à la profondeur maximale de pénétration du jet, il se forme un bouchon entre le point de renversement du jet et le front. Dans cette zone, la fumée injectée ne progresse que très lentement. Elle monte en couronne, principalement sous l'influence d'effets thermiques, et se propage en rampant vers le point de renversement où elle est entraînée à grande vitesse par le jet vers la sole.

Il faut éviter autant que possible la formation des zones de turbulence étendues que l'on peut observer lorsque la distance entre l'extrémité du canar et le front est faible et dont la présence n'est pas du tout souhaitable lorsqu'il y a des nappes de grisou en couronne. Il était logique d'essayer de le faire en changeant la disposition de l'extrémité soufflante du canar dans la galerie. A l'aide d'un canar en accordéon, l'extrémité soufflante fut amenée immédiatement sous la couronne à une distance a = 7 m du front (fig. 9)). Le grand tourbillon s'est alors formé à la sole, à l'extrémité du canar, ainsi

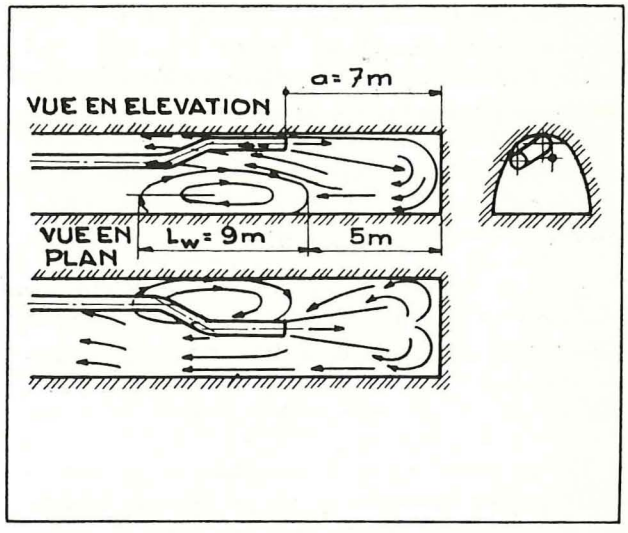


Fig. 9. — Allure de l'écoulement à l'extrémité d'une ligne de canars de ventilation auxiliaire soufflante. Sortie du canar à la couronne (schéma).

qu'il est reproduit schématiquement sur la figure 9. En couronne, la vitesse d'éjection était très grande entre l'extrémité du canar et le front. Les nuages de fumée, même s'ils se trouvaient derrière le garnissage, étaient rapidement dissipés. Pour faire un essai de contrôle, l'extrémité du canar a été placée contre la paroi sur la sole, à une distance a = 5 m du front, toute autre condition demeurant égale. Dans ce cas, la grande zone de turbulence se constitue en couronne, à l'extrémité du canar, ainsi qu'il ressort de la figure 10.

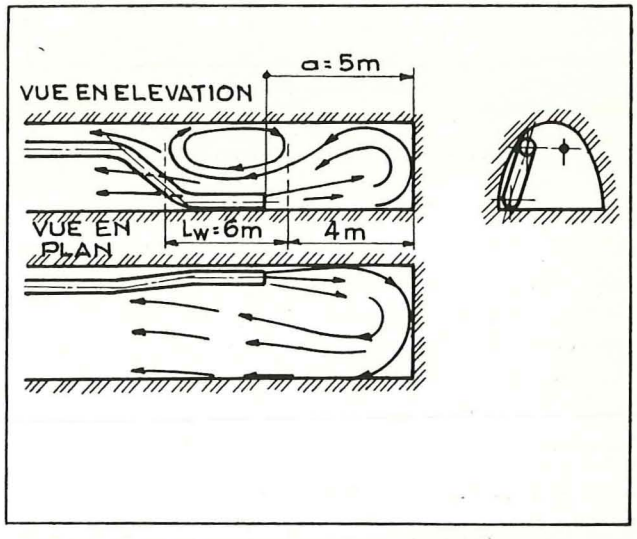


Fig. 10. — Allure de l'écoulement à l'extrémité d'une ligne de canars de ventilation auxiliaire soufflante. Sortie du canar à la sole de la galerie (schéma).

Les études sur la propagation du jet, faites à l'aide d'installations spéciales d'aérage soufflant, ont fourni les indications suivantes.

1) La profondeur maximale de pénétration L de l'air éjecté par le canar dans une galerie de section F (m^2) est environ égale à 4,5 à 5 fois le diamètre équivalent de la galerie

$$L = 4{,}5 \text{ à } 5 \qquad D_h \approx 4{,}5 \text{ à } 5 \qquad \sqrt{F}\,(m)$$

lorsque la sortie du canar est disposée selon l'habitude parallèlement à l'axe de la galerie et à la périphérie de la section (c'est-à-dire lorsque la sortie du canar se trouve le plus près possible de la paroi ou sous la couronne) et que l'air éjecté est exempt de turbulence.

Dans le tronçon de galerie entre la sortie du canar et la zone de renversement du jet, les vitesses locales de l'air sont toujours nettement supérieures à la vitesse moyenne de l'air de la galerie. On a pu constater que dans cette partie les nuages de fumée étaient très rapidement dissipés, même derrière le garnissage, par suite d'une turbulence accrue.

2) Lorsque la distance « a » de l'extrémité du canar au front est supérieure à la profondeur de pénétration L du jet ($a > L$), il se forme, indépendamment de la position de l'extrémité du canar dans la section de la galerie, un bouchon entre la zone de renversement du jet et le front. Dans cette zone, il n'y a pratiquement aucun mouvement d'air.

3) Lorsque la distance « a » de l'extrémité du canar au front est inférieure à la profondeur de pénétration possible L du jet ($a < L$), des zones de turbulence d'étendue plus ou moins grande se forment à l'extrémité du canar en direction du retour d'air. Ces zones de turbulence provoquent des courants (contre-courants) de sens contraire au courant de retour d'air en certains points de l'extrémité du canar : aux parois, à la sole, ou en couronne de la galerie.

La position de ces zones de turbulence dans la section de la galerie dépend de la disposition de l'extrémité du canar dans la galerie.

4) Il est opportun de placer la sortie du canar en couronne :

1. de toute façon, pour éviter les contre-courants en couronne à l'extrémité du canar ;
2. pour obtenir précisément en couronne les vitesses locales les plus grandes de l'air éjecté entre l'extrémité du canar et le front.

Les études au fond ont été possibles grâce au concours cordial de la Berggewerkschaft Hibernia AG. Aussi l'auteur tient-il à marquer sa gratitude vis-à-vis de la direction de l'Hibernia AG pour les moyens qu'elle a bien voulu mettre à sa disposition et vis-à-vis de MM. les Dipl. Ing. Escher et Dr. Böhm pour l'aide et les conseils qu'ils ont bien voulu lui apporter lors de l'exécution des essais.

BIBLIOGRAPHIE

(1) L. PRANDTL : Führer durch die Strömungslehre. **F. Vieweg u. Sohn,** Braunschweig, 1944.
(2) W. TOLLMIEN : Berechnung turbulenter Ausbreitvorgänge. **Zamm,** 1926, S. 468/478.
(3) P. RUDEN : Turbulente Ausbreitvorgänge im Freistrahl. **Die Naturwissenschaften,** 1933, S. 374/378.
(4) E. FOERTHMANN : Ueber turbulente Strahlausbreitung. **Ing. Archiv 5** (1934), S. 43/53.
(5) H. SCHLICHTING : Grenzschichttheorie. **E. Braun,** Karlsruhe, 1958.
(6) H. REICHARDT : Gesetzmässigkeiten in der freien Turbulenz. **VDI-Forschungsheft** 414, 1951.
(7) W. LINKE : Strömungsvorgänge in künstlich belüfteten Räumen. **Forschungsberichte des Wirtschafts- und Verkehrsministerium Nordrhein-Westfalen** N^r 259.
(8) W. LINKE : Strömungsvorgänge in zwangsbelüfteten Räumen. **VDI-Berichte 21** (1957). S. 29/39.
(9) B. REGENSCHEIDT : Luftbewegung in klimatisierten Räumen. **Kältetechnik II** (1959), S. 3/11.
(10) J. SIMECEK : Untersuchung des Wirkungsgrades der Sonderbewetterung von Strecken. **« Rudy 1957 »,** N^r 12, S. 414/423. Uebersetzung Ue 339 des Stbv.
(11) J.V. SPENCE u. J. CARVER : Effect of pneumatic Stowing on Ventilation. **Colliery Guardian 200** (1960). Uebersetzung BV 5 127 des Stbv.
(12) G. FLUEGEL : Berechnung von Strahlapparaten. **VDI-Forschungsheft 395.** 2. Auflage 1951.
(13) R. JUNG : Die Berechnung und Anwendung von Strahlgebläsen. **VDI-Forschungsheft** 479/1960.

Grisou et aérage

par le Prof. Dr. W. MAAS,

Centraal Proefstation der Staatsmijnen in Limburg
(Station centrale d'essais des Mines d'Etat du Limbourg).

SAMENVATTING

Studies van mijngasexplosies, die zich in de praktijk hebben voorgedaan, hebben bevestigd, dat het probleem om mijngas veilig af te voeren, uit twee delen bestaat, nl. :

a) voldoende lucht toevoeren om het mijngas te verdunnen ;

b) voldoende luchtsnelheid bewerkstelligen ter plaatse, waar het mijngas vrijkomt om menging met lucht te verzekeren.

Voor de verschillende typen van werkpunten in de Westeuropese kolenmijnen wordt nagegaan, waar de kritieke punten liggen. Daarbij blijkt dat de luchthoeveelheid in het algemeen minder problemen stelt dan de noodzaak voor plaatselijk grote luchtsnelheid. Regelmatige controle is nodig, o.a.

In steengangen verdienen de plaatsen, waar lagen worden doorsneden of reeds eerder zijn doorgesneden, speciale aandacht.

In galerijen in aanleg buiten afbouwinvloed komt naast gas aan het front ook gas uit de jonge zijwanden vrij, zodat over een grotere afstand vanaf het front regelmatig controle nodig is, vooral als door een snelle vooruitgang veel verse zijwand is gevormd.

In pijlers hebben de hoeveelheden mijngas, die uit laag-, dak- en vloergesteente vrijkomen, ieder hun eigen plaatsen, waar ze in de luchtstroom treden en dus mengproblemen kunnen veroorzaken. Deze plaatsen en de grootte van de te verdunnen hoeveelheden mijngas hangen van de hoeveelheid kool in dak en vloer, van de kolenproduktie en van de ventilatiemethode af.

Berekeningsmethoden om de luchthoeveelheid en luchtsnelheid vast te stellen worden gegeven. Daarnaast wordt gewezen op de noodzaak dat alle toe-

RESUME

L'étude des explosions de grisou survenues dans les exploitations a confirmé que l'évacuation sûre du grisou pose un double problème, à savoir :

a) fournir un débit d'air suffisant pour diluer le grisou ;

b) imprimer à l'air une vitesse suffisante aux endroits où se dégage le grisou pour assurer le mélange de celui-ci avec l'air.

Les différents types de chantiers des charbonnages de l'Europe occidentale sont passés en revue pour déceler les points névralgiques. Il en ressort que d'une manière générale la quantité d'air pose moins de problèmes que la grande vitesse que le courant d'air doit atteindre en certains endroits. Il faut procéder à des contrôles réguliers et c'est ainsi que, dans les travers-bancs, il faut consacrer une attention spéciale aux endroits où ils recoupent ou ont recoupé précédemment des couches de charbon.

Dans les galeries de préparation situées hors de la zone d'influence des travaux d'exploitation, le grisou se dégage à front et des parois fraîchement découvertes, de sorte qu'il faut procéder à des contrôles réguliers sur une distance assez grande du front, surtout lorsque l'avancement est rapide, car alors la surface des parois fraîches est importante.

Dans les tailles, les quantités de grisou se dégageant de la couche et du toit et du mur ont toutes leurs propres points d'infiltration dans le courant d'air, ce qui peut provoquer des problèmes de mélange. La situation de ces points et l'importance des quantités de grisou à diluer dépendent de la quantité de charbon présente dans le toit ou dans le mur, de la production de charbon et de la méthode de ventilation.

Des méthodes de calcul pour déterminer le débit et la vitesse de l'air sont présentées. Ensuite l'atten-

zichthoudende personeel een inzicht heeft betreffende de plaatsen waar in het algemeen mijngas uittreedt en in het bijzonder betreffende deze plaatsen in de eigen afdeling. Deze vergroting van de kennis van de mijngasproblemen zal niet alleen de veiligheid verhogen, doch ook de economie van de bedrijven ten goede komen.

ZUSAMMENFASSUNG

Studien von Grubengasexplosionen haben bestätigt, dass das Problem zur sicheren Abführung von Grubengas in zwei Teile zerfällt, nämlich :

a) eine ausreichende Menge Wetter zur Verdünnung des Grubengases zuführen ;

b) eine ausreichend hohe Wettergeschwindigkeit an Ort und Stelle der Ausgasung sichern, um die Vermischung von Grubengas mit Luft sicherzustellen.

Für die verschiedenen Arten von Betriebspunkten in den Westeuropäischen Kohlenbergwerken wird festgestellt, wo die kritischen Punkte liegen. Dabei ergibt sich, dass die Wettermenge im allgemeinen weniger Probleme hervorruft als die Notwendigkeit, für eine ausreichend grosse Wettergeschwindigkeit an Ort und Stelle zu sorgen.

Regelmässige Ueberwachung dieser Geschwindigkeit durch Messungen der CH_4-Konzentration ist u.a. erforderlich.

In Querschlägen verdienen die Stellen, wo Flöze durchörtert werden oder schon durchfahren sind, spezielle Aufmersamkeit. Im Streckenvortrieb im unverritzten Gebirge wird nicht nur Gas vor Ort, sondern auch Gas aus den frischen Stössen frei, so dass über eine grössere Entfernung ab Ort eine regelmässige Ueberwachung erforderlich ist, besonders wenn durch einen schnellen Vortrieb viel frische Stösse gebildet werden. In Flözen haben die Grubengasmengen, die aus Flöz-, Hangend- und Liegendgestein frei werden, jede ihre eigenen Stellen, wo sie in den Wetterstrom treten und somit Mischprobleme verursachen können. Diese Stellen und das Ausmass der zu verdünnenden Mengen Grubengas sind abhängig von der Menge an Kohle im Hangenden und Liegenden, von der Förderung und von der Bewetterungsmethode.

Berechnungsmethoden zur Bestimmung der Wettermenge und der Wettergeschwindigkeit werden gegeben. Ausserdem wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, dass das gesamt aufsichtführende Personal eingehende Kenntnisse über die Ausgasungsstellen hat und insbesondere über diese Stellen in der eigenen Abteilung. Diese Vertiefung der Kenntnisse der Grubengasprobleme wird nicht nur die Sicherheit steigern, sondern auch der Wirtschaftlichkeit unserer Zechen zugute kommen.

tion est attirée sur le besoin de faire connaître à tous les surveillants les endroits où le grisou se dégage généralement et en particulier les points de dégagement dans leurs quartiers respectifs. Cette connaissance plus étendue des problèmes du grisou sera de nature non seulement à accroître la sécurité mais aussi à améliorer la rentabilité des entreprises.

SUMMARY

Studies on firedamp explosions have confirmed that the problem of ensuring the effective dispersal of the gas is a twofold one, involving :

a) the provision of an adequate quantity of air for the purpose of diluting the gas, and

b) the maintenance of a sufficiently high air velocity at the point of gas emission in order to ensure a safe mixture of the gas with air.

The paper pinpoints the critical places in the various types of working in the West European pits, and shows that generally speaking the quantity of air required presents less of a problem than the need to ensure a sufficiently high air velocity at the points concerned.

This calls for regular checking of the velocity of the air current by measuring the CH_4 concentrations at the following points.

In cross-cuts special attention must be paid to places where seams are being worked through or have already been driven through. Roadway drivages through virgin rock release firedamp not only from the ripping faces but also from the newly-cut sides, so that it becomes necessary to arrange for regular supervision and checking over a considerable distance outbye, especially where rapid advances create extensive freshly-cut sides. In the seams the firedamp released from seam, roof and floor strata enters the air current at specific points and may thus present different firedamp-air mixture problems. These points and the quantities of firedamp to be diluted depend on the amounts of coal present in the roof and the quantities of firedamp to be diluted depend on the amounts of coal present in the roof and floor, on the method of extraction employed, and on the ventilation system in use.

The paper describes methods of calculation for determining the quantity of air and the air velocity required, and finally underlines the need for detailed knowledge on the part of the entire supervisory personnel of the different points at which firedamp is given off, and more particularly of the location of such points in their own districts. Such knowledge, the paper concludes, would not only make for greater safety but also contribute to a more economic operation of the collieries.

1. INTRODUCTION

L'aérage sert à diluer et à évacuer les gaz nocifs et à régulariser le climat de la mine. Dans cet exposé, il ne sera question de l'aérage qu'en tant que moyen de combattre le grisou.

De 1920 à 1962, le grisou a fait 23 victimes dans les Mines d'Etat néerlandaises, dont 21 mineurs qui ont trouvé la mort dans deux coups de grisou et 2 qui sont morts par asphyxie, à la suite de dégagements importants de grisou. Bien que ce chiffre soit élevé, il ne représente que 5 % des accidents mortels (455) survenus dans les charbonnages néerlandais au cours de cette période. Néanmoins, le grisou ne laisse pas de hanter l'imagination de la population parce qu'il a souvent provoqué des accidents dans lesquels de nombreux mineurs ont perdu la vie.

On entend souvent défendre la thèse que le problème du grisou ne mérite l'attention que lorsque le dégagement est important, car ce n'est que dans un tel cas qu'il faut une grande quantité d'air pour diluer le grisou. Toutefois, les études effectuées par P. Bakke du « Safety in Mines Research Establishment », à Sheffield, ont montré que la dilution du grisou par l'air présente un double aspect, à savoir :

a) la dilution elle-même, pour laquelle il faut disposer d'une quantité d'air suffisante, et
b) le mélange du grisou avec l'air, pour lequel il faut que le courant d'air atteigne localement une vitesse élevée lorsque le gaz se dégage en couronne.

Ad. a).

Dans une taille dont la production est de 720 tonnes par jour et la production de gaz d'environ 8 m³/t, il se dégage 4 m³ CH_4/min ; si l'on veut rester au dessous de 0,8 % de méthane, le débit d'air dans cette taille doit atteindre 500 m³/min.

Ad. b).

L'étude du mélange du méthane dégagé à la couronne avec l'air a montré que la vitesse de l'air v (m/s) au point de dégagement doit dépasser une certaine valeur minimale pour que le gaz soit mélangé et évacué et ne s'accumule pas en couronne (rooflayer). Cette valeur minimale est obtenue pour une quantité de gaz Q (m³/s) et une largeur de galerie D (m) par la formule (fig. 1)

$$\frac{v}{\sqrt[3]{g\,\frac{\Delta\rho}{\rho}\cdot\frac{Q}{D}}} > 2$$

dans laquelle ρ représente la densité de l'air et $\Delta\rho$ la différence de densité entre l'air et le grisou.

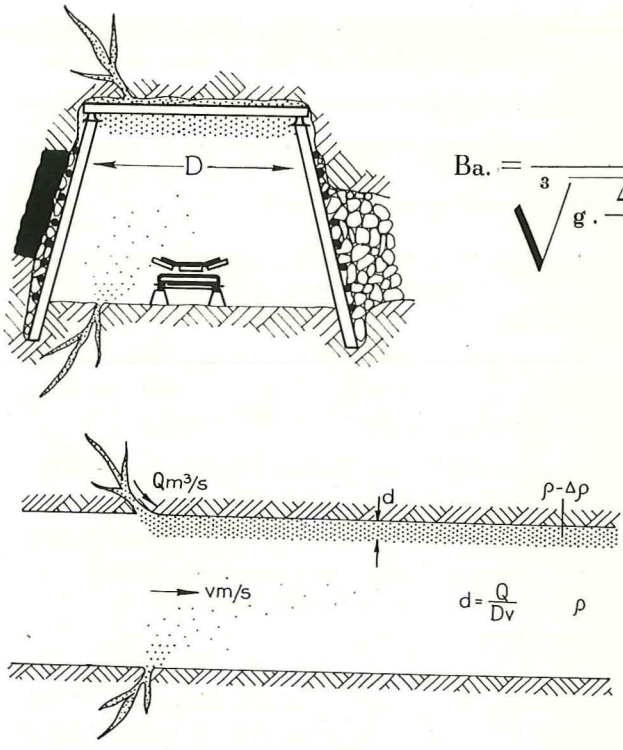


Fig. 1.

Pour obtenir un mélange rapide, cette valeur doit se situer entre 3 et 6.

Exemple : d'une crevasse dans la couronne d'une galerie de 2 m de largeur, se dégage 1,2 m³/min (0,02 m³/s) de méthane.

Le mélange est bon lorsque v atteint localement la valeur minimale obtenue par la formule suivante :

$$\frac{v}{\sqrt[3]{g\,\frac{13}{29}\cdot\frac{0{,}02}{2}}} = 3$$

$$v = 3\sqrt[3]{\frac{13}{29}\cdot 0{,}1} = 3\,.\,0{,}35 = 1{,}05\ \text{m/s}$$

Le mélange est très rapide lorsque le quotient précité est égal à 6, c'est-à-dire pour v = 2 m/s.

Pour obtenir un mélange aussi bon, lorsque le dégagement de la crevasse est de 10 m³/min (0,16 m³/s), il ne faut pas adopter une vitesse d'air huit fois supérieure, mais simplement une vitesse double de la vitesse précitée.

La théorie est une belle chose ; mais ce serait mieux encore si elle était corroborée par la pratique. A cette fin, on a recherché dans les relations officielles de 13 coups de grisou survenus en Angleterre et qui ont fait l'objet d'un rapport spécial publié en février 1959 [1], comment les concentrations trop élevées de grisou se sont constituées. Dans l'un des

13 cas (Nantgarw), il s'est avéré que le rapport officiel ne pouvait pas être exploité.

En faisant des recherches, nous avons découvert en outre les rapports de 4 autres explosions survenues à la même époque et qui ont été incorporées dans notre statistique.

La cause de 10 parmi les 16 explosions résidait dans une vitesse d'air localement insuffisante ; dans 3 cas, l'aérage était perturbé, d'où une diminution de la vitesse locale ; dans 2 cas, des vides au toit étaient insuffisamment aérés et, dans 1 cas, il y a eu allumage d'un soufflard. Dans ces 3 derniers cas, la vitesse de l'air était donc aussi localement trop faible pour garantir un bon mélange. Il en résulte qu'une vitesse trop faible de l'aérage est imputable dans les 16 cas.

En résumé, à propos de l'aérage, on peut dire que les deux questions primordiales concernant le grisou sont :

a) la quantité totale d'air est-elle suffisante ?

b) la vitesse de l'air est-elle suffisamment élevée là où le gaz est injecté dans le courant d'air et plus spécialement en couronne ?

Dans le chapitre suivant, nous examinerons en quels endroits et dans quelle mesure on peut s'attendre à un dégagement de grisou dans les trois espèces de chantiers souterrains. Ces chantiers sont :

1) les travers-bancs (travaux préparatoires au rocher),

2) les traçages en massif vierge (travaux préparatoires en ferme),

3) les tailles (chantiers d'abattage).

2. TRAVERS-BANCS

Les travers-bancs sont creusés horizontalement pour la recoupe des veines. Selon le Pr. Linsel, le grisou se trouve principalement dans les veines de charbon où il est adsorbé sous une certaine pression. Lorsque le terrain n'est que faiblement ou pas du tout dérangé, le dégagement de gaz est faible. Il ne prend de l'importance que lorsque le front approche de la veine ou lors de la recoupe de celle-ci. En effet, à partir de ce moment, comme la pression de l'air dans le chantier est d'environ 1 bar, si la pression du gaz dans le charbon est supérieure à 1 bar, le dégagement de gaz s'accroît.

Des phénomènes spéciaux, tels que les dégagements instantanés de grisou, ne seront pas examinés ici puisqu'ils font l'objet de la conférence de M. Stassen. Dans les considérations suivantes, nous partons du principe que, sans phénomènes secondaires, il se dégage des quantités relativement grandes de grisou.

Dans ces conditions, il faut que l'aérage réponde aux exigences suivantes :

a) une quantité suffisante d'air et

b) une vitesse suffisante de l'air aux points de dégagement de gaz.

Ad. a).

La quantité d'air arrivant au front du chantier et servant à la dilution est déterminée tant par la puissance du ventilateur que par la longueur, la section ainsi que les pertes de frottement et les fuites de la ligne de canars.

Ad. b).

La vitesse de l'air à front (lors de la recoupe de la veine B : fig. 2) est certainement suffisante. Exemple : une ligne de canars de 600 mm de diamètre (0,28 m² de section) fournit 100 m³ d'air par minute (1,6 m³/s), soit à une vitesse de 6 m/s. Lorsque le creusement de la galerie est poursuivi, la vitesse

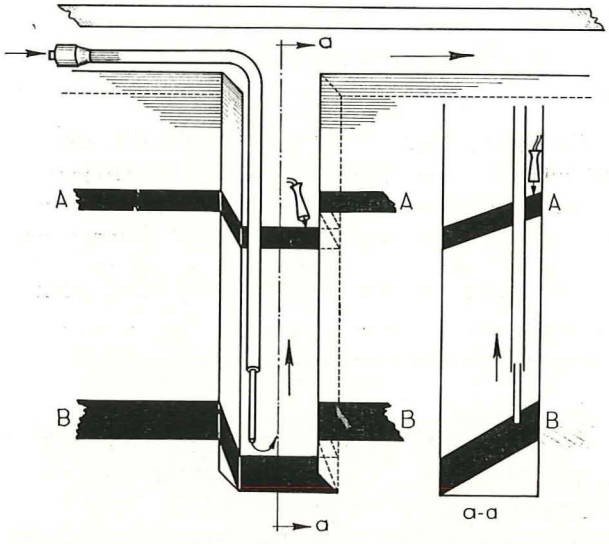


Fig. 2.

dans le retour d'air, par exemple à 10 m en arrière du front, est nettement plus faible et ne s'élève qu'à 0,23 m/s dans un travers-bancs de 7 m² de section. Cela signifie qu'en cet endroit un bon mélange est généralement incertain, par exemple lorsque la veine A dégage encore du gaz.

Il faut donc surveiller la teneur en méthane au droit de la veine A. S'il y a accumulation de gaz en couronne, il faut accroître en cet endroit la vitesse du courant d'air au moyen d'un éjecteur ou d'un dispositif similaire. Après la mise en place de l'éjecteur, il faut s'assurer par des mesures que le remède est suffisant.

Lorsqu'on augmente la quantité d'air disponible à front (par exemple 240 m³/min - 4 m³/s) par

l'installation d'un ventilateur plus puissant, la vitesse de l'air devient trop élevée (15 m/s) pour que l'on puisse encore travailler sans gêne. Dans un tel cas, la mise en place d'un canar de section plus faible apporte deux avantages, à savoir : une vitesse réduite à front, mais suffisante pour le mélange, et une vitesse plus élevée à l'endroit où le canar a été branché, par exemple 9 m en arrière, soit 15 m du front.

Le problème de la distance de l'extrémité du canar au front, pour assurer un bon mélange en cet endroit, a été résolu de manière élégante, tant sur le plan mathématique qu'expérimental, par le centre de recherches pour l'aérage du Steinkohlenbergbauverein. Il en résulte principalement que cette distance ne doit pas dépasser 4 ou 5 fois le diamètre de la galerie. Ces travaux très intéressants n'ayant pas encore été publiés, je me réjouis de ce que le Dr. Ing. Renner ait bien voulu fournir immédiatement après ma conférence, quelques brèves explications sur ces recherches tellement importantes pour le problème du mélange.

3. TRAÇAGES EN MASSIF VIERGE

Au point de vue de l'aérage, la situation qui se présente ici est la même que dans les travers-bancs. Toutefois, dans le présent cas, on extrait constamment du charbon du front, d'où un dégagement constant de grisou. De plus, les deux parois de la galerie sont également constituées de charbon d'où se dégage un certain volume de gaz. Ces deux sources de grisou seront examinées séparément (fig. 3).

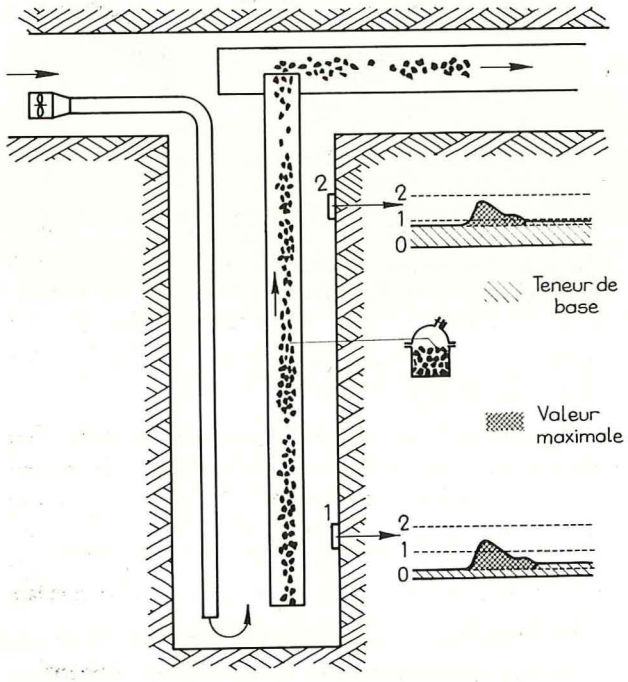


Fig. 3.

31. Dégagement de gaz au front de la voie.

311. La quantité d'air.

Si le front progresse de 2 m par creusement manuel, avec une production de 10 t de charbon en 2 heures, la quantité de grisou dégagée par l'abattage de ces 10 t de charbon, par exemple 6 m^3/t, se répartit également sur cette période, de sorte que le dégagement s'élève à environ 0,5 m^3 CH_4/min. Dans ce cas, un débit d'air de 100 m^3/min suffit pour ramener la teneur en méthane à quelque 0,5 %.

Par contre, si le charbon est abattu par tir en une seule volée, le dégagement de gaz est beaucoup plus rapide. Immédiatement après le tir, on observe un accroissement rapide de la teneur en méthane ; ce n'est qu'au bout d'une demi-heure qu'elle revient à nouveau à son taux initial. Un nouvel accroissement, plus faible, de la teneur se manifeste par suite de la fragmentation du charbon lors du chargement. A la suite du tir de ces 10 tonnes, comportant un dégagement de 6 m^3 de grisou à la tonne, le débit de méthane atteint, pendant la première minute, une pointe d'environ 4 m^3/min. Après une demi-heure, il retombe à peu près à 0. Cela signifie que, lorsque le creusement se fait à l'explosif, il faut s'attendre à une plus forte teneur en méthane que lors du creusement manuel et qu'avec un débit d'air de 250 m^3/min, la teneur en méthane pourra atteindre alors 1,6 %.

312. La quantité de grisou.

Les courbes d'adsorption de grisou par le charbon, mentionnées par le Pr. Linsel, et les mesures de la pression du grisou au front permettent de déterminer la quantité de grisou contenue dans le charbon. Actuellement, on s'efforce de vérifier (avec l'aide financière de la Haute Autorité) si cette quantité est réellement présente. A cette fin, on mesure les quantités de grisou et de charbon dégagées par le tir et, au moment de l'évacuation du produit abattu, la quantité de gaz demeurée dans le charbon. Pour cette dernière mesure, des échantillons de charbon sont régulièrement prélevés sur le convoyeur. Ces échantillons de charbon sont enfermés dans des récipients étanches et transmis au laboratoire où le gaz restant est extrait du charbon et mesuré. Ces mesures s'échelonnent sur une période assez longue et les résultats obtenus sont très satisfaisants.

Exemples :

a) température de la roche : 25 °C
matières volatiles : 30 %
mesure de la pression : 9,6 à 14,2 bar → teneur en gaz : 9,7 à 11,4 m^3/t
167 mesures du dégagement de gaz provoqué par le tir donnent une valeur moyenne de 5,65 m^3/t.

Les mesures effectuées sur les échantillons de charbon prélevés sur le convoyeur donnent une moyenne de 4,3 m³ CH_4/t.

Le résultat des mesures de dégagement de gaz du charbon donne : 5,65 + 4,3 ~ 9,95 m³ CH_4/t. Il concorde relativement bien avec le résultat du calcul basé sur les mesures de pression, prévoyant dans cette voie une teneur de 9,7 à 11,4 m³ CH_4/t.

b) le même charbon à la même profondeur :
mesures de pression : 3,5 à 4,4 bar → teneur en gaz : 5,9 à 6,8 m³/t
72 mesures effectuées lors de tirs ont donné une moyenne de 3,1 m³ CH_4/t. Des mesures effectuées sur le charbon évacué par le convoyeur ont donné une moyenne de 4,3 m³/t.

Dans ce cas également, la mesure, soit : 3,1 + 4,3 = 7,4 m³ CH_4/t, concorde relativement bien avec le calcul basé sur les mesures de pression, prévoyant une teneur de 5,9 à 6,8 m³ CH_4/t.

313. Modification de la teneur maximale de CH_4 après le tir sur le parcours du grisou dans les excavations minières.

La pointe précitée de 1,6 % n'est que passagère. Le courant d'air accuse avant cette pointe une teneur nulle et après la pointe une teneur en méthane qui est déjà inférieure à 1,6 %.

Il est probable que cette teneur de pointe de CH_4 dans le courant d'air diminue par diffusion au fur et à mesure qu'elle parcourt la voie. Ce phénomène est étudié avec l'aide financière de la Haute Autorité.

32. Le grisou des parois.

321. La quantité d'air.

En installant deux grisoumètres dans une galerie en creusement, comme le montre la figure 3, on peut constater que l'appareil 2 indique toujours des teneurs en méthane plus élevées que l'appareil 1.

Cela signifie que du grisou se dégage encore des parois constituées de charbon. La mise en place de tels appareils près du front a permis de déterminer ce dégagement de gaz. Il est probable que le dégagement soit plus élevé pour une paroi fraîche et qu'il diminue à mesure que la paroi vieillit. Au début, le dégagement est même tellement fort que les appareils de mesure permettent de distinguer une différence très nette entre la teneur en méthane avant le tir et une heure après le tir. Quelques mesures (effectuées également avec l'aide de la Haute Autorité) montrent que les courbes correspondantes ont une allure logarithmique en fonction du temps, le dégagement journalier moyen de méthane tombant après 15 jours à environ 13 % de sa valeur initiale (fig. 4 a).

Lorsque le creusement de la galerie avance rapidement, il s'ajoute donc au dégagement de gaz du front (pointe atteinte lors du tir) un dégagement de gaz important des parois et cela du fait que la surface fraîchement mise à nu de ces parois est alors particulièrement grande. Il y a donc un dégagement de gaz permanent important, provenant des parois (dégagement de base) auquel se superpose le dégagement de pointe.

Ce dégagement de base peut être prédéterminé sur la base des courbes de dégagement de gaz de la paroi d'une galerie, à condition de connaître l'instant exact auquel le tir a lieu et le tonnage abattu. La figure 4 b reproduit une prévision et la mesure correspondante. Il en ressort que, dans ce cas, la prédétermination est assez bonne.

Sur la base de cette prédiction et compte tenu de la teneur maximale admissible en CH_4 de l'air, on peut maintenant déterminer la quantité d'air nécessaire pour que le creusement de la galerie puisse avancer rapidement.

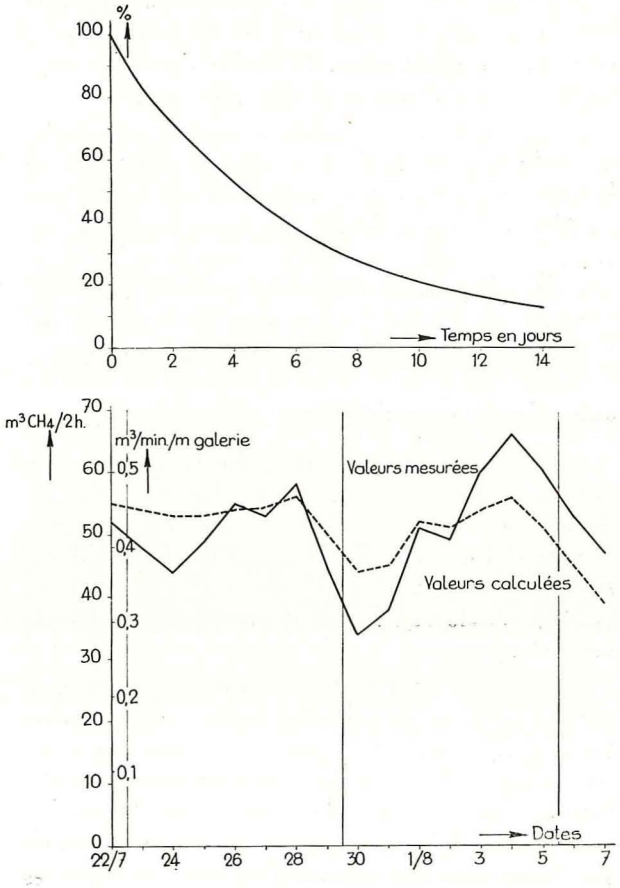


Fig. 4.

322. La quantité de grisou.

Puisqu'on est parvenu à prédire la valeur de pointe du dégagement de grisou lors d'un tir, grâce à des mesures de pression du grisou, il serait sans

doute intéressant de pouvoir déterminer également, avant même le début des travaux du creusement, la quantité de gaz qui se dégagera de la paroi. On part alors du principe que, si le charbon de la paroi est en contact avec l'air, toutes ses crevasses et pores sont néanmoins remplis de grisou. Dans ce cas, le grisou se dégageant de la paroi n'entraîne pas un dégagement de gaz complet puisque le gaz ne s'écoule que jusqu'au moment où l'équilibre d'adsorption est atteint à la pression de 1 bar.

Les résultats de ces travaux, accomplis avec l'aide de la Haute Autorité, sont encore trop modestes pour qu'il vaille la peine d'en faire mention maintenant.

4. LE GRISOU EN TAILLE

41. Généralités.

411. Fissuration.

Ainsi que le Pr. Linsel l'a déjà signalé, l'abattage met en mouvement les veines du toit et du mur et provoque un dégagement de gaz de ces veines bien qu'elles ne soient pas exploitées elles-mêmes.

Le gaz de la veine exploitée provient principalement du front de taille et se mélange avec l'air de la taille. Le grisou des couches du toit et du mur s'infiltre en arrière de la taille dans les vieux travaux où il se trouve en forte concentration. La direction dans laquelle il s'engage à partir de là est déterminée par sa force ascensionnelle propre et par l'aspiration (dépression) du ventilateur principal.

412. Force ascensionnelle.

Le grisou est plus léger que l'air. Le gaz des couches du toit demeure de ce fait dans la roche au-dessus de la veine et c'est là qu'il faut le capter comme le Pr. Linsel l'a déjà signalé. Lorsqu'il y a beaucoup de gaz dans l'arrière-taille (fig. 5), ce gaz est refoulé vers le bas et s'infiltre alors dans le courant d'air.

Le gaz des couches du mur montera, s'engagera dans la taille ou dans l'arrière-taille et sera emporté par le courant d'air. Une partie de ce gaz peut monter au point de se joindre au gaz provenant des couches du toit et peut ainsi être captée. Il est beaucoup plus difficile à capter que le gaz des veines du toit. Il ne vaut que rarement la peine de faire des sondages au mur.

413. La dépression.

Dans les tailles à aérage descendant, la dépression du courant d'air principal agit en sens contraire de la force ascensionnelle du grisou, de sorte que le rendement du captage de grisou est généralement

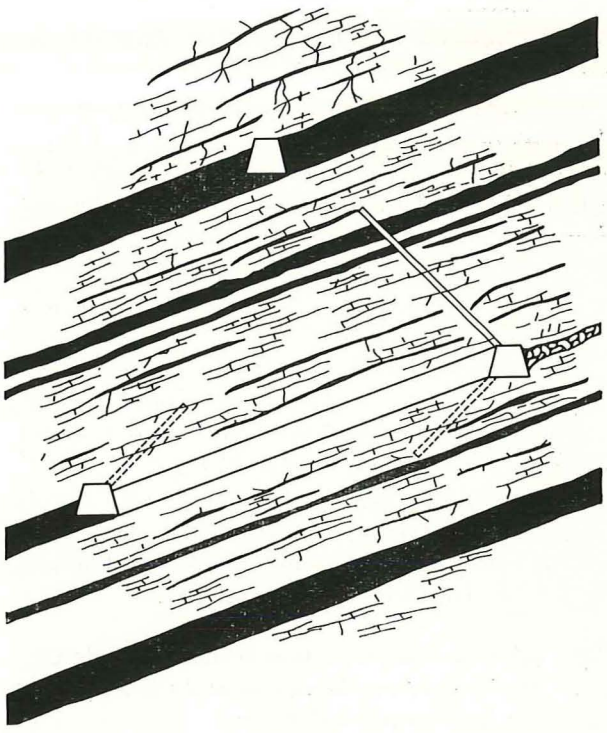


Fig. 5.

plus faible lorsque l'aérage est descendant. C'est précisément pour les tailles à dégagement de gaz élevé qu'il faut une grande quantité d'air, d'où une forte chute de pression dans la taille. En aérage descendant, on exécute souvent, en vue du captage, des sondages en couronne tant dans les voies de tête que dans les voies de pied (accroissement des coûts), mais en dépit de ces mesures, le captage du grisou est généralement moins efficace que pour l'aérage ascendant.

414. La direction de l'abattage (fig. 6).

Lorsque par rapport à la voie de retour d'air l'abattage se fait en rabattant, le point où la pression est la plus faible se situe à la tête de la taille. Tout le grisou du toit et du mur converge vers ce point, à l'opposé de ce qui se passe lorsque l'abattage se fait en chassant par rapport à la voie de retour d'air, auquel cas le gaz des couches du toit et du mur s'éloigne de la taille et s'introduit dans le retour d'air sur une distance de 20 à 100 m. Etant donné que dans le cas de l'abattage chassant le gaz entre dans la voie par plusieurs points d'injection étalés sur une grande distance, il n'y a là aucun problème de mélange puisqu'il n'y a qu'une faible quantité de gaz, par exemple 0,1 à 0,2 m^3/min qui se dégage par mètre de voie. En revanche, lors de l'abattage rabattant, le dégagement de gaz se concentre en un seul point, ce qui pose bien des problèmes de mélange si le dégagement de grisou du toit et du mur est important.

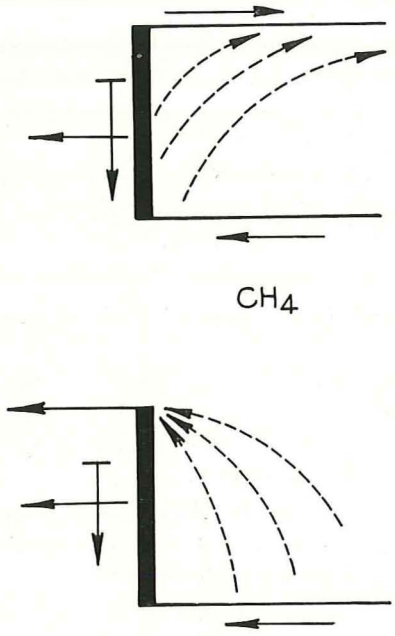


Fig. 6.

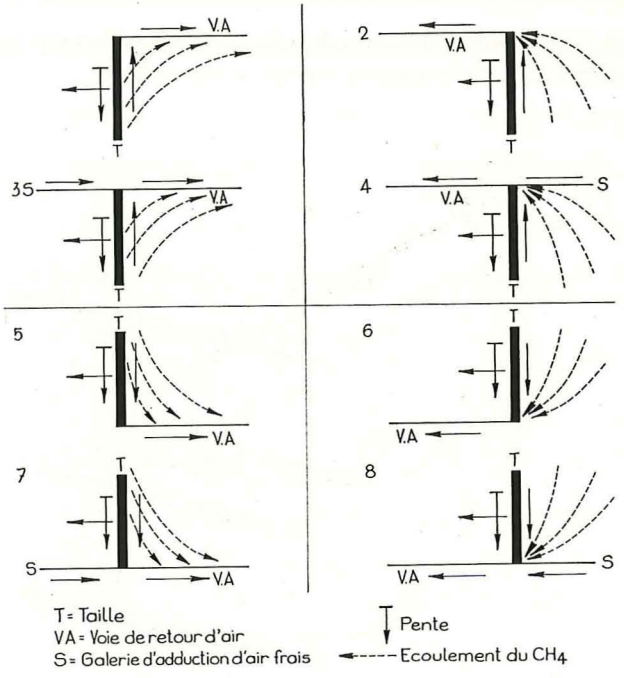


Fig. 7.

42. Problème du grisou dans les tailles pour différentes méthodes d'abattage.

421. Les méthodes d'aérage.

Il y a trois facteurs qui exercent une influence sur le dégagement de gaz et sur la répartition du gaz dans la taille :

a) Aérage ascendant ou descendant.

b) Abattage chassant ou rabattant. Dans ce cas, la voie d'entrée d'air n'intervient pas, mais seule la voie de retour d'air joue un rôle. C'est pourquoi l'abattage chassant et l'abattage rabattant sont considérés ici par rapport à la voie de retour d'air et l'entrée d'air n'intervient pas.

c) Addition d'air frais au bout de la taille sur le retour d'air. Cet apport d'air frais peut être assuré par des canars et dans ce cas la quantité est limitée. Dans le présent exposé, on n'envisage l'apport d'air frais au retour d'air de la taille que par une galerie.

Ces trois variables donnent huit schémas d'aérage que l'on trouve reproduites à la figure 7.

422. Le dégagement de grisou dans les différents systèmes d'aérage.

Ainsi que nous l'avons déjà vu précédemment, le gaz à éliminer de la taille provient de trois sources, à savoir :

a) de la veine elle-même ;

b) du mur et

c) du toit.

Ad. a).

Le gaz de la veine se dégage sur toute la longueur de la taille et il ne se laisse guère capter. Pour la facilité du calcul, nous admettons que tout le gaz dégagé par la veine se trouve dans le courant d'air de la voie de retour d'air de la taille. Lorsque des constatations contraires sont faites pour une veine déterminée, il en est tenu compte dans le calcul.

Ad. b).

D'une manière générale, il est difficile de capter le gaz du mur. Il monte dans l'arrière-taille où il recherche l'endroit où la pression est la plus faible. Lorsque l'aérage est ascendant et l'abattage est chassant, le gaz non capté s'infiltre dans le retour d'air sur une longueur de 20 à 100 m ; dans l'abattage rabattant, il s'écoule vers l'issue de la taille sur le retour d'air. Lorsque l'aérage est descendant, la force ascensionnelle du gaz est freinée par la dépression, de sorte qu'il se dégage partiellement dans la taille.

Ad. c).

La majeure partie du gaz du toit peut être captée et évacuée par un réseau de conduites sans se mélanger à l'air. Dans une exploitation rabattante, le captage du gaz est néanmoins moins efficace, même avec aérage descendant, de sorte qu'une partie de ce gaz se mélange encore avec l'air d'aérage.

Les dégagements précités de grisou sont reproduits qualitativement ; aux Pays-Bas, les observations et études faites sur le dégagement du gaz distinguent

depuis longtemps les trois sources de dégagement de gaz : veine, mur et toit (fig. 8). Le tableau I indique les moyennes de chaque catégorie.

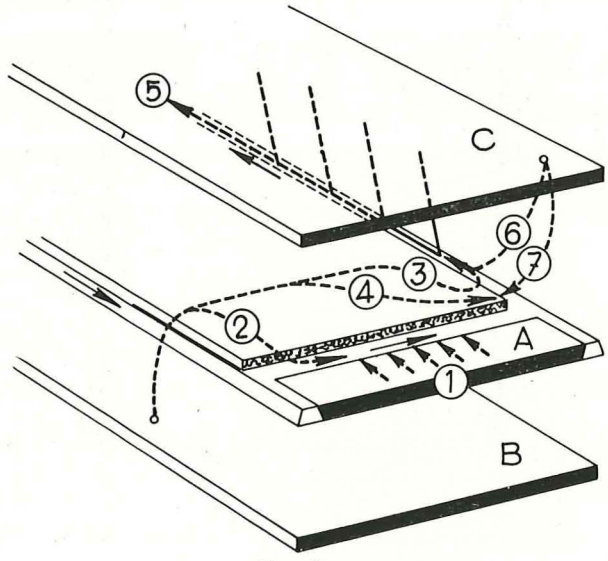


Fig. 8.

	A		B		C		
Méthode d'aérage	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	100	0	100	0	100	0	0 %
2	100	0	0	100	50	0	50 %
3	100	0	100	0	100	0	0 %
4	100	0	0	100	50	0	50 %
5	100	25	75	0	70	30	0 %
6	100	25	0	75	35	0	65 %
7	100	25	75	0	70	30	0 %
8	100	25	0	75	35	0	65 %

signifie pas qu'il en soit réellement ainsi, mais que, en moyenne pour un grand nombre d'observations, la quantité captée est à peu près égale à celle du toit et que la quantité de méthane s'infiltrant dans l'air correspond à la quantité de gaz du mur.

Lorsque des constatations contraires sont faites dans certaines veines ou portions de veine, il en est tenu compte dans les calculs.

423. Calcul de la quantité d'air nécessaire.

Ainsi que nous l'avons rappelé ci-dessus, il faut une quantité suffisante d'air frais pour la dilution et pour le mélange. En ce qui concerne l'aérage, les points névralgiques sont :

a) l'endroit où la totalité du grisou est injectée dans le courant d'air ; en cet endroit, le maximum admissible ne doit pas être dépassé ;

b) les endroits où beaucoup de gaz s'introduit dans le courant d'air ; en ces endroits, l'air doit avoir une vitesse suffisante conformément à la formule mentionnée au point 1 afin d'obtenir un bon mélange.

Ad. a).

La teneur la plus élevée de méthane est obtenue là où tout le grisou s'est mélangé avec l'air. Dans les méthodes d'aérage 1, 3, 5 et 7, cet endroit se situe à peu près à 100 m en aval de l'extrémité de la taille du côté du retour d'air, et dans les méthodes d'aérage 2, 4, 6 et 8, immédiatement à la sortie de la taille sur le retour d'air. Si l'on connaît la teneur maximale admissible de méthane, on peut généralement retenir comme moyenne, selon la régularité du dégagement de gaz, 70 à 90 % de cette valeur maximale (fig. 9).

TABLEAU I.

Méthode d'aérage (fig. 7)	Gaz de la veine dans la taille	Gaz du mur			Gaz du toit		
		dans la taille	dans la voie	dans le retour d'air de la taille	capté	dans la voie	dans le retour d'air de la taille
1	100 %	0 %	100 %	0 %	100 %	0 %	0 %
2	100 %	0 %	0 %	100 %	50 %	0 %	50 %
3	100 %	0 %	100 %	0 %	100 %	0 %	0 %
4	100 %	0 %	0 %	100 %	50 %	0 %	50 %
5	100 %	25 %	75 %	0 %	70 %	30 %	0 %
6	100 %	25 %	0 %	75 %	35 %	0 %	65 %
7	100 %	25 %	75 %	0 %	70 %	30 %	0 %
8	100 %	25 %	0 %	75 %	35 %	0 %	65 %

Ainsi qu'il a été signalé plus haut, une partie du gaz du mur peut être captée et une partie du gaz du toit peut s'introduire dans le courant d'air. Lorsque, dans le premier cas par exemple, il est indiqué que 100 % du gaz du toit sont captés et que 100 % du gaz du mur s'introduisent dans la voie, cela ne

Exemple : Lorsqu'on applique la méthode d'aérage 5, le courant d'air est chargé de 100 % du gaz de la veine + 100 % du gaz du mur + 30 % du

gaz du toit, tandis qu'à l'extrémité de la taille sur le retour d'air, le mélange avec l'air ne s'est effectué que pour la totalité du gaz de la veine et pour 25 % du gaz du mur. Lorsque la teneur maximale admise par la loi est de 1,5 % de méthane et que le dégagement de gaz est régulier, on peut en moyenne aller jusqu'à 1,3 %. Par conséquent, il faut une quantité d'air frais suffisante pour diluer à 1,3 % le gaz de la veine et 25 % du gaz du mur. En outre, il faut amener par la galerie d'aérage supplémentaire une quantité d'air suffisante pour diluer à 1,3 % l'ensemble des 75 % du gaz du mur et de 30 % de gaz du toit.

Exemple chiffré :

Extraction : environ 1.000 t/24 heures
Dégagement de gaz de la veine : 10 m^3/t
Dégagement de gaz du mur : 12 m^3/t
Dégagement de gaz du toit : 8 m^3/t
Dégagement par minute : 7 m^3 de gaz de la veine
8,5 m^3 de gaz du mur
5,6 m^3 de gaz du toit.

Dans la taille, il faut diluer : 100 % de gaz de la veine + 25 % de gaz du mur = 7 + 2,1 = 9,1 m^3/min. La quantité d'air frais nécessaire est de 700 m^3/min.

Dans la voie s'introduisent : 75 % de gaz du mur + 30 % de gaz du toit = 6,4 + 1,7 = 8,1 m^3/min pour lesquels il faut apporter 625 m^3 d'air frais par minute.

Ad. b).

Les points d'injection du grisou sont :

1. Sur toute la longueur du front de taille à des intervalles réguliers. Dans ce cas, aucun problème de mélange ne se pose.

2. Dans la voie de retour d'air pour les méthodes d'aérage 1, 3, 5 et 7 ; dans ce cas, du grisou provenant du toit et de la paroi le long de l'arrière-taille s'introduit dans le courant d'air sur une distance de 20 à 100 m ; par conséquent, le dégagement de gaz par mètre de galerie ne s'élève qu'à quelques dixièmes de mètre cube par minute. Dans le retour d'air, la vitesse de l'air est grande si la section n'est pas trop forte ; on peut donc s'attendre à un bon mélange.

Les vides au toit se rempliront complètement de grisou ; il faudra donc les boucher ou bien les ventiler s'ils sont nécessaires pour certains travaux. Il en est de même pour les vides dans les parois, par exemple lors des travaux de soutènement.

3. A l'extrémité de la taille sur le retour d'air et aux environs de celle-ci, le dégagement de gaz est important lorsqu'on applique les méthodes d'aérage 2, 4, 6 et 8. Le cas échéant, il faut donc veiller à accélérer le courant d'air au moyen d'éjecteurs. Toutefois, ces méthodes sont tenues par certaines limites, entre autres parce que l'air est déjà mélangé avec du méthane lorsqu'il aboutit à l'issue de la taille sur le retour d'air. Lorsqu'en cet endroit le dégagement de gaz est de plus de 5 à 7 m^3 de méthane par minute, les difficultés rencontrées sont d'une ampleur telle qu'il y a lieu d'envisager l'adoption d'une autre méthode d'aérage.

Exemple : Dans la méthode 4, 100 % de gaz du mur + 50 % de gaz du toit sont injectés dans le courant d'air à l'issue de la taille sur le retour d'air. Dans l'exemple mentionné sous a), cela représente un débit de 8,5 + 2,8 = 11,3 m^3/min. Dans ce cas, il semble douteux que l'on puisse encore obtenir un bon mélange ; il faudra donc prendre des mesures radicales pour y arriver malgré tout ou avoir recours à une autre méthode d'aérage.

5. L'AERAGE

La méthode précitée permet de déterminer, en fonction de la production et du dégagement de gaz probable de la veine, du toit et du mur, la quantité d'air frais nécessaire pour lutter contre le grisou dans un chantier d'abattage déterminé.

Ainsi qu'il a déjà été signalé, l'aérage doit encore satisfaire à d'autres exigences. C'est ainsi que la quantité d'air doit être suffisante pour régulariser le climat, pour dissiper les fumées des tirs et pour évacuer les poussières. En revanche, aux vitesses élevées, l'air soulève plus de grosses poussières, ce qui entraîne pour l'ouvrier une gêne plus grande, bien que la concentration des fines poussières diminue.

Il faut fixer la quantité d'air frais nécessaire compte tenu de tous ces facteurs.

Il s'agit maintenant de savoir si cette quantité d'air peut être fournie par le ventilateur principal ou s'il faut prendre des dispositions supplémentaires. Pour en juger, il faut avoir une connaissance approfondie des travaux miniers et connaître les indices des ventilateurs principaux et secondaires (courbes caractéristiques) et, enfin, disposer d'une méthode pour calculer la nouvelle répartition de l'air. Ce calcul peut être compliqué parce que le courant d'air est déterminé par une loi quadratique.

51. Le contrôle du système d'aérage existant.

La majeure partie de la dépression que le ventilateur principal imprime à l'air se perd en frottements dans le réseau de galeries de la mine. Par conséquent, la mesure de l'énergie dissipée en frottements serait la meilleure base pour déterminer la perte d'énergie subie par le courant d'air. En admettant un poids spécifique constant, les pertes d'énergie peuvent être exprimées sous forme de pertes de pression. Une perte de pression peut être mesurée directement, ce qui explique pourquoi nous ne parlons

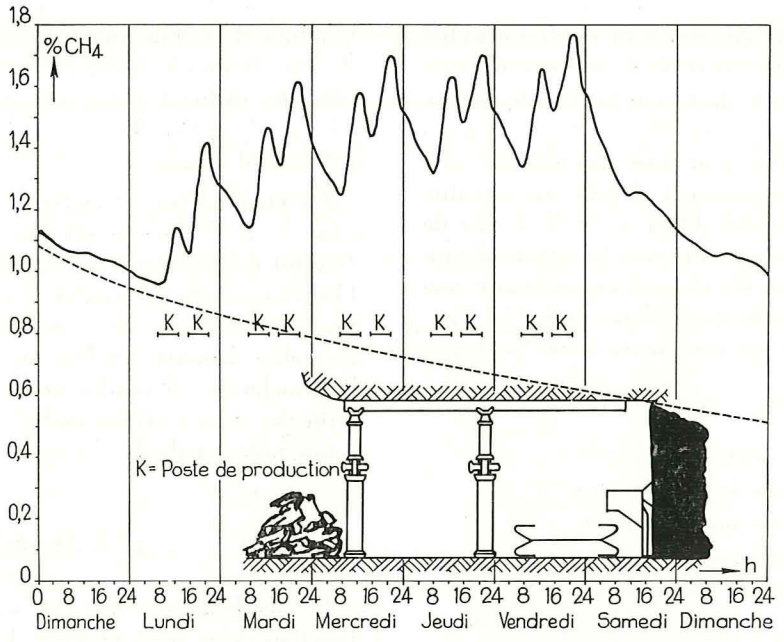


Fig. 9.

pas de pertes d'énergie mais de pertes de pression comme si celles-ci donnaient la mesure de la perte d'énergie. Toutefois, lorsque le poids spécifique varie le long du trajet de mesure, par exemple dans un puits, il faut interpréter avec toute la réserve requise une mesure même précise de la perte de pression (Hinsley [2]).

Si l'on se rend bien compte que la perte de pression ne traduit qu'approximativement la perte d'énergie et qu'une rectification peut donc être nécessaire, il est possible de déterminer les pertes d'énergie dans les diverses galeries et la résistance de ces galeries par la mesure des débits d'air. Dans les puits verticaux, il faut incorporer dans ce calcul la poussée ascendante naturelle. Sinon des erreurs importantes peuvent être commises surtout en cas de fluctuations de la température.

Actuellement, il existe beaucoup d'appareils pour mesurer les pertes de pression et les débits d'air ; ces appareils permettent des mesures suffisamment précises à condition de les soumettre régulièrement à une vérification au laboratoire. Au fond de la mine cependant, la précision des mesures de pertes de pression généralement faibles et des débits d'air n'est pas très grande. Il est possible de l'améliorer sensiblement en effectuant des mesures de débits d'air à la sortie du ventilateur principal, où l'on obtient généralement une meilleure précision. En procédant suivant cette méthode, on peut déterminer la résistance des voies d'aérage à 10 ou 20 % près [3].

52. Calcul d'un nouveau système d'aérage.

Il est possible de calculer une nouvelle répartition de l'air sur la base des résistances déterminées suivant les règles du par. 51 ou prédéterminées par les mesures précitées, effectuées dans les travers-bancs, galeries et tailles et sur la base des quantités d'air nécessaires dans les différentes tailles pour diluer le grisou. Toutefois, la dépression étant proportionnelle au carré de la quantité d'air (à poids spécifique constant de l'air), il n'est pas toujours facile de résoudre les équations d'écoulement pour toutes les dérivations du système d'aérage.

Dans plusieurs pays, des méthodes ont été mises au point pour calculer les réseaux d'aérage [4]. Le résultat de ces calculs donne un nouveau système d'aérage, souvent avec le même ventilateur principal, mais souvent aussi en ayant recours à une voie d'aérage supplémentaire ou à un ventilateur secondaire pour le quartier où la perte de pression est particulièrement élevée. Malheureusement le temps qui m'a été accordé ne me permet pas de m'attarder aux détails, puisque ma conférence ne doit traiter que du grisou. Vous voudrez bien comprendre que telle est la raison pour laquelle je ne traite ici que brièvement de l'aérage.

6. VERIFICATION DU CALCUL

61. Généralités.

Tout calcul technique est fondé, d'une part, sur des formules et, d'autre part, sur des grandeurs qui caractérisent les propriétés de la matière en cause. Souvent, on ne connaît ces propriétés que par approximation. Le résultat du calcul est de ce fait entaché d'erreurs. En comparant les résultats des

calculs avec les valeurs mesurées, il est possible de définir plus précisément les propriétés de cette matière. C'est encore ainsi qu'on a procédé pour trouver les données réunies à la figure 8 dont il est apparu qu'elles ne sont pas applicables à toutes les veines.

La vérification après coup, lorsque les travaux d'abattage sont déjà en cours dans le champ auquel les calculs se rapportent, se décompose de nouveau en deux parties, à savoir la vérification de la teneur en méthane dans le retour d'air (par exemple par l'établissement d'une courbe - fig. 9) et la vérification du processus de mélange. Nous y reviendrons encore de façon plus détaillée car, ainsi que nous l'avons dit dans l'introduction, un mélange défectueux a été souvent à l'origine d'accidents.

62. Vérification du mélange.

Cette vérification est sans objet si l'on se trouve à un endroit où il n'y a aucun dégagement de grisou ou en un endroit où il y a dégagement mais où la vitesse de l'air est néanmoins trop faible. La vérification implique donc que le personnel de surveillance possède des connaissances approfondies des points de la mine où le gaz se dégage. Rappelons que ces endroits se situent principalement dans les 100 derniers mètres de la voie de retour d'air ou à l'extrémité de la taille sur le retour d'air. En outre, il existe d'autres endroits dans cette voie où le gaz se dégage, par exemple le point de démarrage de la taille, les tronçons recarrés ou les endroits où la roche entourant la voie, précédemment très étanche, s'est désagrégée davantage, permettant ainsi que les travaux abandonnés dégagent à nouveau du gaz, etc.

A cet égard, il est extrêmement utile d'informer régulièrement le personnel de surveillance en discutant les évènements qui se sont produits dans ce domaine, en dehors ou à l'intérieur de l'entreprise.

Malheureusement, on a souvent tendance à ne procéder qu'à des mesures de grisou lorsque la vitesse de l'air est très faible en certains endroits par suite d'un aérage défectueux, sans porter directement remède à la situation. J'estime que cette attitude est fausse ; en effet, une perturbation de l'aérage peut provoquer la formation d'un mélange explosif de gaz. Les seules mesures de grisou ne suffisent pas pour réduire le danger, mais sont au contraire de nature à l'aggraver. Il faut tout d'abord améliorer l'aérage et ne vérifier qu'après une période d'attente assez longue si les mesures prises sont suffisamment efficaces.

Une vérification précise de la quantité de grisou dégagée et du mélange du méthane avec l'air permettra au personnel de surveillance de se faire une meilleure idée de la situation. Comme l'expert britannique en matière d'aérage, M. Bromilow [5], j'estime qu'un relèvement jusqu'à 3 % de la teneur admissible en méthane de l'air pourrait se justifier. Dans ce cas, l'enrichissement de nos connaissances des problèmes du grisou profiterait non seulement à la sécurité, mais aussi à la rentabilité de nos charbonnages.

BIBLIOGRAPHIE

[1] N.C.B. Report : Report of the Sub-committee on Mining Explosions, February 1959.
Summary in the Min. Electr. and Mech. Engineer, 1959, décembre, p. 135/138.

[2] a) F.B. HINSLEY : **Proc. South Wales Institute of Engineers 59,** p. 96/187, 1944.
b) F.B. HINSLEY : **The Mining Engineer 121,** p. 761/783, 1961-62, n° 23.

[3] a) **Charbonnages de France - Documents techniques 7,** 1962, p. 315/330.
b) E. SIMODE : **Revue de l'Industrie Minérale,** 1962. Doc. S.I M., p. 143/201 ; 1961, p. 229/273 ; p. 532/541.
c) W. SCHMIDT : **Glückauf,** 1955, p. 549/568.
d) R. GREUER : **Glückauf,** 1961, p. 1076/1085.
e) A. HOUBERECHTS, J. PATIGNY : **Inst. d'Hyg. des Mines. Comm. 146,** 1957.

[4] a) **Charbonnages de France - Documents techniques 7,** 1962, p. 331/362.
b) J. SOULE : **Annales des Mines de France,** 1960, p. 59/76.
c) L. CHAINEAUX et D. SEELEMANN : **Revue de l'Industrie Minérale,** 1961, p. 517/531.
d) D. SEELEMANN : **Revue de l'Industrie Minérale,** 1962, p. 205/213.
e) W. SCHMIDT : **Bergfreiheit,** 1952, n° 9, p. 1/10.
f) W. SCHMIDT : **Glückauf,** 1957, p. 225/245.
g) R. GREUER : **Glückauf,** 1959, p. 769/773.
h) F. MASSEN : **Bergbauwissenschaften,** 1962, p. 179/190.
i) A. HOUBERECHTS : **Annales des Mines de Belgique,** 1954, p. 319/320 ; 1955, p. 401 ; 1956, p. 611/613 ; 1957, p. 394/396 - p. 408/410 ; 1960, p. 434/437 ; 1961, p. 565/570.
j) O. de CROMBRUGGHE, J. PATIGNY : **Annales des Mines de Belgique,** 1958, p. 875/897.
J. PATIGNY : **Bull. Techn. de l'U.I.Lv.,** 3, 1958, p. 145/162. **R.U.M.,** 1958, p. 381/416.
k) J. COTTAAR : **Geologie en Mijnbouw,** 1958, p. 199/203.
l) W. MAAS : **Geologie en Mijnbouw,** 1950, p. 117/123.

[5] J.G. BROMILOW : **The Mining Engineer,** 1963, janvier, p. 363/372.

La lutte contre le grisou par sa détection

Progrès dus aux travaux entrepris dans les pays de la C.E.C.A.

par M. de VERGERON,

Chef de Groupe de Recherches au Centre d'Etudes et Recherches
des Charbonnages de France.

SAMENVATTING

Mijngas komt in een aanzienlijk aantal mijnen in soms belangrijke hoeveelheden vrij ; methaan is het hoofdbestanddeel ervan. Het kan :

— *of verstikking veroorzaken bij hoog gehalte door gebrek aan zuurstof,*

— *of ontvlammingen of « mijngasontploffingen » veroorzaken vanaf het ogenblik dat het gehalte 5 % bereikt.*

Dit gevaar is moeilijk te vermijden omdat het mijngas door onze zintuigen niet is op te sporen. Een afdoende bestrijding van deze onzichtbare vijand vergt veilige, stevige en toch voor een verandering van een duizendste van het gehalte gevoelige meetinstrumenten.

De onderzoekers, zowel in de laboratoria der mijnen als in die der leveranciers, blijven zoeken naar oplossingen welke door de vooruitgang der techniek mogelijk worden. Sedert het einde van de oorlog hebben zij talrijke toestellen ontworpen. Meerdere hebben reeds bij de ontginning hun toepassing gevonden :

— *steeds meer praktische en kleinere* zakformaat mijngasmeters *verschijnen geleidelijk naast de oorspronkelijke mijnlampen met vlam ; men kan het aantal in de zes landen der E.G.K.S. in gebruik zijnde interferometers en mijngasmeters met katalytische gloeidraden schatten op meer dan 3500 ;*

— *de verschijning in 1960 van betrekkelijk weinig kostbare* mijngasmeters met afstandsaanwijzing *veroorlooft reeds het gehalte van 40 bijzonder gevaarlijke of ontoegankelijke punten te bewaken. Zij heeft vooral het uitzicht gegeven om eindelijk een gezamenlijk beeld te verkrijgen van het vrijkomen van mijngas en de hierbij optredende veranderingen op alle plaatsen der mijn*

RESUME

Le grisou se dégage en quantités parfois importantes dans un nombre appréciable de mines ; le méthane en constitue la majeure partie. Il peut :

— *soit provoquer l'asphyxie par manque d'oxygène lorsque la teneur est élevée,*

— *soit donner lieu à des inflammations ou « coups de grisou » dès que la teneur dépasse 5 %.*

Ces dangers sont difficiles à éviter, le grisou étant indétectable par les organes des sens. Une lutte efficace contre cet ennemi invisible exige des instruments de mesure sûrs, robustes et cependant sensibles à une variation de teneur de un pour mille.

Les chercheurs, que ce soit dans les laboratoires des charbonnages ou ceux des fournisseurs, sont restés à l'affût des solutions rendues possibles par les progrès de la technique. Ils ont mis au point de nombreux appareils depuis la fin de la guerre. Plusieurs ont déjà trouvé leur place dans l'exploitation :

— *des* grisoumètres de poche *de plus en plus pratiques et de moins en moins encombrants s'ajoutent peu à peu aux lampes à flamme d'origine ; on peut estimer à plus de 3.500 le nombre des interféromètres et des grisoumètres à filaments catalyseurs en service dans les six pays de la CECA ;*

— *l'apparition en 1960 de* grisoumètres téléindicateurs *relativement peu onéreux permet déjà la surveillance de la teneur à distance en 40 points spécialement dangereux ou inaccessibles. Elle a surtout ouvert la perspective d'avoir enfin une vue d'ensemble du dégagement du grisou et de son évolution en tous points des travaux d'exploitation, par le regroupement et l'enregistre-*

door het bovengronds samenvoegen en registreren der aanwijzingen van meerdere tientallen toestellen in centrales voor mijngasafstandsmeting. *Twee centrales zijn in Frankrijk in gebruik. Meerdere zijn in uitvoering ;*

— mijngasmeters met automatische beveiliging *kwamen tussen 1950 en 1960 gereed ; een twintigtal ervan beschermt punten welke bijzonder blootstaan aan een onverwachts optreden van mijngas ;*

— *registrerende mijngasmeters zijn in de handel sedert 1950 ; in het Europa der Zes veroorloven bijna 200 ervan het uitstromen van mijngas te bestuderen ;*

— *onderzoekingen zijn gaande voor het vervaardigen van* registrerende mijngasmeters 0-100 % *welke nuttig zouden zijn voor een betere kennis en verbetering van het nieuwe bestrijdingsmiddel van mijngas, de afzuiging.*

Samenvattend zijn er sedert het einde van de laatste oorlog, zeer belangrijke verbeteringen bereikt voor het meten van mijngas, in het bijzonder door de onderzoekingen in de landen der E.G.K.S. Nieuwe gezichtspunten ontstonden door de mogelijkheden van het afstandstoezicht in centrales en alarmgeving en automatische uitschakeling. Deze belangrijke resultaten veroorloven het, nieuwe ontwikkelingen en in de toekomst een belangrijke verbetering der bestrijdingsmiddelen van het mijngas te mogen verwachten.

ZUSAMMENFASSUNG

In einer ganzen Reihe von Bergwerken strömt Grubengas in zuweilen erheblichen Mengen aus. Dieses Gas besteht hauptsächlich aus Methan. Es kann :

— *bei hohem Gehalt den Erstickungstod durch Sauerstoffmangel herbeiführen*

— *oder, wenn der Gehalt 5 % übersteigt, Entzündungen bzw. « Grubengasexplosionen » hervorrufen.*

Diese Gefahren lassen sich schwer bannen, da das Grubengas von der Sinnesorganen nicht wahrgenommen wird. Eine wirksame Bekämpfung dieser unsichtbaren Bedrohung erfordert zuverlässige und strapazierfähige Messgeräte, die gleichzeitig hochempfindlich sind und bereits auf Veränderungen des Grubengasgehalts um 1 tausendstel % reagieren.

Die Forscher in den Laboratorien der Kohlenbergwerke und der Lieferfirmen haben sich im Rahmen des technischen Fortschritts stets wieder um neue Lösungen bemüht. Seit Kriegsende haben sie zahlreiche Geräte entwickelt, von denen mehrere bereits im Betrieb Verwendung haben :

— *Die immer handlicheren* Taschengrubengasmesser, *die immer weniger Platz beanspruchen, treten nach und nach neben die herkömmlichen*

ment au jour en Centraux de télégrisoumétrie *des indications de plusieurs dizaines d'appareils. Deux Centraux sont en service en France. Plusieurs en cours de réalisation ;*

— *des* grisoumètres de protection *automatique ont été mis au point entre 1950 et 1960 ; une vingtaine protègent des points spécialement susceptibles d'être atteints par une venue intempestive de grisou ;*

— *des grisoumètres enregistreurs sont commercialisés depuis 1950 ; près de 200 permettent d'étudier le dégagement du grisou dans l'Europe des Six ;*

— *des recherches sont en cours pour la mise au point* de grisoumètres enregistreurs 0-100 % *qui seraient utiles pour mieux connaître et améliorer le nouveau moyen de lutte contre le grisou qu'est le captage.*

En résumé des améliorations très importantes ont été obtenues en grisoumétrie depuis la fin de la dernière guerre, en particulier à la suite des recherches entreprises dans les pays de la C.E.C.A. Des perspectives nouvelles ont été ouvertes par les possibilités de télésurveillance centralisée et d'alarme et de déclenchement automatiques. Ces résultats importants permettent d'envisager de nouveaux développements et d'espérer une amélioration notable à l'avenir des moyens de lutte contre le grisou.

SUMMARY

Firedamp is now and again discharged in large quantities in a considerable number of mines ; methane forms the greater part of the discharge. Firedamp can :

— *either cause gassing through lack of oxygen when the content is high,*

— *or bring about firedamp ignition or explosion as soon as the content exceeds 5 %.*

These hasards are difficult to avoid as firedamp cannot be detected by the sense organs. Efficient action against this invisible foe calls for reliable and robust measuring instruments, yet sensitive to a 1 ‰ content variation.

Research workers, whether in colliery research stations or in suppliers' laboratories, have been on the watch for solutions afforded by technical progress. They have developed numerous instruments since the end of the war. Many of these are already being used in coalmining :

— pocket firedamp detectors, *increasingly practical and less and less bulky, having gradually been*

Flammenlampen ; die Zahl der in den sechs Ländern der Montanunion bereits in Betrieb befindlichen Interferometer und Grubengasmesser mit Katalysatordrähten kann auf über 3.500 geschätzt werden ;

— *seit 1960 gibt es verhältnismässig billige* Grubengasmesser *mit* Fernanzeiger, *mit denen der Grubengasgehalt an 40 besonders gefährdeten oder unzugänglichen Punkten aus der Ferne überwacht werden kann. Dies lässt vor allem erhoffen, endlich einen Gesamtüberblick über die Ausgasung und ihre Entwicklung an sämtlichen Betriebspunkten unter Tage durch die Zusammenfassung und Aufzeichnung der Anzeigen einiger Dutzend Geräte in über Tage gelegenen* Zentralstellen für Grubengasfernmessung *zu erlangen. In Frankreich sind zwei solche Zentralstellen in Betrieb. Weitere werden gegenwärtig eingerichtet ;*

— Grubengasmesser mit selbsttätiger Sicherung *sind in den Jahren 1950 bis 1960 entwickelt worden ; etwa 20 solche Geräte sichern Punkte, an denen die Gefahr unvermittelter Grubengasausbrüche besonders gross ist ;*

— *schreibende Grubengasmesser sind seit 1950 im Handel ; nahezu 200 solche Geräte werden zur Untersuchung der Ausgasung in den Bergwerken der Montanunion verwendet ;*

— *zur Zeit ist man damit beschäftigt,* schreibende Grubengasmesser für 0-100 % *zu entwickeln, die zweifellos zu einer vertieften Kenntnis und zur Verbesserung des neuen Absaugeverfahrens beitragen werden.*

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass seit Ende des letzten Krieges erhebliche Fortschritte auf dem Gebiet der Grubengasmessung erzielt worden sind, die zu einem grossen Teil auf das Konto der Forschungen in den Ländern der Montanunion gehen. Die zentralisierte Fernüberwachung sowie die automatische Alarmgebung und Abschaltung haben neue Perspektiven eröffnet. Dank dieser bedeutenden Ergebnisse können neue Entwicklungen ins Auge gefasst und darf in Zukunft mit einer erheblichen Verbesserung der Grubengasbekämpfung gerechnet werden.

added to original flame safety lamps. It is estimated that the number of interferometers and catalytic filament firedamp detectors in use in the six E.C.S.C. countries exceeds 3,500 ;

— *the introduction in 1960 of comparatively inexpensive* firedamp remote indicators *already permits remote content-control at 40 particularly dangerous or inaccesible points. Above all, these new instruments make it possible at last to obtain an overall view of the firedamp discharge and its extent at all points of the workings, by regrouping and recording at the surface the readings of several dozen instruments at* central firedamp telemeasuring *stations. Two such stations are in service in France. Several others are being built ;*

— *automatic* protection firedamp detectors *were developed between 1950 and 1960 ; 20 of these protect points which are particularly liable to be affected by sudden firedamp discharges ;*

— *firedamp recorders have been marketed since 1950 ; nearly 200 of these are being used to investigate firedamp discharge in the Europe of the six ;*

— *research is in progress for developing* 0-100 % firedamp recorders, *which would be useful in acquiring a better understanding of the new method of firedamp suppression described as drainage, in order to improve it.*

To sum up, noteworthy progress was achieved in the field of firedamp measurement since the end of the war, in particular as a result of research carried out in the E.C.S.C. countries. New prospects were offered by the possibilities of centralised remote control and automatic warning and trigger action. These important results make it possible to envisage further developments and to expect a market future improvement in the means of firedamp suppression.

I. — DE LA NECESSITE ABSOLUE DE LA GRISOUMETRIE POUR TOUTE LUTTE EFFICACE CONTRE LE GRISOU

Le grisou se dégage naturellement dans les mines de charbon ; l'exposé allemand précédent précise les caractéristiques de ce dégagement et les études entreprises à ce sujet. Dès les premiers travaux d'exploitation, les mineurs ont perçu la nécessité de lutter contre ce gaz ; il convient d'abord pour cela de le connaître : il est composé essentiellement de méthane mélangé à des faibles quantités d'azote, de gaz carbonique et parfois des carbures éthyléniques et des homologues supérieurs de carbures paraffiniques [1].

Pourquoi ce gaz est-il si redouté des mineurs ?

Il y a à cela plusieurs raisons, qui sont les conséquences des caractéristiques du méthane qui en est le principal composant :

1°) *Le méthane est plus léger que l'air ;* sa densité relative est 0,56 ; de ce fait, le gaz qui se dégage s'accumule dans les parties supérieures des excavations minières et au toit des couches ou en couronne des galeries, tant qu'il n'a pas été mélangé à l'air par un brassage efficace.

2°) *Le méthane est incolore, inodore et sans saveur,* ainsi que généralement les gaz avec lesquels il forme le grisou. De ce fait le grisou n'est pas détecté par les organes des sens et les mineurs sont incapables de s'apercevoir de l'enrichissement en gaz de l'atmosphère qui les entoure sans l'aide d'un moyen artificiel de détection.

3°) *Le méthane,* carbure saturé, est peu réactif et *n'a* pratiquement *pas d'effet toxique* sur l'individu même aux fortes teneurs [2]. Certains auteurs attribuent au grisou un léger pouvoir hypnotique ou euphorisant. En conséquence, aucun symptôme physiologique n'avertit les mineurs du *danger d'asphyxie* qu'ils courent par suite de l'appauvrissement de l'air en oxygène lorsque l'atmosphère contient une trop forte proportion de grisou.

Les premiers symptômes d'anoxémie n'apparaissent suivant la constitution des individus que lorsque la teneur en oxygène tombe entre 16 et 12 %, ce qui correspond à une dilution de l'air par 24 à 43 % de gaz inerte ; les premiers symptômes comportent des difficultés à penser clairement et à concentrer sa pensée, puis apparaissent des troubles de jugement ; ils font que les mineurs n'ont pas le réflexe de fuir ; si la teneur en gaz continue à augmenter et dépasse 50 %, les efforts musculaires deviennent pénibles ; pour les teneurs plus élevées, le manque d'oxygène provoque la perte de connaissance et la mort, lorsque l'atmosphère contient moins de 7 % d'oxygène ou plus des deux tiers de gaz (*).

4°) *Le méthane est combustible ;* il forme avec l'air des mélanges inflammables lorsque sa teneur est comprise entre 5 et 16 % environ [3], c'est-à-dire pour des teneurs respirables sans aucune gêne et indécelables par les mineurs.

Les accumulations de grisou peuvent donc donner lieu à des flambées ou, lorsque les conditions convenables sont réunies, à des déflagrations. Les mineurs risquent dans un tel cas d'être victimes de brûlures ou de chocs mécaniques.

De plus, les « coups de grisou » peuvent allumer un incendie ou amorcer des « coups de poussières » encore plus dévastateurs. Ces manifestations sont extrêmement redoutables dans le milieu confiné que constitue un ouvrage minier. Même si les ouvriers n'ont pas été atteints par le « coup de grisou », ils risquent d'être intoxiqués par les gaz de combustion qui en résultent et qui peuvent contenir des proportions irrespirables d'oxyde de carbone.

5°) Les gaz contenus dans le charbon sont susceptibles, dans certains gisements particuliers, de donner lieu à des « *dégagements instantanés* » accompagnés de projections solides abondantes ; ces manifestations sont évidemment redoutables pour le personnel ; la communication belge suivante traitera de ce problème particulier.

L'énumération précédente des caractéristiques du grisou qui le rendent si redoutable dans la mine avait pour but essentiel de vous convaincre de la nécessité absolue de trouver des moyens efficaces et sûrs de détection et de mesure du grisou.

Il est impossible en effet de lutter contre un ennemi inconnu et invisible.

Dans le cas du grisou, le premier et le plus efficace des moyens de lutte mis en œuvre a été et est toujours de le diluer dans une quantité d'air suffisante pour que sa teneur ne puisse pas atteindre de valeur dangereuse. Il est évidemment impossible d'assurer une dilution efficace en tout point des mines si on ne dispose pas d'un moyen de contrôle des teneurs de l'atmosphère en grisou.

Un autre moyen de lutte consiste à capter une partie du gaz et à l'évacuer au jour par un réseau de tuyauteries. Le problème de sécurité est ici de maintenir la teneur dans le réseau de captage à une valeur supérieure à la limite supérieure d'inflammabilité. Ici encore, comment y arriver, si on ne dispose pas de moyens de mesure ?

Avant de passer à l'exposé des résultats des nombreux travaux effectués dans le but de faire progresser la grisoumétrie, je voudrais vous citer quelques chiffres à titre d'exemple vous permettant de juger du danger que constituent les gaz de mine [4] : ces gaz, et parmi eux en tout premier le grisou, ont provoqué dans les mines de houille et de lignite françaises 189 morts au cours des 10 dernières années recensées, c'est-à-dire de 1952 à 1961 inclus ; ces 189 victimes ne représentent que 13 % des mineurs tués pour des raisons diverses pendant la même période. Sur ce nombre, 124 ont été victimes d'inflammations de grisou ou de poussières et 65 tués soit par asphyxie, soit par suite de dégagements instantanés ; 140 ouvriers environ ont péri par suite d'accidents collectifs et spectaculaires, ce qui rend particulièrement impressionnants les accidents dus au grisou. Il faut toutefois se rendre compte qu'il y a eu environ deux fois plus de mineurs victimes d'accidents au cours de leur trajet entre leur domicile et la mine, et environ six fois plus pour d'autres raisons au fond de la mine. Le danger est donc grave, mais

(*) Les chiffres cités ont été fournis à l'Administration des Mines françaises par M. le médecin général Guenaud du corps des sapeurs-pompiers de Paris. Ils s'appliquent à un sujet au repos et à la surface du sol. Pour un sujet au travail, il faut remonter de 2 à 3 points les teneurs en oxygène indiquées.

ce n'est pas, et de loin, le plus important dans la mine.

La grisoumétrie est donc indispensable pour diminuer ou éliminer les risques issus du dégagement de grisou dans les mines, il convient de ne pas oublier que le risque d'asphyxie peut se présenter du fait de la présence d'autres gaz que le grisou. La grisoumétrie est donc un moyen nécessaire mais non suffisant dans la lutte contre les dangers d'asphyxie ; elle doit être complétée dans les cas où cela est nécessaire par des détecteurs de teneur en oxyde de carbone ou d'appauvrissement en oxygène par exemple. Par contre, la grisoumétrie peut constituer un moyen extrêmement puissant pour l'élimination du risque d'explosion surtout si l'on dispose d'analyseurs continus judicieusement disposés capables de donner l'alarme et de provoquer l'arrêt des travaux, supprimant de ce fait d'un seul coup de nombreuses sources possibles d'inflammation.

L'intérêt primordial de la détection du grisou a toujours paru évident. De très nombreux travaux ont été entrepris dès la deuxième moitié du XIXe siècle et toutes les voies possibles pratiquement explorées ; ces recherches ont d'ailleurs donné lieu à des réalisations remarquables pour l'époque.

Les producteurs de charbon européens et les administrations des mines n'ont cependant jamais abandonné l'espoir de nouveaux perfectionnements. Après la dernière guerre, en particulier, ils ont suscité chez des constructeurs spécialisés ou entrepris directement dans leurs laboratoires des recherches en vue de profiter des possibilités ouvertes par l'électronique, la sécurité intrinsèque et l'évolution des techniques en général.

De son côté, la Haute Autorité de la C.E.C.A. a organisé en 1957 un concours destiné à primer des prototypes d'appareils nouveaux et en particulier de grisoumètres de poche ou de grisoumètres avertisseurs portatifs.

Nous n'examinerons dans la suite que les appareils déjà au point qui ont été le fruit des travaux effectués dans les pays actuellement de la C.E.C.A. depuis la fin de la dernière guerre.

II. — CLASSEMENT DES GRISOUMETRES SUIVANT LEUR FONCTION

Puisqu'il s'agit ici des progrès obtenus en grisoumétrie dans la lutte contre le grisou, nous classerons les grisoumètres en fonction de leurs objectifs et de leurs caractéristiques d'usage.

Nous distinguerons successivement :

— les grisoumètres de surveillance et de contrôle ;
— les grisoumètres de protection automatique ;
— les grisoumètres d'étude ;
— les grisoumètres pour hautes teneurs ;
— les grisoumètres de laboratoire.

Les *grisoumètres de surveillance* et de contrôle comportent :

— Les *grisoumètres portatifs* destinés aux contrôles journaliers localisés effectués par le personnel d'encadrement et de surveillance : ingénieurs, porions, chefs d'équipe, boutefeux, contrôleurs d'aérage ... ; ces appareils doivent être transportables sans précaution particulière et d'utilisation adaptée à un personnel non spécialisé.
— Les *grisoumètres téléindicateurs* destinés à mesurer à distance la teneur en un point momentanément inoccupé ou inaccessible ; ces appareils sont spécialement intéressants pour mesurer la teneur soit avant le tir des explosifs, soit avant de s'engager dans les chantiers en aérage secondaire, en particulier dans le cas des chantiers montants ou dans celui des mines à dégagements instantanés.
— Les *centraux de télégrisoumétrie* destinés à la surveillance d'ensemble de l'aérage d'un siège à partir d'un poste situé généralement à l'extérieur de la mine.

Les *grisoumètres de protection automatique* sont des grisoumètres sentinelles, alarmes ou déclencheurs, destinés à surveiller continuellement l'atmosphère en un point déterminé et à donner un signal d'alarme si la teneur y atteint une limite déterminée ou à provoquer automatiquement la coupure de l'alimentation en énergie électrique des engins de la zone d'exploitation protégée.

Les *grisoumètres d'étude* comportent :

— Les grisoumètres enregistreurs destinés principalement à améliorer la connaissance du régime de dégagement du grisou et à contrôler de façon continue des courants d'air spécialement intéressants.
— Les grisoumètres télé-enregistreurs destinés à enregistrer à distance l'évolution de la teneur en un point donné.

Les *grisoumètres pour teneurs élevées* sont destinés essentiellement à la surveillance des réseaux de captage et accessoirement à celle des mines à dégagements instantanés de grisou.

Les *grisoumètres de laboratoire* sont destinés à l'analyse des échantillons d'atmosphère prélevés au fond de la mine.

III. — GRISOUMETRES DE SURVEILLANCE ET DE CONTROLE

III-1. Les grisoumètres portatifs [5].

Historiquement, le premier des détecteurs de grisou a été la lampe à flamme ; elle est encore le grisouscope de beaucoup le plus répandu et le seul qui soit sensible avant l'homme au manque d'oxygène.

Ces lampes n'étant actuellement plus utilisées pour l'éclairage individuel, des recherches ont été entreprises pour préciser et améliorer leurs qualités en tant que grisoumètre [6].

Plus récemment des grisoumètres portatifs, basés sur les propriétés physiques ou chimiques des mélanges air-méthane, ont été mis au point. Nous ne citerons ici que les appareils mis au point dans les pays de la CECA depuis la fin de la dernière guerre.

III-11. Lampes à flamme.

III-111. *Lampemètre Petite-Rosselle* [7].

Cet appareil est essentiellement constitué par une lampe à flamme dans laquelle le seuil de détection du grisou et la précision de la détermination de la teneur sont améliorés par l'artifice suivant : un fil de platine peut être déplacé au-dessus de la flamme jusqu'à l'amener à l'incandescence naissante ; le déplacement du fil détecteur entraîne un index qui se déplace devant une règle graduée ; la position de l'index par rapport à la règle indique la teneur de l'atmosphère en CH_4.

La précision obtenue est de l'ordre de ± 0,2 % contre ± 0,3 % pour une lampe ordinaire. Le principal intérêt est de permettre de déceler la présence de grisou à partir de 0,2 % au lieu de 0,8 % pour une lampe ordinaire et de faciliter la lecture de la teneur.

III-112. *Lampes allemandes mixtes électriques et à flamme « Wetteranzeiger »* [8].

Plusieurs firmes allemandes : Dominitwerke GmbH, Concordia Elektrizitäts A.G., Friemann und Wolff ont mis au point des lampes mixtes dans lesquelles la fonction éclairage est assurée électriquement par un phare, tandis que la fonction de détection du grisou est assurée par une lampe à flamme de taille et de poids réduits à rallumeur électrique.

Environ 1.500 lampes mixtes Dominit sont actuellement en service. Leur inconvénient est une masse assez élevée : 2,6 kg.

La lampe Concordia comporte, elle, deux éléments reliés par un câble électrique : un phare léger et une lampe à flamme en carter parallélépipédique.

La lampe Friemann et Wolff est monobloc, mais ne pèse plus que 1,650 kg, par suite de l'adoption d'accus argent-zinc.

Ces deux dernières lampes ont été présentées à l'agrément en 1951.

L'avantage des lampes mixtes réside dans une plus grande robustesse, une meilleure protection des tamis et finalement une diminution du danger d'inflammation par rapport aux lampes à flamme classiques.

III-113. *Gas und Prüfwarnleuchte* [9].

Ce dispositif prototype, signalé en 1959, est l'association d'une lampe à flamme normale et d'une lampe chapeau ; l'accus de la lampe chapeau est relié par un câble spécial à un élément photosensible qui peut être fixé sur n'importe quelle lampe à flamme vis-à-vis de cette dernière. Suivant que la flamme est allumée ou éteinte, la photodiode commande par l'intermédiaire d'un montage à transistor un relais qui allume ou éteint le phare de la lampe chapeau.

Toute extinction de la flamme se traduit donc par l'extinction du phare d'éclairage. La lampe donne ainsi l'alarme en cas de diminution de la teneur en oxygène de l'atmosphère lorsque celle-ci tombe entre 18,8 et 17,6 %.

Les qualités de la lampe à flamme, en tant que grisoumètre, ne sont pas modifiées.

III-12. Interféromètres [10] - [11].

Un interféromètre Zeiss avait déjà été utilisé avant la dernière guerre à des mesures de grisou. Un appareillage amélioré est sorti en 1945 ; il avait été mis au point avec la collaboration de la « Prüfstelle für Grubenbewetterung » ; l'encombrement trop élevé, 80 × 210 × 440 mm, en a handicapé l'utilisation. Finalement Zeiss construit depuis 1953-54 un appareil de poche, analogue à l'interféromètre japonais Riken. La masse de cet appareil est 1,4 kg ; il mesure 38 × 90 × 200 mm (fig. 1).

Fig. 1. — Interféromètre portatif Zeiss.

Les interféromètres détectent la teneur en grisou par le déplacement, par rapport à un repère fixe, des franges d'interférence provoquées par la diffraction d'un pinceau lumineux qui traverse d'une part une chambre de référence contenant de l'air pur et d'autre part une chambre contenant l'air à analyser. Il s'agit en fait d'une mesure indirecte de la différence des indices de réfraction de l'air pur et de l'atmosphère grisouteuse, dans des conditions analogues de température et de pression ; l'indice de réfraction étant également modifié par la présence de vapeur d'eau, de gaz carbonique ou d'autres gaz, il est indispensable d'en débarrasser l'échantillon gazeux à examiner en lui faisant traverser des cartouches convenables, renouvelées suffisamment fréquemment. Par contre, aucune des parties de l'appareil proprement dit ne subit d'usure du fait des mesures. Seule l'ampoule constituant la source lumineuse doit être changée de temps en temps.

L'interféromètre est alimenté par une pile sèche de 1,5 V. Sa sécurité vis-à-vis du grisou est élevée, l'appareil étant de sécurité intrinsèque.

Chaque appareil n'a qu'une gamme de mesures · celle-ci peut être choisie parmi les gammes suivantes : 0-5, 0-10 et 0-100 % CH_4 .

La précision est environ ± 0,15 % CH_4 pour la première de ces gammes.

En 1963, 410 appareils sont en service dans la Ruhr, sans compter 240 interféromètres japonais Riken.

De plus, une centaine d'appareils sont en service dans les Pays-Bas, une cinquantaine en Belgique, et quelques-uns en France.

III-13. Grisoumètres à filaments catalyseurs.

III-131. *Grisoumètres Verneuil 54* [12].

Cet appareil a été mis au point, comme son nom l'indique, dans les Laboratoires de Verneuil-en-Halatte (Oise) du Centre d'Etudes et de Recherches des Charbonnages de France. Sa commercialisation date de 1954 ; plus de 1.200 appareils ont été vendus à la fin de 1962 (fig. 2).

Il utilise la combustion catalytique du méthane au contact d'un filament de platine inséré dans un des bras d'un pont de Wheatstone. Il était caractérisé au moment de sa conception par un certain nombre de particularités de réalisation.

La chambre de combustion antidéflagrante contient deux filaments en platine rhodié de très petites dimensions portés à des températures différentes telles que le méthane éventuellement présent dans l'air analysé s'oxyde par catalyse sur un seul filament, l'autre assurant la compensation vis-à-vis des gaz étrangers non combustibles. Par suite de cette compensation, l'appareil ne comporte pas de cartouches filtrantes pour l'élimination du gaz carbonique et de la vapeur d'eau contenus dans l'atmosphère à analyser, tout en assurant une précision meilleure que ± 0,1 % pour les teneurs comprises entre 0 et 2 % de grisou ; l'échelle de mesure s'étend de 0 à 3 %. La pile sèche de 4,5 V qui alimente le grisoumètre est d'un modèle standard et permet d'effectuer 1.000 mesures, la durée des filaments est de l'ordre de la dizaine de milliers de mesures.

L'appareil comporte un réglage de zéro et un réglage de tension.

L'encombrement de l'appareil est 60 × 85 × 230 mm et son poids, accessoires compris (plaque

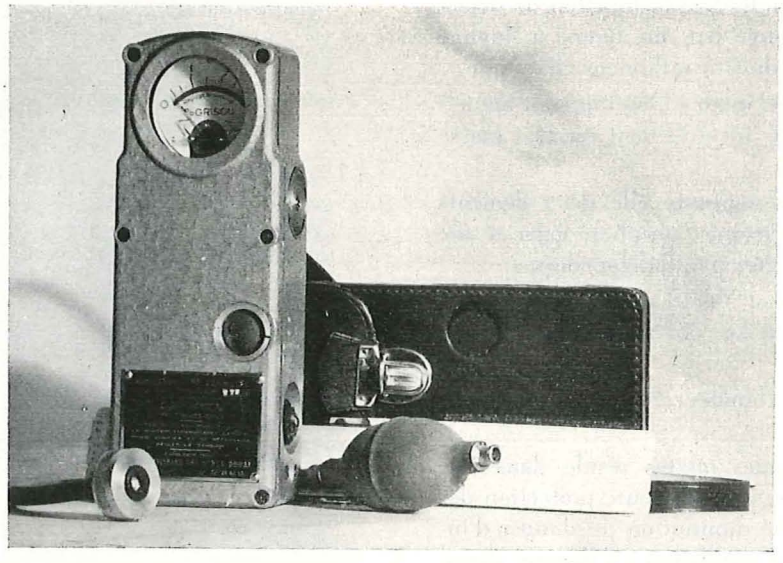


Fig. 2. — Grisoumètre portatif Verneuil 54.

support ou sacoche), est de 1,7 kg environ, ce qui en faisait un appareil portatif d'utilisation très pratique.

III-132. *« Methanprüfer » K 59 et G 61 de la Gesellschaft für Gerätebau* [13].

Ces appareils sont immédiatement dérivés du précédent.

La mesure repose sur le même principe ; les filaments catalytiques utilisés sont des filaments Verneuil fournis par la Compagnie Auxiliaire des Mines à Douai (France).

Les appareils mis au point en 1959 et 1961, comme l'indique la désignation des types, présentent, surtout par rapport au précédent, l'avantage d'un encombrement moindre : 48 × 65 × 150 mm. Ils ne pèsent que 600 grammes (fig. 3).

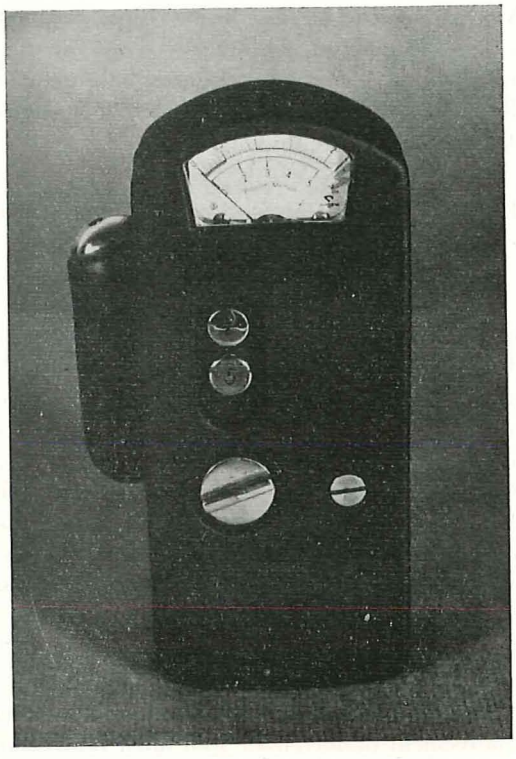


Fig. 3. — Grisoumètre portatif G 61.

Les autres différences sont les suivantes :

— alimentation par accus rechargeables permettant d'effectuer 700 mesures par charge ; la tension doit être ajustée environ toutes les 10 mesures ;

— double gamme de mesures :
0-2 % CH_4 à ± 0,1 % près
0-5 % CH_4 à ± 0,15 % près.

On comptait 555 appareils en service en Allemagne au 1er janvier 1963.

Le prototype Kuhbier 59 a reçu un des deux seconds prix décernés dans la catégorie « grisoumètre de poche » par le jury du concours de la CECA ; le 1er prix n'avait pas été attribué.

III-133. *Méthanomètre Auer M 102* [13].

Cet appareil portatif a été commercialisé en Allemagne vers 1961 ; il mesure la teneur en grisou de l'atmosphère, comme les précédents, par le déséquilibre d'un pont de Wheatstone comportant deux filaments de platine l'un détecteur l'autre compensateur.

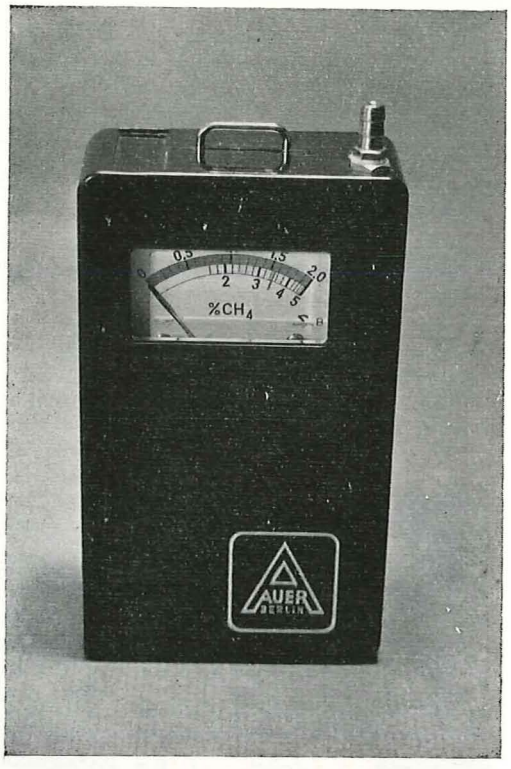


Fig. 4. — Méthanomètre Auer M 102.

Les différences principales sont les suivantes :

— Les filaments de platine utilisés sont enrobés dans une perle d'oxyde d'alumine renfermant pour le filament sensible des catalyseurs qui provoquent l'oxydation du méthane à une température de 500°C (*). Les filaments étant protégés par la perle et fonctionnant à une température beaucoup plus basse que les filaments nus ont une durée de vie beaucoup plus longue et peuvent assurer plusieurs dizaines de milliers de mesures. Par contre leur temps de réponse est allongé ; la mesure dure 10 à 15 secondes.

— L'appareil ne comporte pas de réglage à exécuter par l'opérateur du fait de la stabilité des filaments.

(*) Ces filaments ont été mis au point dans les laboratoires anglais du Safety in Mines Research Establishment à Sheffield.

— L'appareil comporte comme le « Methanprüfer » 2 gammes de mesures :

0-2 % CH_4 à ± 0,1 % près,
0-5 % CH_4 à ± 5 % de la lecture.

Il est également alimenté par des accus rechargeables qui permettent d'effectuer 200 à 250 mesures par charge.

— L'appareil ne pèse que 500 grammes et ses dimensions sont encore plus réduites : 36 × 75 × 126 mm.

Près de 1.000 appareils étaient déjà en service au 1er janvier 1963.

III.-14. Katharomètre portatif Siemens et Halske [13], (fig. 5).

Cet appareil utilise la différence de conductibilité thermique du méthane et de l'air :

— 4 fils de platine de 0,02 mm de diamètre sont tendus dans l'axe de 4 cavités cylindriques de 5 mm de diamètre et 53 mm de hauteur d'un cylindre d'aluminium ;

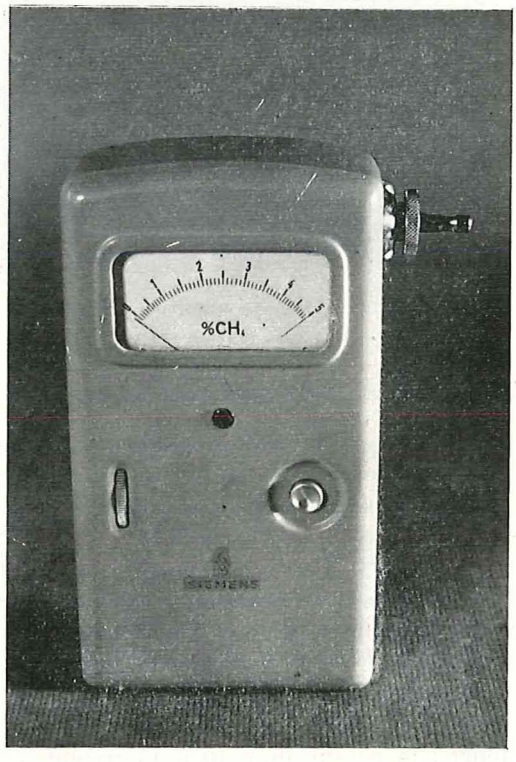


Fig. 5. — Katharomètre portatif Siemens.

— 2 des cavités sont étanches et remplies d'air pur ;
— les 2 autres peuvent être remplies par un échantillon d'atmosphère à analyser par des orifices capillaires ;
— les 4 fils sont montés dans un pont de Wheatstone et portés électriquement à une température de 1.000° C. Plus les chambres de mesures contiennent un pourcentage élevé de méthane, plus les fils se refroidissent, ce qui modifie leur résistance ohmique et déséquilibre le pont ; la mesure de l'intensité du courant traversant la diagonale du pont est proportionnelle à la teneur en méthane.

L'appareil est alimenté par un accus rechargeable qui permet 150 à 200 mesures par charge. Il comporte un réglage de la tension et un réglage du zéro.

L'atmosphère à analyser doit être débarrassée de son gaz carbonique et de la vapeur d'eau par la traversée de cartouches convenables à renouveler toutes les 250 mesures environ.

L'échelle de mesure s'étend de 0 à 5 % ; la précision serait ± 0,1 %.

L'appareil doit être maintenu horizontal pour la mesure.

Aux teneurs très élevées, on ne risque pas, comme avec les grisoumètres à filaments, d'obtenir une réponse dans la gamme de mesures habituelle, l'aiguille allant obligatoirement en butée au-delà de l'extrémité supérieure de l'échelle.

III-15. Résultats obtenus et perspectives d'avenir en grisoumétrie portative.

L'énumération des grisoumètres portatifs mis au point depuis la fin de la guerre dans les pays de la CECA montre bien les progrès réalisés dans ce domaine au cours des 15 dernières années. Des efforts parallèles ont été accomplis dans d'autres pays et notamment en Grande-Bretagne, aux U.S.A., en U.R.S.S. et au Japon. Le jury du concours de la CECA a d'ailleurs accordé un des deux seconds prix décernés dans la catégorie « grisoumètres de poche » à l'appareil à filament mis au point par le Centre de recherches anglais « Safety in Mines Research Establishment » et fabriqué par la « Mines Safety Appliances Cy » [14] (fig. 6).

Aux lampes à flamme classiques, peu précises et relativement dangereuses, sont ainsi venus s'ajouter des grisoumètres de plus en plus pratiques et de moins en moins encombrants. On note une évolution rapide vers des grisoumètres de poche pesant moins de 500 g et ne nécessitant aucun réglage.

On peut évaluer, très grosso modo, à plus de 3.500 le nombre des grisoumètres à filaments catalyseurs et interféromètres déjà en service dans les charbonnages de la CECA.

Des problèmes restent cependant à résoudre, tels que, par exemple :

— permettre la détection des « nappes de grisou » par les lampes à flamme ;
— trouver un grisoumètre portatif donnant l'alarme lorsque la teneur en oxygène tombe en dessous d'une certaine limite ;

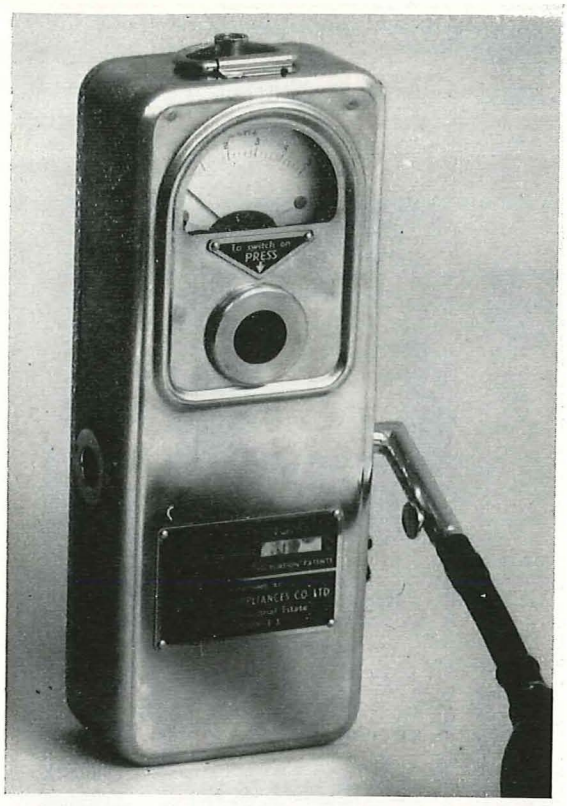


Fig. 6. — Grisoumètre portatif M.S.A.

— rendre univoque la réponse des grisoumètres à filaments dont l'indication est actuellement douteuse lorsque la teneur dépasse 7 %.

La difficulté principale est de résoudre ces problèmes sans revenir sur les progrès remarquables obtenus en matière de robustesse, de simplicité, d'encombrement et de prix.

III-2. Les grisoumètres Verneuil téléindicateurs VT 60 A [15] (fig. 7).

Il s'agit de grisoumètres à filaments catalyseurs identiques à ceux des grisoumètres portatifs précités ; ils ont été mis au point dans les laboratoires du Centre d'Etudes et de Recherches des Charbonnages de France.

L'appareillage comporte 3 parties :

— La tête de mesure, contenant le pont de filaments, a 100 mm de diamètre et 150 mm de hauteur.

— Un poste codeur, relié à la tête par un câble de quelques mètres de longueur, traduit le déséquilibre du pont de mesure en un signal de fréquence variable avec la teneur en grisou. Ce signal ne peut pas être perturbé par des défauts éventuels de la ligne de télétransmission, sauf si elle est occupée ou en court-circuit franc. Si le signal est perçu par le poste de lecture, la teneur en grisou lue est celle transmise par le codeur qui est contenu dans un carter cylindrique de 130 mm de diamètre et 300 mm de hauteur.

— Un poste de lecture traduit le signal de fréquence déterminée reçu en un déplacement d'aiguille devant un cadran gradué de 0 à 5 % de CH_4. Ce poste pèse 4 kg ; il mesure 220 × × 150 × 150 mm. Il peut être relié au poste codeur par une ligne quelconque, par exemple une ligne du genre de celles utilisées par les boutefeux ; la longueur de la ligne peut atteindre plusieurs kilomètres. Une liaison téléphonique est prévue, entre le poste de lecture et le poste codeur.

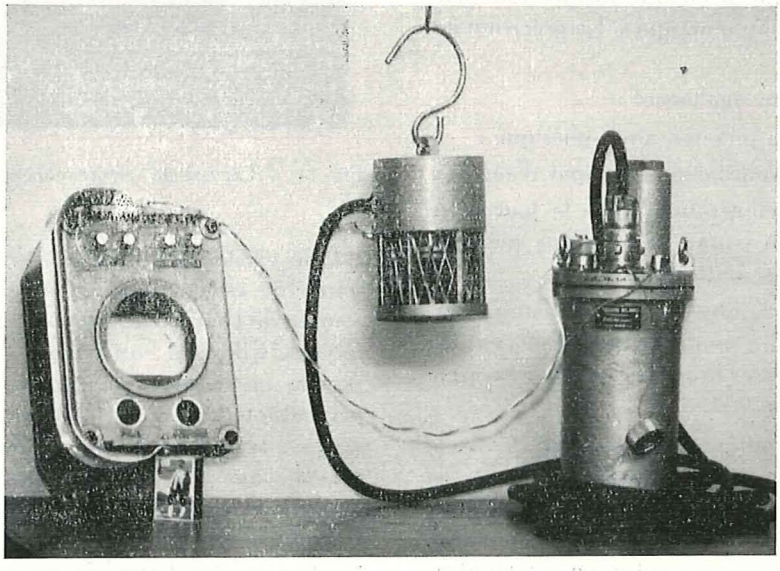


Fig. 7. — Grisoumètre Verneuil Téléindicateur.

L'appareillage est portatif, autonome et de sécurité intrinsèque ; son poids total est inférieur à 6 kg. Il permet d'effectuer environ 10.000 mesures avant épuisement des piles au mercure d'alimentation ; l'intervalle des mesures peut être aussi rapproché que 15 à 30 secondes.

Il ouvre la voie à des possibilités de contrôle de la teneur à distance, inexistantes jusqu'en 1960, et doit permettre en particulier de mesurer la teneur en des points d'accès difficile ou momentanément inaccessibles tels que les chantiers évacués pour le tir, immédiatement avant ce dernier. Une quarantaine de tels appareils sont déjà en service.

III-3. Les centraux de télégrisoumétrie [15].

Le Centre d'Etudes et de Recherches des Charbonnages de France a déjà réalisé à partir de grisoumètres Verneuil téléindicateurs deux centraux prototypes de télégrisoumétrie, dont l'un est en service depuis plus d'un an (fig. 8).

Il comporte 12 têtes de mesure de teneur en grisou réparties dans 1 mine aux points les plus intéressants ; ces têtes sont associées à des postes codeurs alimentés par accus rechargés automatiquement par la ligne pendant les périodes de non interrogation.

Chaque codeur est relié par une ligne bifilaire à l'armoire centrale de télé-enregistrement située au jour dans un local approprié. Cette armoire interroge successivement et automatiquement chacune des lignes à des intervalles réguliers toutes les 9, 18 ou 45 minutes au choix.

Les indications sont enregistrées sur un diagramme de 250 mm de largeur par des points numérotés multicolores. La vitesse de déroulement est 12,5 mm/h. L'échelle des teneurs est graduée de 0 à 2 %, mais l'enregistrement et la lecture sont possibles jusqu'à 6 %. Chacune des voies peut être interrogée manuellement à volonté à chaque instant indépendamment des mesures automatiques. La précision est $\pm$ 0,1 % de CH_4.

L'appareil enregistre également :

— les variations de la pression atmosphérique ;
— la dépression du ventilateur principal d'aérage ;
— la différence de température entre le jour et le retour d'air, ce qui permet d'avoir une idée des variations du tirage naturel.

Une signalisation lumineuse ou acoustique est prévue ; elle comporte 4 seuils de déclenchement réglables communs à toutes les directions, par exemple 0,5 - 1 - 1,5 et 2 % de CH_4.

Des liaisons téléphoniques sont possibles entre le central et chacun des postes codeurs ; il suffit de brancher sur l'un d'eux un combiné téléphonique portatif spécial et d'appeler l'opérateur du central, au jour, par haut-parleur pour entrer en communication avec lui.

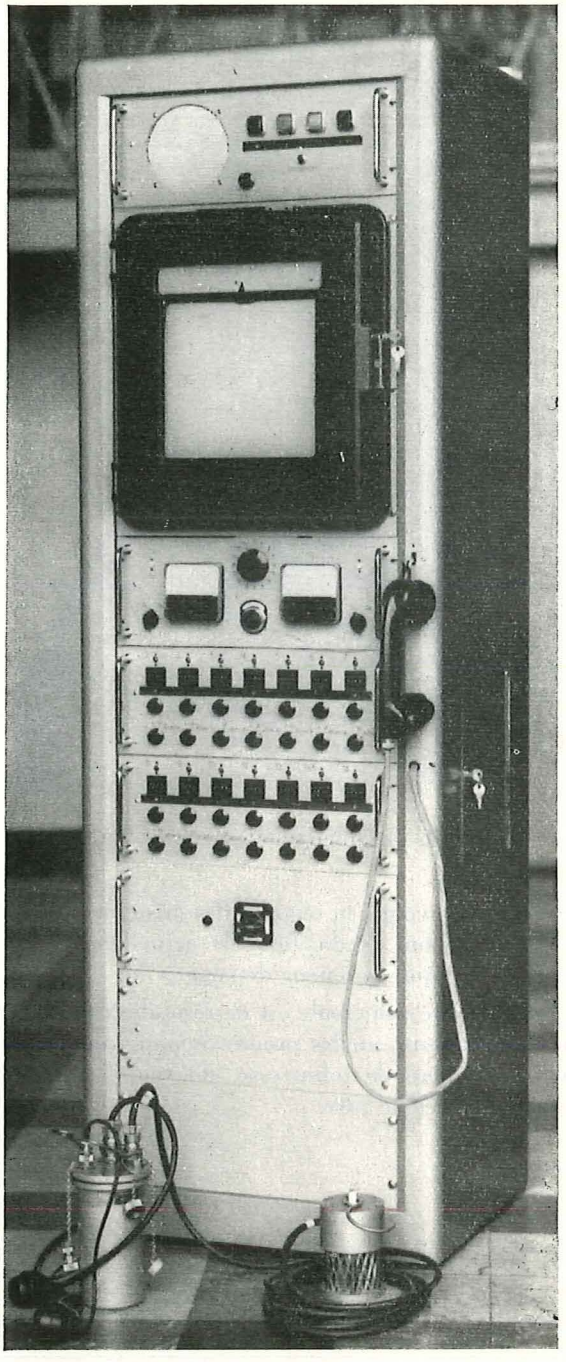


Fig. 8. — Central de télégrisoumétrie Cerchar, 1re version.

Une version industrielle des centraux de télégrisoumétrie est en cours de mise au point en tenant compte de l'expérience obtenue par les premiers prototypes. Elle sera entièrement transistorisée et comportera un nombre quelconque de tiroirs standards permettant chacun d'interroger 10 lignes de grisoumétrie ; le niveau des seuils d'alarme sera réglable sur chacune des lignes. L'armoire comportera un nombre laissé au choix de l'utilisateur d'enregistreurs à 10 directions ; chacune des n $\times$ 10 lignes existantes pourra être branchée ou pas sur l'enregistreur suivant les besoins de l'exploitation (fig. 9).

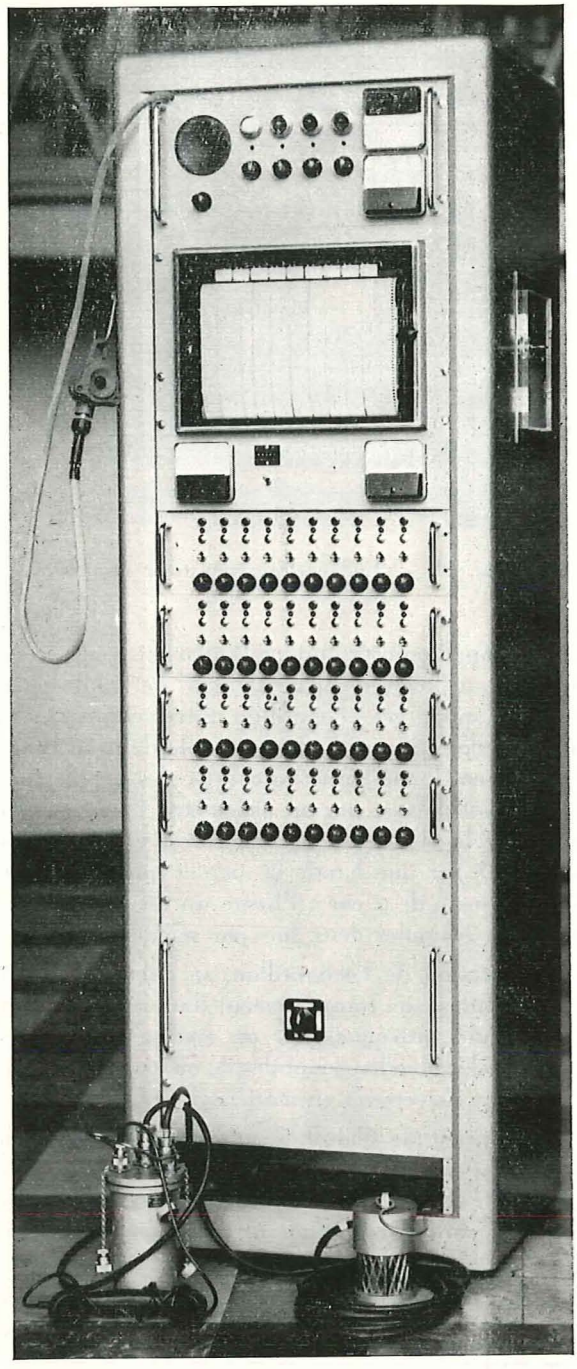


Fig. 9. — Central de télégrisoumétrie Cerchar, 2me version.

Ainsi on pourra surveiller en des points aussi nombreux qu'on le voudra que la teneur ne dépasse pas la limite fixée à cet endroit et on pourra étudier particulièrement l'évolution enregistrée de la teneur dans les quelques points intéressants momentanément du fait du développement de l'exploitation.

La construction des centraux sera assurée par la Compagnie Auxiliaire des Mines à Douai (France).

J'ajoute que ces nouveaux centraux pourront ultérieurement surveiller ou enregistrer la vitesse de l'air en autant de points de la mine qu'on le désirera en utilisant des téléanémomètres en cours de mise au point par une modification simple des têtes actuelles de télégrisoumétrie. Cette adjonction constituera un nouveau progrès important dans les possibilités de surveillance et de lutte contre le grisou.

Le premier central de télégrisoumétrie est en service depuis un an ; il a immédiatement permis de découvrir des phénomènes insoupçonnés et, par la suite, a grandement contribué à faire améliorer l'atmosphère de la mine. D'autres centraux sont en cours d'installation et permettront sans nul doute, eux aussi, de supprimer avant qu'elles ne deviennent dangereuses, de nombreuses élévations de la teneur, locales ou momentanées.

IV. LES GRISOUMETRES DE PROTECTION AUTOMATIQUE

L'analyseur déclencheur ADR-59-D mis au point dans les laboratoires de Verneuil du Centre d'Etudes et de Recherches des Charbonnages de France est le seul appareil dont la fonction première est de mettre automatiquement et rapidement hors tension un réseau électrique et qui soit totalement autocontrôlé [15] (fig. 10).

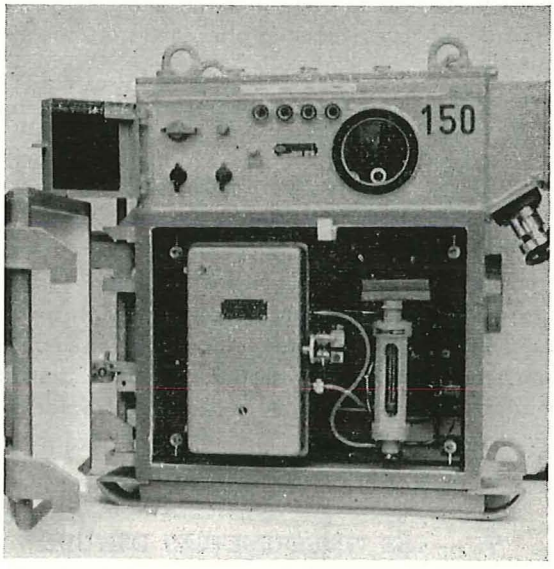


Fig. 10. — Analyseur déclencheur rapide ADR-59-D.

L'organe doseur est un analyseur à adsorption de rayonnement infrarouge type 80 construit par le Contrôle de chauffe sous licence Onera ; le fonctionnement de ce doseur est continu et son temps de réponse propre de quelques centièmes de seconde seulement.

Le déclenchement entre en action lorsque la teneur en grisou dépasse une limite réglable à l'avance, mais non lorsque l'alimentation du grisoumètre se trouve coupée accidentellement. Elle est assurée par un contact à ouverture qui se referme automa-

tiquement lorsque la teneur en grisou redevient normale. Un deuxième contact à fermeture est destiné à être inséré sur un dispositif d'alerte acoustique, le hurleur HAT 6010, de sécurité intrinsèque et à alimentation autonome ; ce contact reste fermé jusqu'à intervention d'un opérateur. Enfin, un contact inverseur commande un signal lumineux uniquement en cas de panne ou de dérangement d'un quelconque des éléments du grisoumètre ou en cas de coupure d'alimentation.

L'appareil est contenu dans un carter antidéflagrant 85 × 50 × 90 cm et pèse 250 kg environ. Son échelle de mesure s'étend normalement entre 0 et 2 %. Il assure la mise hors tension du réseau en moins de 2 secondes, le délai étant d'autant plus court que la montée de la teneur en CH_4 est plus rapide.

Une quinzaine d'appareils sont en service dans des mines de charbon françaises à dégagements instantanés et aux Mines Domaniales de Potasse d'Alsace.

Il est juste de signaler que le déclenchement d'une alarme ou la mise hors tension d'un réseau électrique peut être obtenue accessoirement par l'intermédiaire de certains des grisoumètres enregistreurs dont nous allons parler par la suite mais en général avec des délais de réponse beaucoup plus élevés et sans autocontrôle :

— le Mono comporte à cet effet un relais pneumatique ;

— l'Uras est muni d'un relais réglable capable d'interrompre un circuit de 200 VA.

Les appareils déclencheurs actuels sont tous chers et encombrants, ce qui a beaucoup limité jusqu'ici leur utilisation. Il y aurait certainement un très grand intérêt à mettre au point un grisoumètre déclencheur fruste et sûr, destiné à la protection des chantiers d'exploitation et des traçages rapides par mineurs continus.

V. — LES GRISOUMETRES D'ETUDE

V-1. Les grisoumètres enregistreurs.

V-11. Eudiomètre enregistreur Mono [13] et [16] (fig. 11).

Cet appareil est construit par Maihak depuis 1952. 170 environ sont en service en Allemagne et une vingtaine en France et en Belgique.

La mesure de la teneur en grisou est basée sur la diminution du volume des gaz de combustion du méthane contenu dans une quantité déterminée d'air, après condensation de la vapeur d'eau produite et refroidissement des gaz.

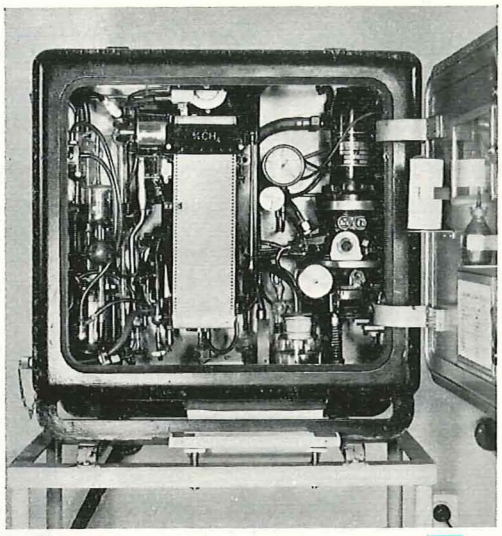


Fig. 11. — Eudiomètre enregistreur Mono.

L'appareil procède automatiquement toutes les 3 minutes au prélèvement de 130 cm^3 de l'atmosphère environnante ; cet échantillon traverse ensuite un four comportant un filament capable de brûler catalytiquement le méthane ; le volume des gaz de combustion est mesuré par un gazomètre. Le niveau atteint par la cloche du gazomètre est enregistré par un pointé sur une bande de papier que fait défiler à une vitesse de 2 cm à l'heure un dispositif d'horlogerie à remonter deux fois par semaine.

L'aspiration de l'échantillon, sa circulation dans les tubulures, son transvasement d'un récipient dans l'autre sont provoqués par un éjecteur à air comprimé et des bouchons mobiles de mercure. Les tubulures sont en verre et en matière plastique.

Le courant de chauffage du filament catalyseur est fourni par un alternateur entraîné par une turbine à air comprimé. Le four de catalyse est enfermé dans un carter antidéflagrant de dimensions réduites.

L'ensemble de l'appareillage est enfermé dans une armoire en tôle de 250 × 550 × 580 mm. Il ne pèse que 50 kg.

L'échelle de mesure s'étend de 0 à 5 %. La précision est ± 0,05 % entre 0 et 1 % de CH_4 et 5 % de la teneur lue pour les teneurs comprises entre 1 et 5 %.

V-12. Katharomètre enregistreur [17] (fig. 12).

Cet appareil a été mis au point par le Laboratoire Central des Mines d'Etat Néerlandaises et se classe actuellement parmi les appareils enregistreurs les plus précis. Il utilise la différence de conductibilité thermique du méthane et de l'air.

L'élément détecteur est constitué par un bloc de laiton de 120 mm de long percé de 4 canaux de 5 mm de diamètre ; 4 fils de platine de 30 microns

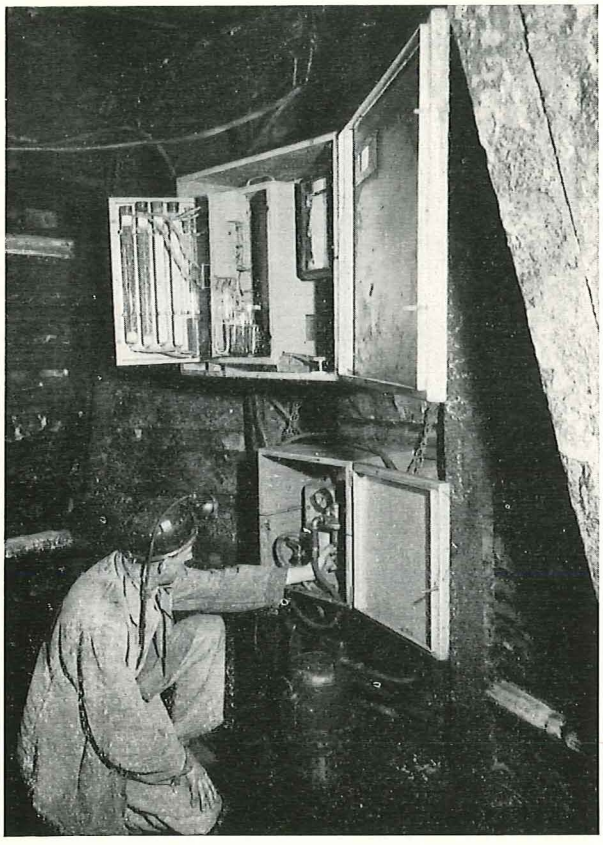


Fig. 12. — Katharomètre enregistreur.

de diamètre sont tendus dans l'axe de chacun des canaux et branchés en pont de Wheatstone ; ils sont portés à environ 100° C par le passage d'un courant électrique. Deux des canaux sont parcourus par de l'air pur et les deux autres par l'atmosphère à analyser. L'air de référence provient du réseau d'air comprimé qui alimente également l'éjecteur qui assure la circulation des gaz. L'air à doser et l'air de référence traversent tous deux des cartouches chimiques qui arrêtent la vapeur d'eau et le gaz carbonique. Le courant électrique est fourni par un alternateur entraîné par une turbine à air comprimé.

Lorsque l'air à analyser contient du méthane, meilleur conducteur de la chaleur que l'air, les filaments correspondants sont refroidis et le pont de Wheatstone déséquilibré. Un appareil de mesures à cadre mobile enregistre les variations de tension sur la diagonale du pont ; le papier est entraîné par un mouvement d'horlogerie à remontage mécanique.

L'appareillage comporte trois parties :

— la génératrice électrique de 47 cm de haut et 28 cm de diamètre ;
— le katharomètre proprement dit contenu dans un carter de 27 × 45 × 52 cm ;
— l'enregistreur dont les dimensions sont environ 20 × 20 × 30 cm.

L'appareil doit être relié au réseau d'air comprimé par l'intermédiaire d'un dispositif évacuateur d'eau.

Le temps de réponse est de l'ordre de 5 minutes.

L'appareil comporte 3 échelles de mesure, suivant la position choisie d'un contacteur : 0-2, ou 0-4 ou 0-10 % de CH_4. La précision des mesures est ± 0,05 sur la première échelle et ± 0,1 sur la deuxième.

Une douzaine de prototypes sont actuellement en service. La licence de fabrication a été accordée à la firme Dräger.

V-13. Grisoumètres enregistreurs à absorption de rayonnement infrarouge.

La plupart des gaz hétéro-atomiques absorbent des rayonnements infrarouges de longueurs d'ondes déterminées et caractéristiques, tandis que les gaz mono ou homo-atomiques comme l'oxygène et l'azote de l'air ne provoquent pas d'absorption. Le méthane absorbe les rayonnements de longueurs d'ondes comprises dans des bandes centrées en particulier sur 3,5 et 7,8 μ.

On peut donc doser le grisou en mesurant, de façon différentielle, l'énergie absorbée. Cette méthode présente de très grands avantages :

— la spécificité qui évite l'épuration préalable des gaz dosés ;
— la sensibilité très grande qui permet d'obtenir facilement des précisions de dosage de 0,01 % ;
— la continuité du dosage qui n'a pas besoin d'être interrompu ;
— la rapidité qui ne dépend pratiquement que de la vitesse d'introduction dans l'appareil des gaz à doser.

Par contre, les doseurs infrarouges sont relativement encombrants et lourds ; ils doivent être enfermés dans un carter antidéflagrant, leur consommation électrique, 30 W environ, étant relativement importante. De plus, ils sont assez délicats. C'est pourquoi les grisoumètres basés sur ce principe sont des appareils disposés à poste fixe.

V-131. *Uras* [11].

La réalisation d'une version en carters antidéflagrants d'un enregistreur à absorption de rayonnement infrarouge a été entreprise par la Badische Anilin und Soda Fabrik qui a ensuite donné la licence de fabrication à Hartmann et Braun.

Le premier appareil enregistreur de CH_4 de ce type a été installé au fond en Allemagne en 1946.

Une dizaine de ces appareils sont en service dans la Ruhr depuis 1950.

Ces appareils composés, chacun, de deux carters de 310 × 440 × 1.000 mm pèsent 2 × 120 kg ; ils sont donc lourds et encombrants. Les carters doivent être installés sur place vides, puis reliés au secteur ; l'appareillage intérieur est ensuite monté par un spécialiste.

L'appareil présente l'avantage d'offrir 3 gammes de mesures : 0-1, 0-2 et 0-10 %.

L'enregistreur pointe la teneur toutes les 30 secondes.

V-132. *Inframètre Siemens* [11], [18] et [19].

Cet appareil plus récent est également contenu dans deux carters antidéflagrants ; l'encombrement total est réduit à 280 × 650 × 900 mm et le poids à 2 × 45 kg. Il comporte en outre un enregistreur continu de sécurité intrinsèque en carter étanche à la poussière (fig. 13).

En dehors de la pompe de circulation des gaz à doser, l'interféromètre Siemens est entièrement statique ; l'amplification du signal fourni par le récepteur du rayonnement infrarouge est assurée par des amplificateurs magnétiques en remplacement des tubes électroniques.

De ce fait, l'appareil est moins délicat et les carters peuvent être transportés au fond avec tout l'appareillage intérieur. Il doit être branché sur le secteur 220 V.

Une dizaine d'appareils sont en service. Ils ne comportent qu'une échelle de mesure : 0-5 %.

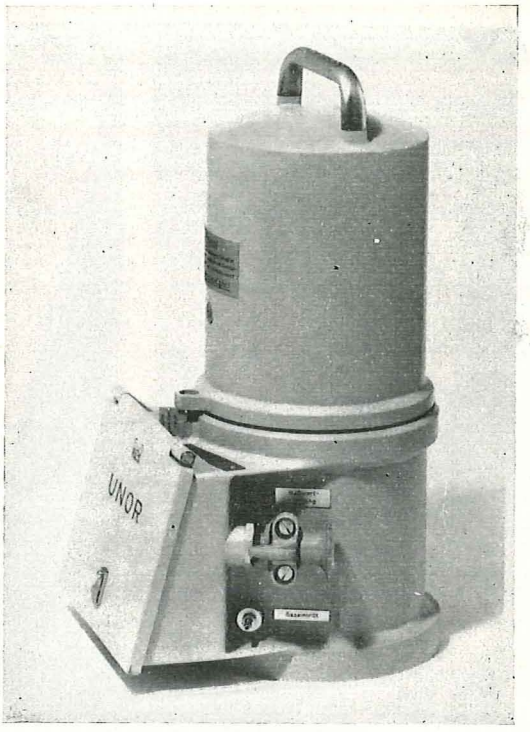


Fig. 14. — Analyseur infra-rouge Unor.

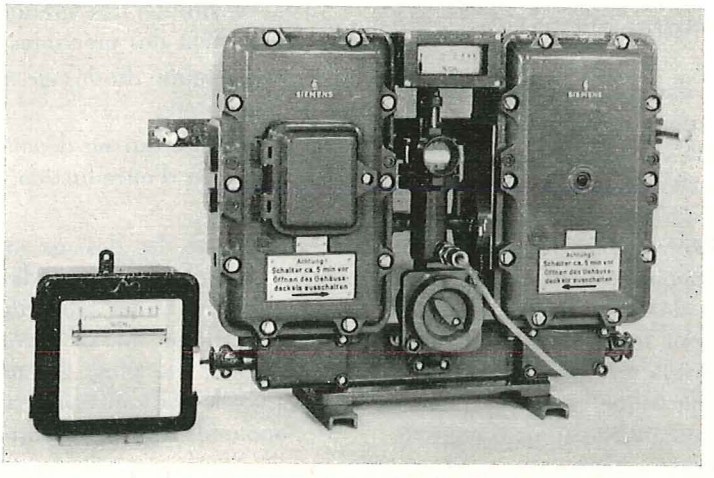


Fig. 13. — Inframètre Siemens.

V-133. *Unor* [20] (fig. 14).

Cet appareil a été mis au point dans les laboratoires de la Bergbau-Forschung à Essen-Kray à partir d'un nouveau principe de mesure de l'absorption des rayonnements infrarouges, breveté par l'Office National d'Etudes et de Recherches Aéronautiques à Châtillon s/Bagneux (France). Il présente de nombreux avantages :

— sélectivité accrue ;

— insensibilité à la poussière et aux impuretés de l'air ;

— versatilité : l'appareil peut être transformé en enregistreur de teneur en oxyde de carbone par le seul remplacement de deux pièces : le tube d'analyse et le récepteur ;

— encombrement et poids réduits : l'appareil ne pèse que 25 kg, enregistreur non compris ;

— possibilité de fonctionnement sur le réseau d'air comprimé, par l'intermédiaire d'une turbine à air de 100 W ;

— possibilité de disposer le millivoltmètre enregistreur à une distance pouvant atteindre plusieurs kilomètres.

Deux appareils sont à l'essai d'endurance dans une mine depuis avril 1961. Maihak va entreprendre la construction d'appareils transistorisés, dont le fonctionnement pourrait être prolongé, en cas de panne de courant, à l'aide d'accus incorporés.

Le jury du concours de la Haute Autorité de la CECA a décerné un premier prix à cet appareil en tant qu'enregistreur de teneur en CO ayant deux gammes de mesure, l'une de 0 à 0,3 millième avec précision et sensibilité de 10 p.p.m., l'autre de 0 à 3 millièmes avec précision de 100 p.p.m.

V-2. Progrès dans l'enregistrement grisoumétrique.

Comme on le voit, plusieurs types d'appareils enregistreurs existent maintenant et permettent de suivre l'évolution de la teneur en différents points des mines.

Cependant ces appareils sont encore relativement lourds et encombrants. Leur installation est handicapée par l'obligation d'un branchement sur un réseau de distribution d'énergie : air comprimé ou électricité. Leur fonctionnement cesse si la source d'énergie est coupée.

Les grisoumètres télé-enregistreurs réalisés par le Cerchar à partir des téléindicateurs déjà cités constituent un nouveau progrès ; ils ne comportent au fond de la mine que les têtes de mesure et des postes codeurs autonomes et facilement transportables ; les postes de lecture situés au jour sont interrogés automatiquement à intervalles réguliers, 2 - 3 ou 6 minutes au choix et les mesures enregistrées sur un potentiomètre miniature soit autonome, soit branché sur le secteur. L'inconvénient est qu'il faut une ligne de transmission entre le point de mesure et le poste d'enregistrement.

L'idéal serait de disposer de grisoumètres enregistreurs autonomes et facilement transportables d'un point à un autre.

VI. — GRISOUMETRES POUR TENEURS ELEVEES

L'appareil le plus utilisé pour évaluer la teneur dans les tuyauteries de captage est le Fyrite ; c'est un appareil portatif léger d'emploi très pratique. Ce n'est toutefois pas un grisoumètre, mais un indicateur de teneur en oxygène. La teneur en grisou en est déduite, en admettant que le gaz capté est un mélange de méthane et d'air, ce qui n'est pas toujours vrai.

VI-1. Grisoumètres portatifs.

Les seuls grisoumètres portatifs permettant la mesure des teneurs élevées en grisou sont des interféromètres. Nous avons déjà signalé que Zeiss fabriquait une version à échelle 0-100 % de son interféromètre de poche. 109 sur 191 des interféromètres 0-100 % en service dans la Ruhr au 1er janvier 1963 étaient de ce type [11].

Signalons que l'appareil étant sensible aux variations de pression, il faut aspirer l'échantillon dans la tuyauterie du dégazage et le refouler à la pression ambiante à travers l'appareil, pour éviter de fausser complètement les mesures [21].

VI-2. Grisoumètres enregistreurs.

La Société Maihak construit un grisoumètre enregistreur Mono 0-100 % à absorption d'oxygène par un dissolvant chimique. Dans cet appareil la teneur en CH_4 est déduite de la diminution du volume de l'échantillon d'atmosphère analysé due à l'élimination de l'oxygène. Cette méthode est mal adaptée à la mesure des teneurs en grisou dans les tuyauteries de captage où le grisou n'est pas dilué dans de l'air et contient un pourcentage d'azote parfois beaucoup plus élevé.

C'est pourquoi Maihak expérimente depuis plusieurs années, en liaison avec le Centre de Recherches allemand d'Essen-Kray, un autre appareil Mono 0-100 % ; il est constitué par l'adjonction à l'enregistreur Mono 0-5 % déjà décrit d'une armoire contenant un dispositif d'aspiration et de dilution du grisou au vingtième de sa teneur d'origine [22] (fig. 15).

18 appareils étaient en service en Allemagne au 1er janvier 1963.

En attendant leur commercialisation, l'Inichar en Belgique et le Cerchar en France ont fait ou font réaliser des grisoumètres enregistreurs 0-100 % en carters antidéflagrants à partir d'analyseurs à absorption de rayons infrarouges type 80, construits par le Contrôle de chauffe sous licence Onera.

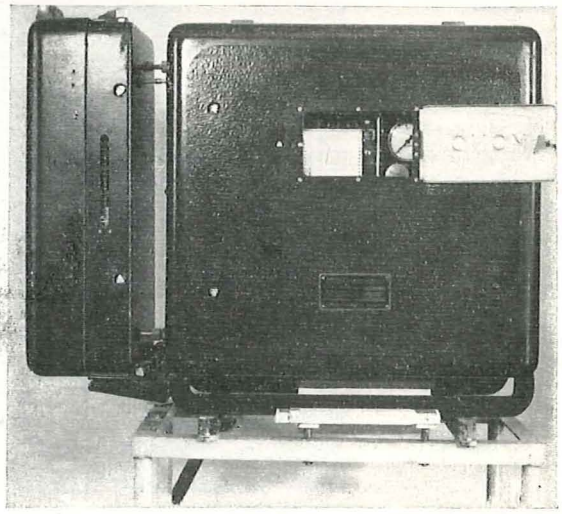


Fig. 15. — Eudiomètre enregistreur Mono 0-100 %.

Signalons également qu'une légère modification permet de porter l'échelle de mesure du katharomètre hollandais de 0 à 100 % CH_4.

VII. — GRISOUMETRES DE LABORATOIRES

Les laboratoires d'analyse des gaz des mines ne présentent pratiquement pas de particularité par rapport aux autres. Ils peuvent donc utiliser tout appareillage suffisamment précis pour leur besoin et suffisamment simple à manipuler pour le personnel généralement peu spécialisé qui peut être affecté à ces travaux.

Il est normal que des recherches spéciales n'aient pas été entreprises par les industries houillères pour faire progresser ce genre de matériel.

Toutefois, le système de dosage utilisé sur le grisoumètre portatif Verneuil 54 donnant toute satisfaction aux points de vue précision, stabilité et fidélité, le Cerchar en a réalisé une version de laboratoire qui peut être alimentée par le secteur ; le grisoumètre « Verneuil-Laboratoire » est muni d'un milliampèremètre de mesure à cadran de 80 mm. Sa précision de dosage est supérieure à ± 0,05 % quelle que soit l'humidité de l'échantillon dosé et pour des teneurs en CO_2 inférieures à 30 % [12] (fig. 16).

Sa gamme de mesures s'étend de 0 à 3 %.

Il permet d'effectuer environ 250 dosages par poste de travail de 8 h. Il permet d'effectuer des analyses sur des prélèvements de volume faible, de l'ordre de 50 à 100 cm^3, ce qui facilite évidemment la prise et surtout le transport des prélèvements dans la mine.

VIII. — CONTROLE DES GRISOUMETRES

Une des conditions essentielles de l'efficacité de la lutte contre le grisou par sa détection est de pouvoir se fier aux grisoumètres dont on dispose. Ceci suppose que les mines puissent contrôler sur place les grisoumètres sans les envoyer à un organisme central ou à un constructeur.

Dans ce but, le Centre d'Etudes et de Recherches des Charbonnages de France assure gratuitement depuis 10 ans le remplissage des bouteilles de gaz étalon des utilisateurs de grisoumètres. Le nombre total des bouteilles en circulation est de l'ordre de 220 ; chaque bouteille contient 3,33 litres de gaz à 1,5 % de CH_4 comprimé à 150 bars, soit environ 1/2 m^3 de gaz détendu, ce qui permet d'effectuer un milier de contrôles. 250 remplissages ont été effectués en 1962.

Les utilisateurs ont ainsi été en mesure de contrôler aussi souvent qu'ils l'ont voulu, et en particulier, après chaque incident à l'appareil ou en cas de doute, si l'indication lue correspondait ou pas à la teneur du gaz étalon qui la traversait. Le Cerchar recommande d'ailleurs de procéder à un contrôle avant chaque poste ; cette opération dure moins de 30 secondes et son prix de revient est de l'ordre de 0,06 F.

La sécurité et la confiance en sont grandement améliorées.

IX. — CONCLUSIONS

Le grisou se dégage en quantités parfois importantes dans un nombre appréciable de mines, de

Fig. 16. — Grisoumètre Verneuil-Laboratoire.

mines de charbon en particulier ; le méthane qui en constitue la majeure partie est dangereux pour les mineurs parce qu'il peut :

— soit provoquer leur asphyxie par manque d'oxygène lorsque la teneur est élevée ;

— soit donner lieu à des inflammations ou « coups de grisou » dès que la teneur atteint 5 %.

Ces dangers sont très difficiles à éviter du fait que le grisou est indétectable par les organes des sens. Toute lutte efficace contre cet ennemi invisible exige donc des instruments de mesure à la fois très précis puisqu'il s'agit de teneurs qui doivent généralement rester inférieures à 1 %, très sûrs puisqu'ils risquent d'être occasionnellement en présence de teneurs inflammables et enfin adaptés aux conditions extrêmement brutales et sévères de la mine.

Les impératifs de la grisoumétrie ont été universellement admis par tous les mineurs depuis les débuts des exploitations souterraines intensives du XIX^{e} siècle et on peut dire que les recherches ont été ininterrompues depuis un siècle.

L'accélération récente des progrès de la technique a permis d'améliorer notablement les moyens de détection mis à la disposition des mineurs.

L'énumération des appareils mis au point dans les pays de l'Europe des Six depuis la fin de la dernière guerre montre combien les chercheurs, que ce soit dans les laboratoires des charbonnages ou ceux des fournisseurs de matériel, sont à l'affût des solutions possibles.

Ainsi de nombreux appareils ont vu le jour et été soumis à l'épreuve de l'exploitation :

— des *grisoumètres de poche* de plus en plus pratiques et de moins en moins encombrants s'ajoutent peu à peu aux lampes à flamme classiques ;

— des *grisoumètres enregistreurs*, en majorité eudiomètres, sont commercialisés pratiquement depuis 1950 ; ils permettent déjà de suivre les évolutions de la teneur en grisou en plus de 200 points en Europe, ce qui ne peut manquer de faire progresser grandement la connaissance du dégagement du grisou dans les mines ;

— des *grisoumètres déclencheurs* ont été mis au point entre 1950 et 1960 ; ils sont malheureusement encore encombrants et chers et ne sont utilisés qu'au nombre d'une vingtaine en des points particuliers, spécialement susceptibles d'être atteints par une venue intempestive de grisou ;

— l'apparition après 1960 de *grisoumètres téléindicateurs* relativement peu onéreux a ouvert des horizons nouveaux ; une quarantaine d'appareils autonomes permet déjà la surveillance à distance de points spécialement dangereux ou inaccessibles ; de plus et surtout, le groupement et l'enregistrement de leurs indications en un point centralisé au jour permettront enfin d'avoir une vue d'ensemble du dégagement du grisou et de son évolution en tous points des travaux d'exploitation ;

— enfin le développement après la guerre du nouveau moyen de lutte contre le grisou qu'est le captage a rendu nécessaire la mise au point de *grisoumètres de contrôle pour teneurs élevées* ; plus de 200 grisoumètres portatifs de ce type, en majorité interféromètres, sont en service.

Des recherches sont en cours pour la mise au point de grisoumètres enregistreurs 0-100 % qui seraient certainement utiles pour mieux connaître et améliorer la captation du grisou.

En résumé, des améliorations très importantes ont été obtenues en grisoumétrie, en particulier par les recherches entreprises dans les pays de la CECA, depuis la fin de la dernière guerre ; des perspectives nouvelles ont été ouvertes par les possibilités de télésurveillance centralisée et d'alarme et de déclenchement automatiques. Ces résultats importants permettent d'envisager de nouveaux développements et d'espérer une amélioration notable à l'avenir des moyens de lutte contre le grisou.

BIBLIOGRAPHIE

[1] SCHLOESING (Th.). — Etude sur la composition du grisou. **Annales des Mines** XI (1897), 9^{e} série, 5-37.

[2] HAUTAIN (M.E.). — Action physiologique et pathologique des grisous belges. **Communication présentée au 7^{e} congrès international des accidents et des maladies du travail** (1935), 42 p.

[3] BURREL (G.A.) et OBERFELL (G.G.). — The limits of inflammability of mixtures of methane and air. **Bureau of Mines** (1915), **Technical paper n° 119,** 27 p.

[4] BUREAU DE DOCUMENTATION MINIERE. — Eléments statistiques. **Annales des Mines.** Edition 1961 et statistiques de l'Industrie minérale. **Annales des Mines,** 1960.

[5] WINTER (K.). — Appareils portatifs pour la détermination du grisou au fond des mines de charbon. **Revue de l'Industrie Minérale,** janvier 1955.
Handmessgeräte zur Bestimmung von Grubengas im Steinkohlenbergbau unter Tage. **Schlägel und Eisen,** 1955, n^{os} 4, 5, 6, 8 et 9.

[6] MONOMAKHOFF (A.). — Détection du grisou par lampe à flamme. **Publication Cerchar n° 616** (1955).

[7] JANOT (R.). — Utilisation de la lampe à flamme type Arras modifiée comme grisoumètre ou « lampemètre Petite-Rosselle ». **Documents Techniques des Charbonnages de France,** n° 9 (1955).

[8] MOELIER (H.J.). — Betrachtungen über Wetteranzeiger. **Bergbau Rundschau,** 1951, n° 6 .

[9] F.K. — Die Gasprüf- und Warnleuchte. **Bergbau Rundschau,** 1959, n° 3.

[10] SCHUHKNECHT (W.). — Beitrag zur Anwendung von Grubengasinterferometern. **Glückauf,** 1957, p. 1428-31.

[11] WINTER (K.). — CH_4-Handmessgeräte und CH_4-Schreiber. Sonderdruck, **Glückauf Verlag,** Essen, 1959.

[12] MONOMAKHOFF (A.). — Le nouveau grisoumètre Verneuil 54. **Revue de l'Industrie Minérale,** avril 1957.

[13] KNIES. — Neuere CH_4-Handmessgeräte. Anlage 1 zur Niederschrift über die 5. Sitzung des Arbeitskreises Wettermessgeräte und -Messverfahren des Steinkohlenbergbauvereins am 11-12-1962 in Essen-Kray.

[14] BAKER (A.R.). — A resistance methanometer employing a low temperature catalytic element. **S.M.R.E. Research Report** n° 162 (mars 1959).

[15] MONOMAKHOFF (A.). — Grisoumétrie. **Revue de l'Industrie Minérale,** avril 1962.

[16] Der Mono CH_4-Schreiber für die Grubenwetterüberwachung. **Bergbau Rundschau,** 1958, n° 3.

[17] LE RUTTE (W.A.), WEEDA (W.) et MAAS (W.). — Recording CH_4 meter for underground use in coal mines. **Appli. Sci. Res. Volume,** section A.

[18] NAUMANN (A.) et TROSTEL (H.). — Der neue Grubengasschreiber Inframeter. **Siemens Zeitschrift,** 1958, n° 8.

[19] NAUMANN (A.) et KLIMITZ (H.). — Ein neuer elektrischer Grubengasschreiber, **Glückauf,** 1958, Heft 37/38.

[20] LUFT (K.F.). — Der « UNOR », ein neues Gasanalysegerät für den Bergbau. **Glückauf,** 1962, Heft 9.

[21] CODET (P.). — Emploi des grisoumètres interférentiels pour l'analyse des gaz de captage. **Publication Cerchar n° 1258,** septembre 1962.

[22] OTTO (G.). — Ergebnisse der Ueberwachung Zweier Abbaubetriebe mit hoher Ausgasung. **Glückauf,** 1962, Heft 22, p. 1293.

La lutte contre les dégagements instantanés de gaz dans les mines de la Communauté Européenne du Charbon et de l'Acier

P. STASSEN,
Directeur

et

R. VANDELOISE,
Ingénieur

Institut National de l'Industrie Charbonnière, Belgique.

SAMENVATTING

Gasuitbarstingen zijn verschijnselen welke zich kenmerken door het plotseling vrijkomen van grote hoeveelheden gassen en het gewelddadig wegslingeren van massa's kolen en stenen afwisselend van 10 tot 5.000 ton. De uitbarstingen zijn gevaarlijk door hun geweld en zijn de oorzaak geweest van talrijke ongevallen en zelfs van rampen. Zij veroorzaken dikwijls de vernieling van de ondersteuning, de inrichtingen en de machines.

De uitbarstingen komen hoofdzakelijk voor in het Franse bekken der Cévennes en in bepaalde mijnen van de zuidelijke bekkens in België. In talrijke bekkens van de Oostelijke landen komen zij veel voor. Minder kenmerkende uitingen komen voor in andere Westeuropese bekkens en hebben er aanleiding gegeven tot volkomen gerechtvaardigde doch voor de ontginning hinderlijke voorschriften.

Sedert 1920 is het schokschieten het voornaamste en meest toegepaste bestrijdingsmiddel tegen uitbarstingen. Dit krachtig schieten ontspant gedeeltelijk het terrein van zijn druk of veroorzaakt de uitbarsting bij afwezigheid van de pijlerbezetting. Het schokschieten is dikwijls zeer afdoende, maar heeft ook nadelen en verhindert niet alle onverwachte uitbarstingen.

De inspanning der laatste jaren gaat in de richting van een nieuwe methode welke ten doel heeft uitbarstingen te verhinderen. De methode berust op het boren van ontspanningsgaten van 115 mm doorsnede en 15 tot 20 m lengte.

Sedert 1955 wordt de methode met succes toegepast bij het drijven van galerijen in de laag. Het aantal uitbarstingen is erdoor tot bijna nul gedaald.

RESUME

Les dégagements instantanés de gaz sont des phénomènes caractérisés par la libération soudaine de grandes quantités de gaz et par la projection violente de masses de charbon et de roche variant de 10 à plus de 5.000 tonnes. Les dégagements instantanés sont dangereux par leur brutalité et ont été à l'origine de nombreux accidents et même de catastrophes. Ils provoquent souvent la destruction du soutènement, des installations et des machines.

Les dégagements instantanés se produisent principalement dans le bassin français des Cévennes et dans certaines mines des bassins du sud de la Belgique. Ils sont fréquents dans de nombreux bassins des pays de l'Est. Des manifestations moins caractérisées sont apparues dans d'autres bassins ouest-européens et ont donné lieu à des mesures réglementaires parfaitement justifiées mais gênantes pour l'exploitation.

Depuis 1920, le moyen principal et le plus répandu de lutte contre les dégagements instantanés est le tir d'ébranlement. Ce tir de mines puissant décharge partiellement le massif de la pression du terrain ou provoque le dégagement instantané en l'absence de personnel dans les chantiers. Le tir d'ébranlement a souvent été très efficace, mais il présente des inconvénients et ne supprime pas tous les dégagements instantanés intempestifs.

L'effort des dernières années a porté sur la mise au point d'un nouveau procédé qui a pour objectif d'éviter les dégagements instantanés. Ce procédé est basé sur le forage de sondages de détente de 115 mm de diamètre et de 15 à 20 m de longueur.

Sedert 1960 werden vijf proeven genomen met ontspanningsgaten in pijlers. Zij werden met succes bekroond. De uitbarstingen werden erdoor vermeden. Het schokschieten kon nu worden verminderd, waterinfusie in de laag toegepast, het ontkolen gemechaniseerd en de vooruitgang versneld. Niet alleen werd de veiligheid aanzienlijk verbeterd, hetgeen het voornaamste is, doch ook de rentabiliteit der ontginning werd verbeterd. Het boren der gaten is minder kostbaar dan het schokschieten ; zij veroorloven de voordelen te benutten van de mechanisatie en het regelmatig lopen van de pijlers. De korrelgrootte-verdeling is aanmerkelijk verbeterd waardoor de handelswaarde van de kolen steeg.

Voor het door de steengangen vrijmaken of doorsnijden van lagen schijnen in Frankrijk de ontspanningsgaten en in België de voorafgaande hydraulische uitspoeling van de laag garanties te geven welke tot nu toe geen enkele andere methode kon bieden.

Zeer belangrijke onderzoekingen zijn door de centrale proefstations verricht voor het onderzoek der factoren welke de uitbarstingen veroorzaken en voor de middelen om op kortere of langere termijn deze te voorzien. Belangrijke vorderingen werden gemaakt bij de praktische controle van de verhoedingsmiddelen.

De seismische methoden geven voor de terugkeer naar de pijlers aan of het schokschieten al dan niet is gevolgd door een uitbarsting. De mijngasafstandsmeters veroorloven de luchtverversing der pijlers op afstand te controleren.

Het meten van de ontgassingssnelheid bij in het massief genomen kolenmonsters en de seismische metingen zijn nuttig om de gevoeligheid der verschillende ontginningsvelden te kunnen kenmerken. Men zoekt gemakkelijk uit te voeren proeven welke onmiddellijk ter plaatse ondergronds uitsluitsel geven.

Om de doeltreffendheid der verhoedingsmiddelen te beoordelen past men de volgende methoden toe : meting van druk en hoeveelheid der gassen in de boorgaten, beluisteren der terreingeluiden, registreren van gasuitstromingen, warmtemetingen, bepaling van de ontgassingssnelheid en de brosheid van de kolen.

Wij zijn de Hoge Autoriteit erkentelijk dat zij door haar financiële steun het mogelijk heeft gemaakt grote vorderingen te bereiken in de bestrijding van de uitbarstingen en in de middelen om deze te voorzien.

De reeds bereikte doelstellingen tonen de enge en uitstekende samenwerking tussen de ingenieurs en onderzoekers van de Gemeenschap.

Depuis 1955, le procédé a été appliqué avec succès dans le creusement des galeries en couches. Il a permis d'y réduire presque à néant le nombre de dégagements instantanés.

Depuis 1960, cinq essais de trous de détente ont eu lieu en tailles. Ces essais ont été couronnés de succès. Ils ont évité les dégagements instantanés. Ils ont permis de réduire les tirs d'ébranlement, de faire l'injection d'eau en veine, de mécaniser l'abatage et d'augmenter les avancements. Non seulement, la sécurité a été considérablement renforcée, ce qui est essentiel, mais la rentabilité de l'exploitation a augmenté. Les sondages sont moins coûteux que les tirs d'ébranlement ; ils permettent de bénéficier des avantages de la mécanisation et de la régularité de marche du chantier. La granulométrie est notablement améliorée ce qui augmente la valeur marchande du charbon.

Pour la mise à découvert et la recoupe des couches par les travers-bancs, les sondages de détente, en France, et l'affouillement hydraulique préalable de la couche, en Belgique, semblent devoir donner des garanties qu'aucun autre procédé n'a offertes jusqu'à présent.

Des études très importantes ont été effectuées par les centres de recherches pour l'étude des facteurs qui provoquent les dégagements instantanés et pour la mise au point de moyens de les prévoir à long et à court terme. De grands progrès ont été réalisés dans le contrôle pratique des moyens de prévention.

Les méthodes sismiques indiquent, avant la visite des chantiers, si un tir a été ou non suivi de dégagement instantané. Les télégrisoumètres permettent de contrôler, à distance, l'atmosphère des chantiers.

La mesure des vitesses de désorption du gaz d'échantillons de charbon prélevés dans le massif et les mesures sismiques sont utiles pour caractériser la susceptibilité des divers champs d'exploitation. On étudie des tests faciles à mettre en œuvre et fournissant une réponse immédiate au fond de la mine.

Pour apprécier l'efficacité des moyens de prévention, on expérimente les techniques suivantes : mesure de pression et de débit de gaz de sondages, écoute des bruits du massif, enregistrement des dégagements de gaz, thermométrie, mesure de la vitesse de désorption du gaz, mesure de la fragilité des charbons.

Nous tenons à remercier la Haute Autorité qui, par son aide financière, a permis de faire de grands progrès dans la lutte contre les dégagements instantanés et dans les moyens de les prévoir.

Les objectifs déjà atteints témoignent de la collaboration étroite et excellente entre les ingénieurs et les chercheurs de la Communauté.

ZUSAMMENFASSUNG

Gasausbrüche sind Erscheinungen, die durch das plötzliche Freiwerden grosser Gasmengen und den heftigen Auswurf von Kohle- und Bergemassen von 10 bis über 5.000 t gekennzeichnet sind. Sie sind wegen ihrer Heftigkeit gefährlich und haben schon zahlreiche Unfälle und selbst Grubenkatastrophen verursacht. Sie führen häufig zur Zerstörung des Ausbaus, der Anlagen und der Maschinen.

Gasausbrüche kommen hauptsächlich im französischen Revier Cévennes und in einigen Bergwerken der südbelgischen Reviere vor. Sie treten in zahlreichen Revieren der Ostblockländer häufig auf. In den anderen westeuropäischen Revieren waren weniger ausgeprägte Erscheinungen zu verzeichnen, die zwar zu völlig gerechtfertigten, aber den Abbau doch stark behindernden bergpolizeilichen Vorschriften führten.

Seit 1920 ist das wichtigste und verbreiteste Mittel zur Bekämpfung von Gasausbrüchen der Erschütterungsschuss. Dieser mächtige Schuss entlastet den Stoss teilweise vom Gebirgsdruck oder löst einen Gasausbruch aus, nachdem die Belegschaft ausgefahren ist. In vielen Fällen war das Erschütterungsschiessen sehr wirksam, doch hat es auch Nachteile und schaltet nich alle zur Unzeit auftretenden Gasausbrüche aus.

In den letzten Jahren wurde ein neues Verfahren entwickelt, das die Verhütung von Gasausbrüchen bezweckt. Dieses Verfahren besteht darin, dass Entspannungsbohrungen von 115 mm Durchmesser und 15 bis 20 m Länge eingebracht werden.

Seit 1955 wurde dieses Verfahren mit Erfolg beim Vortrieb von Flözstrecken angewandt. Hierdurch konnten Gasausbrüche nahezu gänzlich ausgeschaltet werden.

Seit 1960 wurden fünf Versuche mit Entspannungsbohrungen in Streben durchgeführt. Diese Versuche hatten Erfolg ; Gasausbrüche wurden nämlich verhütet. Es war hierdurch möglich, die Erschütterungsschüsse zu reduzieren, eine Stosstränkung vorzunehmen, den Abbau zu mechanisieren und die Vortriebsleistung zu steigern. Es wurde nicht nur die Betriebssicherheit erheblich erhöht, was von wesentlicher Bedeutung ist, sondern auch die Rentabilität des Abbaus. Entspannungsbohrungen sind weniger kostspielig als Erschütterungsschüsse und ermöglichen es, die Vorteile der Mechanisierung und eines regelmässigen Betriebs am Arbeitsort auszunützen. Die Korngrössenverteilung ist erheblich besser, wodurch sich der Verkaufswert der Kohle erhöht.

Für das Aufschliessen und die Durchörterung von Flözen mit Querschlägen dürften die Entspannungsbohrungen in Frankreich und das vorherige hydrau-

SUMMARY

Firedamp outbursts are phenomena characterized by the sudden release of large quantities of gas and the fierce throwing up of masses of coal and rock varying from 10 to over 5,000 tons. These outbursts are dangerous because of their force and have brought about numerous accidents and even catastrophes. They frequently cause the destruction of the support, plant and machines.

Outbursts mainly occur in the French Cévennes coalfield and in some mines in the coal fields of Southern Belgium. They are frequent in a large number of coalfields in Eastern Europe. Less clearly marked outbursts have occurred in other West-European coalfields and have given rise to regulations which, while being perfectly warranted, are rather an obstacle to mining.

Shot-firing for loosening purposes is since 1920 the main and most widely used method of dealing with gas outbursts. This type of powerful shotfiring partly relieves the solid coal from the pressure of the ground or, it can be used to induce outbursts while the staff is not in attendance at the workings. Loosening shots have often proved extremely effective, but they present drawbacks and do not suppress all sudden outbursts.

Over recent years an effort has been made to develop a new process, the object of which is to prevent gas outbursts. This method is based on borings for loosening shots, 115 mm in diameter by 15 to 20 m in depth.

Since 1955 the method has been successfully used for coal development work. It made it possible to reduce the number of outbursts to almost nought.

Since 1950 five test borings were made at the face. These tests were fully successful in preventing gas outbursts. They also made it possible to reduce loosening shots, infuse water in the seam, mechanize coal-getting and increase the rate of advance. Not only has safety become appreciably greater — which is essential — but the profit-earning capacity of mining has increased. Borings are less costly than loosening shots ; they make it possible to benefit from the advantages of mechanization and the smoother coal-winning operations. Size distribution is notably improved, which in turn increases the saleable value of the coal.

For opening up and cutting through coal-measures by cross-cuts, borings as made in France, and preliminary hydraulic undermining of the seam as carried out in Belgium, seem to have provided a degree of safety which no other process offered hitherto.

lische Unterwaschen des Flözes in Belgien eine Gewähr bieten, die bisher kein anderes Verfahren aufzuweisen hatte.

Die Forschungszentren haben in sehr umfangreichen Studien die Faktoren untersucht, durch die Gasausbrüche ausgelöst werden, und Methoden ausgearbeitet, um etwaige Ausbrüche lang- und kurzfristig vorauszusehen. In der praktischen Kontrolle der Verhütungsmassnahmen wurden grosse Fortschritte erzielt.

Anhand der seismischen Methoden lässt sich vor dem Befahren der Betriebspunkte feststellen, ob ein Schuss Gasausbrüche ausgelöst hat oder nicht. Die Grubengasmesser mit Fernanzeige ermöglichen eine Kontrolle der Atmosphäre an den Betriebspunkten aus der Ferne.

Die Messung der Desorptionsgeschwindigkeit des Gases an Kohleproben, die am Kohlenstoss entnommen wurden, und seismische Messungen sind von Nutzen, um die Neigung der verschiedenen Abbaufelder zu Gasausbrüchen genau zu ermitteln. Es werden zur Zeit leicht durchzuführende Tests entwickelt, die unter Tage sofort ein Ergebnis liefern.

Um die Wirksamkeit der Verhütungsmassnahmen zu ermitteln, werden folgende Techniken erprobt : Messung des Gasdrucks und der Gasmenge bei den Bohrungen, Abhören der Geräusche im Gebirge, Aufzeichnung von Gasausbrüchen. Thermometrie, Messung der Desorptionsgeschwindigkeit des Gases, Messung der Brüchigkeit der Kohlen.

Wir möchten der Hohen Behörde dafür danken, dass sie durch ihre finanzielle Beihilfe dazu beigetragen hat, dass bei der Bekämpfung von Gasausbrüchen und in bezug auf das frühzeitige Erkennen gefährlicher Gasansammlungen grosse Fortschritte erzielt werden konnten.

Die bereits erreichten Ziele sind ein Beweis für die enge und ausgezeichnete Zusammenarbeit zwischen den Ingenieuren und den Forschern der Gemeinschaft.

Extensive investigations were carried out by research centres in order to study the factors which cause outbursts and develop long and short-term means of prevention. Considerable progress was achieved in the practical control of means of prevention.

Seismic methods indicate, before actually inspecting the working, whether or not a loosening shot was followed by an outburst. Remote control of the atmosphere in the working can be carried out by firedamp tele-indicators.

Measurement of the rate of gas emission from coal samples taken from the solid and seismic measurements are useful in determining the sensitivity of various winnings. Current investigations bear on tests that are easy to carry out and provide an immediate response to the bottom of the mine-shaft.

In order to measure the effectiveness of the means of prevention, the following methods are being tried: gas pressure and flow measurement of borings, detection of noise from the solid coal, gas emission recording, thermometry, measurements of the rate of gas release, coal brittleness measurement.

We should like to thank the High Authority for their financial assistance which has made it possible to achieve considerable progress in the prevention of outbursts and in methods of foreseeing these.

The objects already attained bear witness to the close and fruitful co-operation between engineers and research-workers of the Community.

SOMMAIRE

0. *Introduction.*
1. *Généralités : Statistique et problème des dégagements instantanés.*
2. *Moyen de prévention moderne : détente par foration de gros trous.*
   - 20. Généralités.
   - 21. Prévention des D.I. dans les recoupes de couches.
   - 22. Prévention des D.I. par sondages de détente dans les traçages et les voies en couches.
   - 23. Prévention des D.I. par sondages de détente dans les tailles.
3. *Etude des facteurs et des moyens de prévision des D.I.*
   - 30. Généralités.
   - 31. Aptitude du charbon à la désorption.
   - 32. Teneur en gaz et pression gazeuse de la couche.
   - 33. Pressions de terrains.
4. *Conclusions.*

0. INTRODUCTION

Les dégagements instantanés (D.I.) de gaz (grisou : CH_4 ou anhydride carbonique : CO_2) étaient déjà connus dans les mines françaises et belges avant 1880. Ce phénomène très dangereux par sa brutalité a été à l'origine de nombreux accidents et même de catastrophes.

De tout temps, les exploitants et les administrations des mines responsables ont cherché à expliquer les D.I. et ont mis en œuvre de nombreux moyens de prévention.

C'est en appliquant systématiquement une méthode offensive, dite des tirs d'ébranlement, qu'on a obtenu les résultats les plus encourageants dans la protection du personnel au cours de ces 40 dernières années. Nous aurons l'occasion d'y revenir dans la suite de l'exposé.

Cependant les études récentes ont permis de mieux comprendre l'influence des trois facteurs propices au déclenchement des dégagements instantanés qui sont :

— la structure du charbon,
— la pression et la teneur en gaz,
— les pressions de terrains.

Cette meilleure compréhension des faits a facilité la mise au point de nouveaux moyens de prévention essentiellement basés sur le forage de trous de détente de grand diamètre.

La mise au point des moyens de prévention constitue l'aspect primordial du problème, mais ce n'est pas le seul. Car il importe de disposer de moyens de prévision des D.I., à long et à court terme. L'étude des moyens de prévision rejoint celle, plus théorique, des facteurs qui occasionnent les D.I.

L'exposé comprend trois parties :

— quelques renseignements statistiques et la définition plus précise du problème des D.I.,
— la prévention par foration de sondages de détente de grand diamètre,
— l'étude des facteurs propices au déclenchement des D.I. et des moyens de prévision.

1. GENERALITES :

STATISTIQUE ET PROBLEME DES DEGAGEMENTS INSTANTANES

11. Définition des dégagements instantanés.

Les D.I. sont des ruptures d'équilibre extrêmement brutales qui se produisent dans certaines couches de gisements généralement dérangés. Elles sont caractérisées par la libération soudaine de grandes quantités de gaz et par la projection violente de masses de charbon et de roche dont le tonnage peut varier de 10 à plus de 5.000 t. Les D.I. peuvent occasionner des effets mécaniques intenses tels que le renversement ou la destruction du soutènement, la destruction des installations et des machines, etc.

Lorsqu'il se produit seulement une émission massive de grisou, sans ou avec peu de projections solides, on l'appelle « *soufflage* ».

Lorsque le tir d'ébranlement donne lieu à l'abattage d'une quantité anormale de solides, sans émission anormale de grisou, on l'appelle « *fort tir* ».

12. Statistique des dégagements instantanés.

121. Statistique française.

En France, il se produit des D.I. de CH_4, des D.I. de CO_2 et des D.I. de gaz mixtes. Les D.I. se produisent principalement dans le Bassin des Cévennes. Dans les autres bassins français, quelques manifestations moins caractérisées ont donné lieu à des mesures réglementaires gênantes pour l'exploitation, dans le Dauphiné par exemple.

Dans le Bassin des Cévennes, on a enregistré, de 1879 à 1961, 6.200 D.I. dont les tonnages projetés varient de quelques tonnes à plus de 5.000 t. Ces D.I. ont fait 163 victimes.

TABLEAU I.

Bassin des Cévennes — Statistique des D.I. survenus du 16 avril 1879 au 31 décembre 1961.

Nombre total des D.I.		6200
Moment d'apparition	sur tir	5855
	sur poste	345
Nature du gaz	CO_2	4359
	CH_4	1435
	$CH_4 + CO_2$	406
Projections en tonnes	< 25	1247
	25 à 50	1327
	50 à 200	2299
	200 à 500	829
	500 à 1000	343
	> 1000	155
Nature des travaux	entrée en couche	514
	traçage, voie de niveau	3231
	montage	1516
	descente	560
	dépilage	379

Le tableau I donne la répartition des 6.200 D.I. suivant le moment d'apparition (sur tir ou sur poste), la nature du gaz (CH_4 — CO_2 — CH_4 + CO_2), l'importance des projections, la nature des travaux. De 1957 à 1961, le nombre des D.I. a diminué progressivement : 111 — 157 — 116 — 60 — 54 D.I.

Les D.I. de CO_2 sont de loin les plus nombreux (70 % des cas). Ils sont aussi les plus dangereux car le CO_2 peut être adsorbé en plus grande quantité que le CH_4 par les charbons et surtout par les charbons anthraciteux. L'exploitation des couches à D.I. de CO_2 exige la préparation de chantiers nombreux par quadrillages préliminaires à mailles de 900 m^2 voire de 400 m^2 lorsque la couche est très virulente.

122. Statistique belge.

En Belgique, tous les D.I. sont des D.I. de CH_4. Seuls les bassins du Hainaut (Borinage, Centre, Charleroi) et exceptionnellement le bassin de Liège ont eu des D.I.

De 1892 à 1908 (17 ans), il s'est produit 138 D.I. qui ont fait 87 victimes. Le D.I. le plus meurtrier de l'histoire des mines belges s'est produit le 1er septembre 1892 ; il a projeté 510 t et a fait 25 victimes.

De 1908 à 1956, nous ne disposons que de renseignements fragmentaires.

Pour les 6 dernières années, on compte 20 à 25 D.I. par an (tableau II). Les 2 D.I. les plus importants qui ont eu lieu au cours de cette période se sont produits dans des creusements de puits ; ils ont projeté respectivement 1600 et 1200 t de charbon.

TABLEAU II.

Statistique des D.I. survenus en Belgique de 1957 à 1962.

Années	D.I. intempestifs	D.I. sur tirs	Total
1957	3	23	26
1958	2	20	22
1959	6	9	15
1960	11	11	22
1961	4	10	14
1962	12	6	18
Total	38	79	117

123. Statistique néerlandaise.

Aux Pays-Bas, la première manifestation s'est produite en 1937. Depuis lors, une douzaine de petites manifestations projetant 5 à 7 t de charbon sont survenues.

124. Remarque concernant l'Allemagne occidentale.

Aucun D.I. ne s'est encore produit dans les mines d'Allemagne occidentale ; dans quelques cas seulement on a supposé que certaines manifestations ressemblaient au phénomène de D.I. Ce phénomène se produit encore dans de nombreux autres bassins : U.R.S.S., Hongrie, Pologne, Allemagne de l'Est. Plus récemment, ils ont été signalés en Grande-Bretagne.

13. Problème des dégagements instantanés.

Les dégagements instantanés sont fréquents dans certains bassins et ont tendance à apparaître dans d'autres. Les manifestations du type D.I. pourront se multiplier dans certains bassins car elles sont liées à la tectonique générale et spécialement à la proximité des failles de charriage.

En raison du danger, les règlements d'exploitation des mines à D.I. sont, à juste titre, particulièrement sévères. Mais ils rendent difficile le progrès technique, notamment par une limitation très stricte de l'emploi de l'électricité, laquelle est indispensable à la modernisation des exploitations, par la réduction du temps de travail dans les chantiers pour l'exécution des tirs d'ébranlement, par la nécessité de quadriller au préalable les panneaux dans les couches à D.I. de CO_2, par la limitation de la hauteur de tranche dans les gisements en dressants, par la diminution des avancements, la détérioration du charbon et des épontes par les tirs, etc.

Compte tenu de l'importance actuelle et de l'extension possible des gisements susceptibles d'être soumis à une réglementation particulière, il est indispensable de mettre au point de nouveaux procédés de lutte contre les D.I. plus sûrs et plus économiques. Mais le problème est compliqué du fait de l'incertitude sur la nature et le mécanisme exacts du phénomène.

14. But des moyens de prévention.

Comme il est impossible d'agir sur la structure du charbon, le but des diverses techniques de lutte est de modifier les deux autres facteurs propices au déclenchement des D.I. de manière à les éviter ou à les provoquer éventuellement à un moment où ils ne présentent pas de danger, c'est-à-dire en l'absence de personnel au chantier. Plus précisément, les moyens de prévention ont pour but de dégazer la couche et de détendre le massif.

15. Historique des moyens de prévention.

En Belgique, avant 1920, les moyens de prévention étaient essentiellement la limitation des avancements et les sondages de reconnaissance de petit diamètre (45 mm maximum) et de faible longueur

(3 m). Dans de nombreux cas, ces sondages n'ont été d'aucune utilité car ils ne permettaient pas la détente des terrains ni un dégazage suffisant.

Dans le Bassin des Cévennes, les tirs d'ébranlement ont été introduits vers 1910 ; ils ont été généralisés vers 1920. Ils ont été introduits dans la réglementation en 1933 et imposés en 1951. En Belgique, les premiers tirs d'ébranlement furent exécutés en 1920.

Le tir d'ébranlement est encore très répandu aujourd'hui. Ce tir provoque, de manière brutale, la détente et le dégazage de la couche ou le D.I. lui-même, en l'absence de personnel au chantier. Le tir d'ébranlement reste une méthode de protection efficace ; ainsi, sur 54 D.I. qui se sont produits dans les Houillères du Bassin des Cévennes, entre le 6 juin 1961 et le 31 décembre 1962, 53 ont eu lieu sur tir. Cependant, le tir d'ébranlement constitue une gêne pour l'exploitation et détruit le gisement. Il provoque parfois des D.I. qui ne se seraient pas produits en l'absence de tirs et qu'il faut déblayer au prix d'efforts toujours longs, compliqués, dangereux et coûteux. Un autre inconvénient, beaucoup plus grave encore, est que, dans certains cas, les D.I. se produisent intempestivement, avec un retard de plusieurs heures et même de plusieurs jours sur le tir, alors que le personnel se croit à l'abri du danger.

Des recherches sont en cours, notamment à l'Institut National des Mines de Belgique, pour améliorer l'efficacité et la sécurité des tirs. On a recherché le type d'explosif qui convient le mieux pour les tirs d'ébranlement. Certains explosifs nouveaux, de sécurité accrue vis-à-vis du grisou, provoquent des ébranlements insuffisants à cause d'un manque de brisance. Ce fait, mis en évidence à l'Institut National des Mines, expliquerait la recrudescence des D.I. intempestifs observés ces dernières années, en Belgique.

L'exploitation préalable d'une couche égide, c'est-à-dire d'une couche voisine non dangereuse, constitue un moyen de protection très efficace. Elle a pour effet de détendre la couche dangereuse et de drainer le gaz qu'elle libère par les fissures consécutives à l'exploitation. Mais il n'est pas toujours possible de trouver une couche non dangereuse dans un faisceau de couches à exploiter.

Le contrôle du toit par foudroyage dirigé dans les longues tailles fut un grand progrès. Le foudroyage dirigé a pour effet d'écarter du front de taille la région surcomprimée qui le précède.

Mais finalement, malgré les tirs d'ébranlement, l'exploitation préalable de couches égides et le foudroyage dirigé, il s'est encore produit des D.I. L'effort des dernières années a porté sur la mise au point d'un procédé nouveau qui a pour objectif d'éviter si possible les D.I.

2. MOYEN DE PREVENTION MODERNE : DETENTE PAR FORATION DE GROS TROUS

20. Généralités.

Le nouveau procédé est basé sur le forage de réseaux de sondages de grand diamètre (généralement 115 mm) et de grande longueur (15 à 20 m). Des réseaux de sondages bien disposés provoquent le dégazage partiel de la couche et *surtout* la détente du massif, à la suite de l'enlèvement d'un certain volume de charbon qui peut représenter 3 à 5 % de l'ouverture de la couche.

En Belgique, le procédé fut d'abord appliqué dans les voies en couches. Les premiers essais systématiques sont antérieurs à 1955. Ils ont été entrepris à l'époque par les ingénieurs de la S.A. des Charbonnages de Ressaix et par la Division du Borinage de l'Administration des Mines. Néanmoins, les tirs d'ébranlement furent généralement maintenus après le forage des sondages. Dans les Houillères du Bassin des Cévennes, les premiers essais en traçages remontent à 1958.

En raison des résultats remarquables obtenus dans les voies, en 1960, on a tenté un premier essai d'application dans une taille belge. Un essai a eu lieu dans une taille du Bassin des Cévennes en 1962.

Pour éviter les D.I. lors de la recoupe des couches par les travers-bancs, les Houillères du Bassin des Cévennes ont entrepris des essais de trous de détente en 1956.

En Belgique, en 1961, on a exécuté un premier essai d'affouillement hydraulique préalable pour la traversée d'une couche très dangereuse.

Nous décrirons successivement les essais de trous de détente dans les recoupes de couches par les travaux au rocher, dans les traçages et les voies en couches et dans les tailles.

21. Prévention des D. I. dans les recoupes de couches.

211. Houillères du Bassin des Cévennes.

Les premiers essais de trous de détente ont été exécutés pour la traversée de couches à D.I. de CO_2, car la recoupe de ces couches s'accompagne toujours de D.I. très importants aux conséquences souvent catastrophiques : il se produit des cloches et éboulements qui nécessitent des mois de travail pour les relever et qui sont parfois impossibles à traverser. Les projections détruisent le matériel et le soutènement. Les quartiers peuvent être arrêtés pendant des semaines, etc.

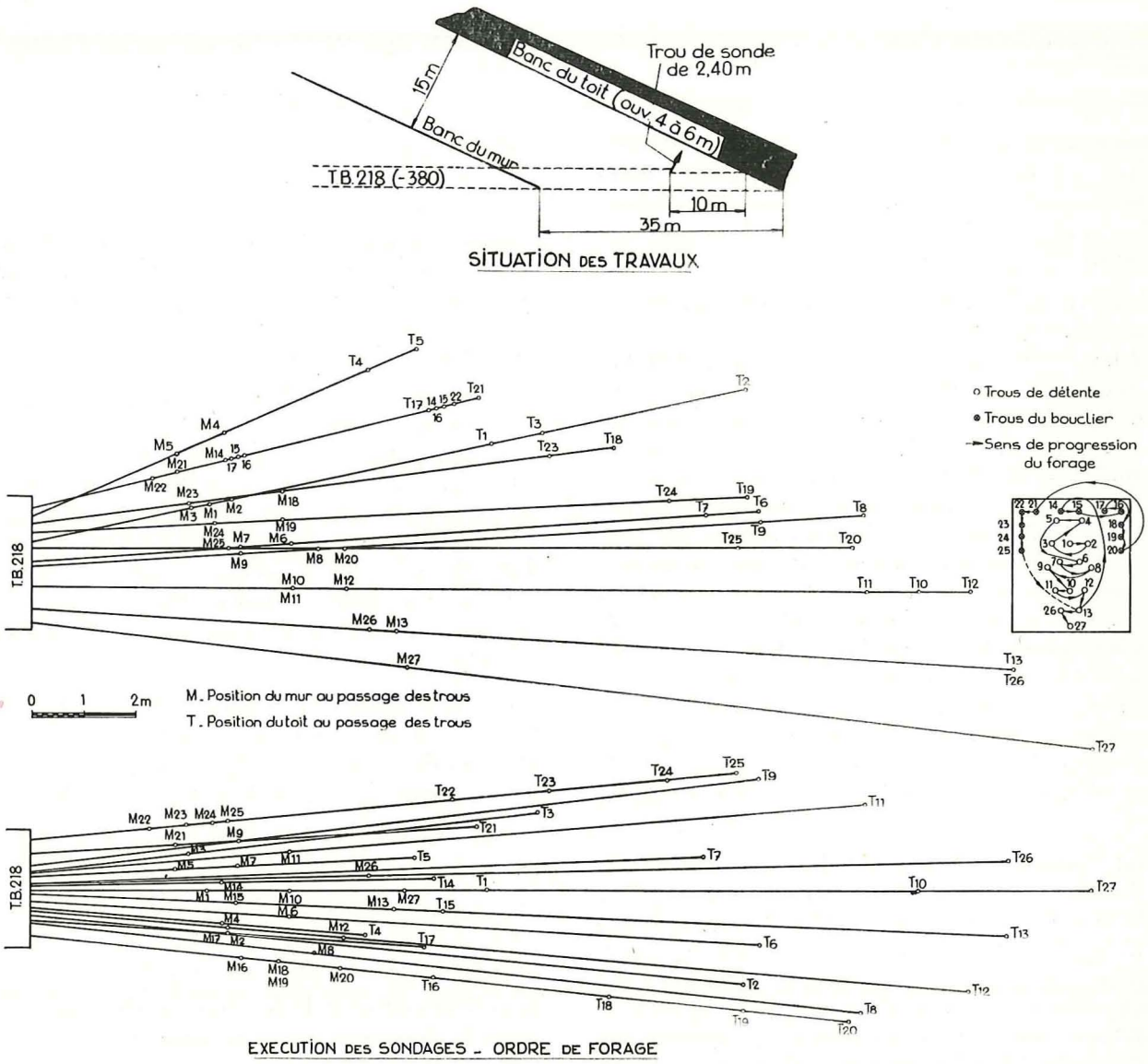


Fig. 1. — Schéma de trous de détente appliqué pour la recoupe d'une couche.

2111. *Principe de la méthode des trous de détente* (fig. 1).

Le creusement du travers-banc est arrêté à une distance de la couche réservant une couverture de roche dont l'épaisseur est fonction de la nature des terrains, soit par exemple 2 m à 2,50 m en schistes gréseux.

A partir du front du travers-banc et à travers la couverture, on fore un certain nombre de trous de détente de 85 ou 115 mm de diamètre jusqu'au toit de la couche (trous n° 1 à 13 - 26 et 27). Ces trous, en principe divergents, sont répartis de façon à détendre le massif dans une zone englobant largement la future galerie, en particulier vers l'amont-pendage.

Pour éviter qu'au cours du creusement un éboulement de la couronne ne dégénère en D.I., on construit un « bouclier » préalable. Un certain nombre de trous (trous n° 14 à 25 sur la fig. 1) sont forés en nappe suffisamment serrée, en couronne et à l'amont des parements. Ces trous tubés et remplis de ciment constituent alors une sorte de protection à l'abri de laquelle on poursuivra la recoupe de la couche.

Après la foration des trous et l'exécution du bouclier, l'avancement est mené au tir d'ébranlement renforcé.

2112. *Traversée de la veine « couche de 10 m » du faisceau de Fontanes (CO_2).*

La traversée d'une couche de 10 m d'épaisseur a prouvé, de manière indubitable, l'efficacité de la méthode des trous de détente.

Dans le cadre du programme de concentration des Houillères du Bassin des Cévennes (fig. 2), il fallait creuser un plan incliné de 700 m de longueur.

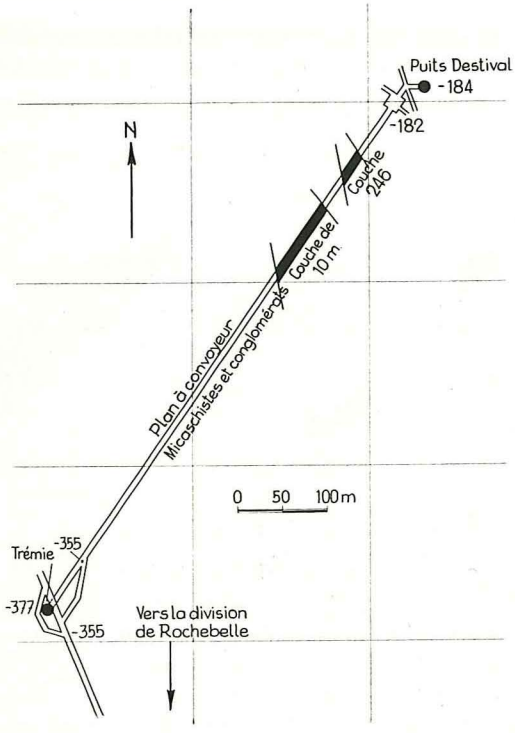


Fig. 2. — Houillères du Bassin des Cévennes — Liaison Rochebelle-Destival.

Ce plan de liaison traverse, vers son milieu, la base du faisceau de Fontanes connu pour ses violents D.I. de CO_2. Deux couches, la couche 246 et la couche de 10 m, se trouvaient intéressées.

La couche 246, rencontrée à 40 m du sommet, fut traitée suivant le procédé traditionnel (fig. 3) :

— pénétration en couche par un tir d'ébranlement à travers la couverture ;
— traçage sous le toit d'un réseau de galeries et de montages débordant largement, dans toutes les directions, l'ouvrage prévu ;
— remblayage pneumatique des galeries à l'aplomb de l'ouvrage ;
— creusement de la descente à section réduite et mise à section définitive.

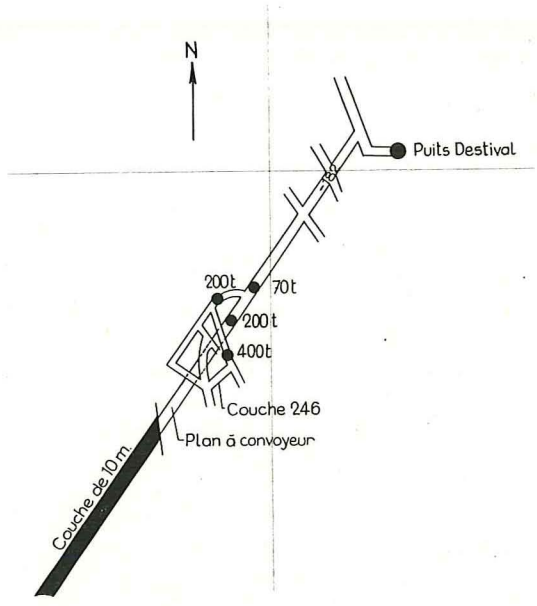


Fig. 3. — Houillères du Bassin des Cévennes — Traversée de la couche 246.

Ces diverses opérations furent jalonnées par 4 D.I. totalisant 870 t et durèrent un peu plus d'un an.

Après avoir creusé 8 m de descente au mur de la couche 246, la couche de 10 m fut repérée en plusieurs bancs irréguliers dont la puissance totale atteignait 8 à 10 m (fig. 4) ; sa pente étant peu différente de celle de la descente, la traversée allait être très longue : 100 à 120 m.

La méthode habituelle aurait comporté le traçage sous le toit, à l'aplomb de la traversée, de plus de 300 m de galeries, jalonnées de D.I., puis le remblayage de ces traçages. En comparant avec la traversée de la couche 246, on pouvait prévoir que plusieurs années seraient nécessaires à l'exécution de ce travail. Par la suite, il faudrait maintenir en bon état, jusqu'à la fin du siège, une galerie principale creusée dans une zone bouleversée par les D.I.

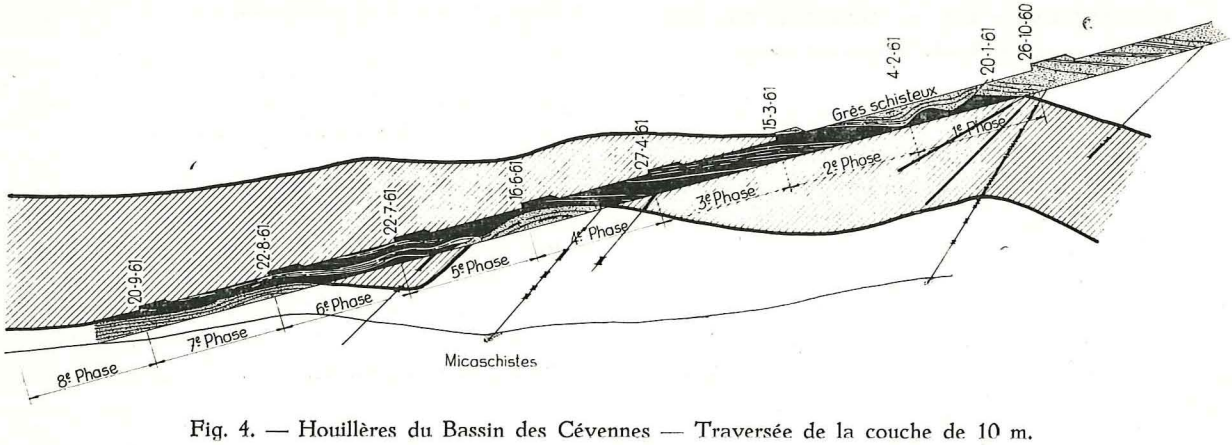


Fig. 4. — Houillères du Bassin des Cévennes — Traversée de la couche de 10 m.

Le succès de deux expériences antérieures de trous de détente était un encouragement pour un nouvel essai qui se présentait d'ailleurs dans des conditions nouvelles :

— La longueur de la zone à traiter était beaucoup plus importante (120 m).
— L'opération devait être fragmentée. La traversée a été faite en 8 phases.
— Puisqu'il fallait opérer en plusieurs phases, la foration ne pouvait être exécutée à l'abri d'une couverture de roche. Sauf pour la phase de départ, on a dû construire des barrages artificiels.

Les sondages ont donné de très nombreuses réactions : projections de volumes importants de charbon — dégagement de CO_2 abondant. On a retrouvé les trous écrasés lors de l'avancement. Mais aucun D.I. ne s'est produit.

Il a donc été possible de traverser sur plus de 120 m, sans qu'il se produise de D.I. une des couches les plus virulentes du faisceau à CO_2 de Fontanes, alors qu'aucun dépilage aux aplombs n'avait détendu les terrains ; c'est un résultat qu'on n'aurait même pas envisagé il y a quelques années.

La galerie a pu être creusée, souvent directement à sa section définitive (10 m²), sans risque d'éboulements, dans des terrains que les D.I. n'avaient pas bouleversés. On peut espérer que son maintien en bon état pendant plus de 10 ans ne posera pas les problèmes qui, normalement, se seraient présentés.

Le creusement définitif de ces 120 m de descente a demandé 10 mois, délai très court en comparaison de celui qui, traditionnellement, aurait été nécessaire.

Finalement, l'expérience a permis de faire la preuve que le dégagement instantané, même dans les couches à CO_2 les plus virulentes, n'est pas inéluctable. Les trous de détente évitent les dégagements instantanés et assurent une sécurité plus grande.

212. Première application en Belgique de la prévention des D.I. en bouveau par sondages et affouillement hydraulique.

2121. *Principe de la méthode* (fig. 5 a et b).

On arrête le creusement du bouveau à quelques mètres du mur de la couche. On fore un ou plusieurs trous de sonde de 115 mm de diamètre (I et II sur la fig. 5 b) et par ces trous on réalise un affouillement de la couche par injection d'eau sous pression. On extrait ainsi de la couche un certain volume de charbon et de gaz (plusieurs mètres cubes de charbon et plusieurs centaines de m³ de gaz). La cavité produite permet le foisonnement de la couche et la détente des épontes.

Pour prévenir les éboulements de charbon ou les D.I. qui, lors de la recoupe, prendraient naissance à la couronne du bouveau, on construit au préalable un bouclier de protection. Ce bouclier est constitué, comme dans les Cévennes, par un réseau de sondages armés et cimentés, répartis à la couronne de la galerie (1 à 6 sur la fig. 5 b).

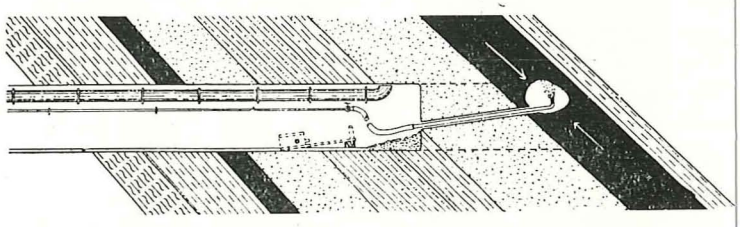


Fig. 5a. — Affouillement hydraulique d'une couche.

2122. *Application de la méthode* (fig. 6).

Le procédé a été appliqué pour la recoupe de la veine 9 aux Charbonnages du Centre. Cette veine considérée comme très susceptible de donner des D.I. est située dans un gisement où les recoupes de la même couche et des couches voisines par le bouveau homologue de l'étage inférieur avaient toutes donné lieu à des D.I. A cause de ces D.I., il avait fallu plus de 7 mois pour creuser 50 m de bouveau.

L'allure dérangée de la couche (fig. 6) et diverses difficultés ont amené à réduire à 4 le nombre de trous du bouclier (trous 1 à 4). L'affouillement par les trous I et II a permis d'extraire 12 m³ de charbon. L'extraction de charbon et la libération de grisou par le trou I ont été accompagnées de projections et de coups très violents, signes de la détente du massif. Au cours de l'affouillement par le trou II, les projections ont été moins violentes et quelques coups seulement ont été entendus. Il faut y voir la preuve de l'efficacité du premier sondage d'affouillement.

Pour éviter que, lors du tir de mise à découvert, il ne subsiste en avant du front, une cavité remplie de grisou, on a injecté du ciment par le trou I à l'aide d'une cuve à pression. La traversée de la couche s'est faite sans D.I. alors qu'on est presque certain qu'il en serait survenu, si aucune méthode spéciale de prévention n'avait été appliquée.

22. Prévention des D. I. par sondages de détente dans les traçages et les voies en couches.

221. Principe de la méthode.

La technique consiste à faire précéder les avancements des traçages et des voies en couches par un réseau de sondages de 115 mm de diamètre et de 15 à 20 m de longueur. De nouveaux sondages sont forés lorsque la couverture du réseau précédent est réduite à 5 m minimum.

Les trous de 115 mm se sont montrés très efficaces.

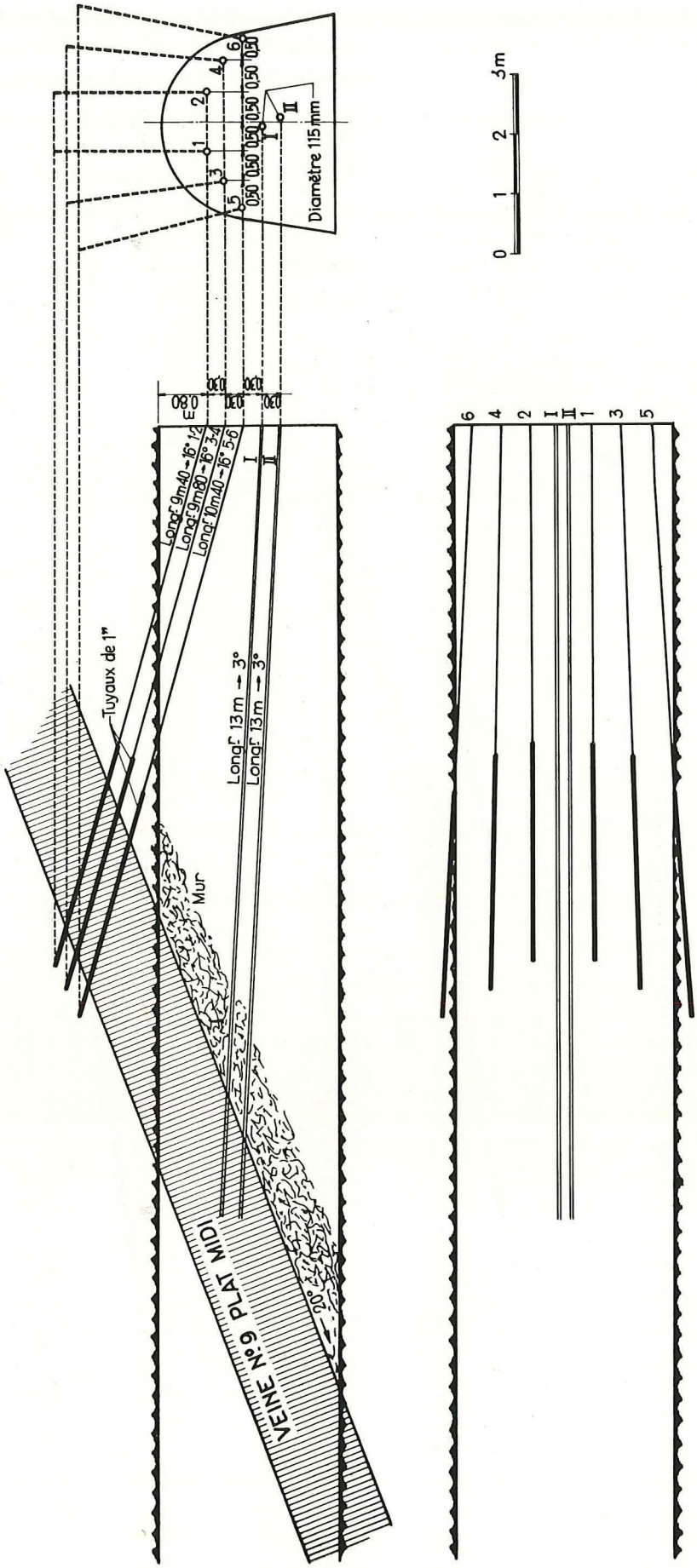


Fig. 5b. — Projet d'affouillement hydraulique d'une couche.

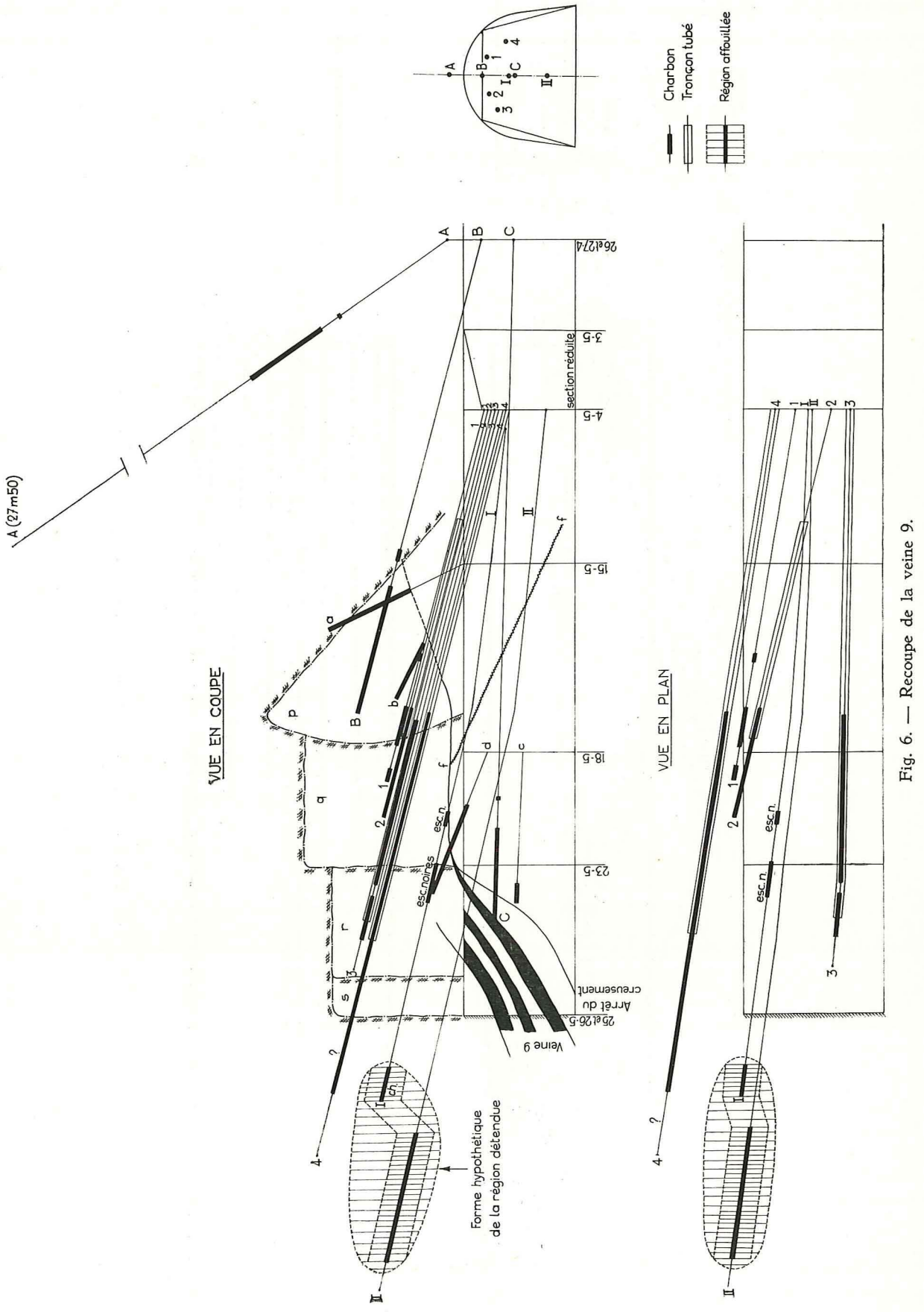


Fig. 6. — Recoupe de la veine 9.

222. Application dans les voies de chantiers.

Le schéma de forage préconisé est représenté par la figure 7. Il comprend un réseau de 5 sondages forés dans la direction de l'avancement (sondages 1 - 2 - 3 - 4 - 5), un 6e sondage fortement divergent (6) à la paroi amont et un 7e sondage fortement divergent (7) à la paroi aval. Le 6e sondage à la paroi amont s'est révélé nécessaire et efficace dans les voies en couches dont la pente dépasse 15°. Avant que l'on ne fore ce sondage divergent, sous l'effet des forces de gravité, il s'était produit des écoulements de charbon déclencheurs de D.I. Le 7e sondage à la paroi aval est nécessaire car un dérangement sédimentaire ou tectonique, un redressement de la couche par exemple, peut se rapprocher brusquement ou inopinément de cette paroi et créer un danger inattendu.

223. Observations réalisées au cours du forage des sondages.

Au cours du forage, à partir de la distance de 5 m de l'orifice du trou, il se produit souvent des projections de charbon et de gaz, véritables petits D.I. qui provoquent un accroissement de la teneur en gaz dans le courant d'air au voisinage de l'orifice du trou. Ces manifestations sont accompagnées de coups dans le massif.

Les débris de forage occupent souvent un volume beaucoup plus important que celui auquel on pourrait s'attendre en fonction du diamètre et de la longueur des trous, compte tenu du foisonnement. Ce volume a parfois dépassé 5 m³ pour le forage d'un seul mètre de trou dont le volume n'est que de 0,02 m³.

Lorsque le front progresse, on ne retrouve généralement plus la trace des sondages ; le charbon foisonné a flué vers le trou.

Ces manifestations sont des signes évidents de la détente des terrains.

224. Résultats de la méthode.

2241. *Belgique.*

L'emploi simultané des sondages et des tirs d'ébranlement permet de creuser les voies de chantiers et les travaux préparatoires en veine en évitant les D.I. Un exemple est donné par la figure 8 dans le cas d'une couche très virulente. Lorsque, seul, le tir d'ébranlement était appliqué, il se produisait un D.I. sur tir ou retardé tous les 25 m. Dès que l'on a fait des sondages, les D.I. ont disparu.

2242. *France : Houillères du Bassin des Cévennes.*

En 1962, un traçage et trois voies de base ont été traités par trous de détente.

Le traçage a d'abord progressé sous les dépilages d'une couche sus-jacente, pour pénétrer ensuite dans une zone ne comportant aucune exploitation aux

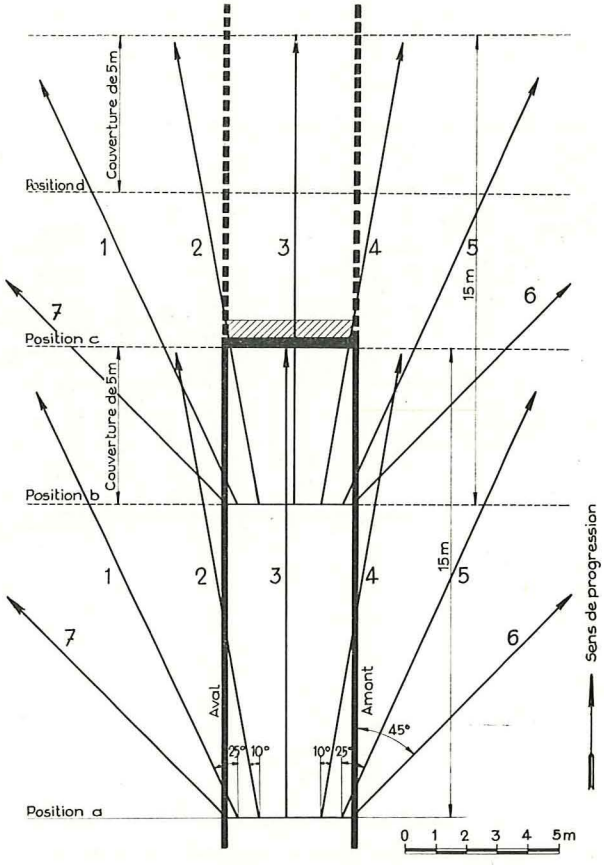


Fig. 7. — Schéma de sondages de détente appliqué dans les voies de chantiers.

aplombs. La protection étant assurée par tirs d'ébranlement, on a enregistré 5 D.I. sur tirs dont un de 548 t. Un essai de trous de détente a été entrepris. Sur 80 m de galerie, il ne s'est plus produit de D.I. sauf un seul qui a eu lieu sur tir d'ébranlement, dans une zone particulière. Les trous forés dans la veine ont pénétré dans le toit à 10 m de leur orifice par suite d'un rejet de la couche. Les trous n'avaient donc pratiquement pu avoir aucune influence sur la détente des terrains et le dégazage de la couche.

Dans une voie de base, avant l'exécution des trous de détente, il s'était produit 9 D.I. dont un de 550 t. Pendant la durée de l'essai des trous de détente, il s'est produit un « fort tir » dans une zone imparfaitement traitée, l'un des trous pénétrant dans le mur sur plus de 2 m et un D.I. sur tir de 35 t, à la paroi aval non traitée par gros trous et dont se rapprochait brusquement un redressement de la couche. Ce dernier D.I. prouve, comme en Belgique, la nécessité des trous divergents aux parements pour assurer la protection latérale comme la protection frontale.

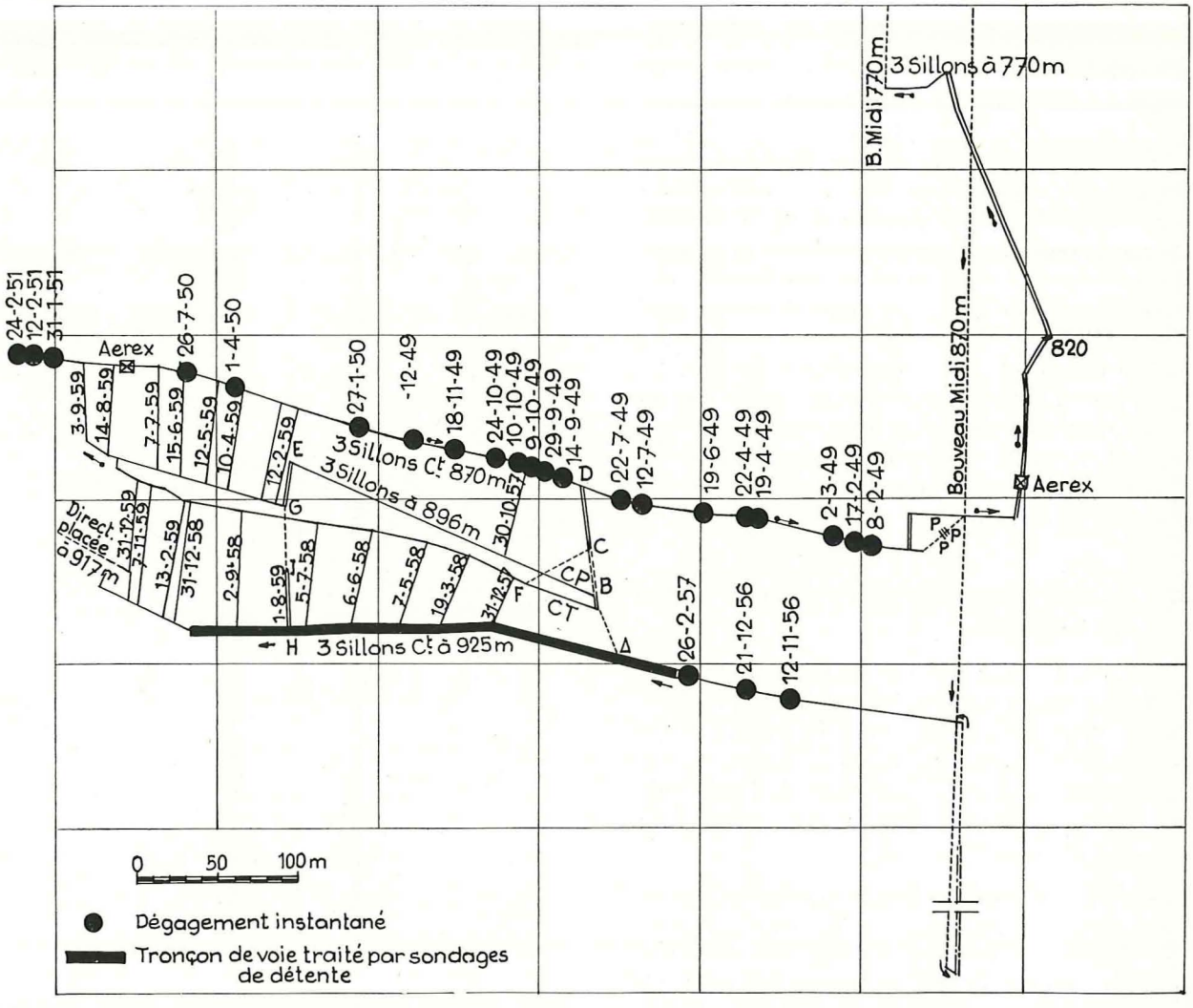


Fig. 8. — Réduction du nombre de dégagements instantanés dans une voie de chantier grâce aux sondages de détente.

De manière générale, les trous de détente réduisent l'agitation sismique après les tirs, de même que les pointes de dégagement de gaz. Ces pointes restent plus importantes que dans les gisements non sujets à D.I., mais au lieu d'être tantôt faibles et tantôt importantes, elles s'écartent moins d'une valeur moyenne.

23. Prévention des D. I. par sondages de détente dans les tailles.

231. Essai belge.

Le plan du chantier de veine 6 où les essais ont eu lieu est représenté par la figure 9. L'exploitation est partiellement influencée par des exploitations antérieures des veines 7 et 8 sus-jacentes.

Les diverses phases de l'essai furent les suivantes (fig. 10) :

1e phase : tirs d'ébranlement ;

2e phase : sondages de détente et tirs d'ébranlement de densité réduite ;

3e phase : sondages de détente et tirs mixtes (ébranlement + abattage) ;

4e phase : sondages de détente et tirs d'abattage.

La technique des sondages consiste à faire précéder le front de taille par des sondages de 115 mm de diamètre et 15 m de longueur, renouvelés périodiquement lorsque la couverture est réduite à 5 m.

Après 20 mois d'essais, comme aucun D.I. n'était survenu en taille, on a supprimé les tirs d'abattage et on a tenté un essai de mécanisation. Le déhouillement s'est fait à l'aide d'un rabot rapide Westfalia, après forage de sondages de détente espacés de 3 m sur toute la longueur du front.

La figure 11 donne le plan d'ensemble des premiers travaux de sondages.

Les zones hachurées sont les zones où les sondages ont donné des projections de charbon et de gaz. L'aplomb de la limite inférieure de l'ancienne exploitation en veine 7 sus-jacente limite la région viru-

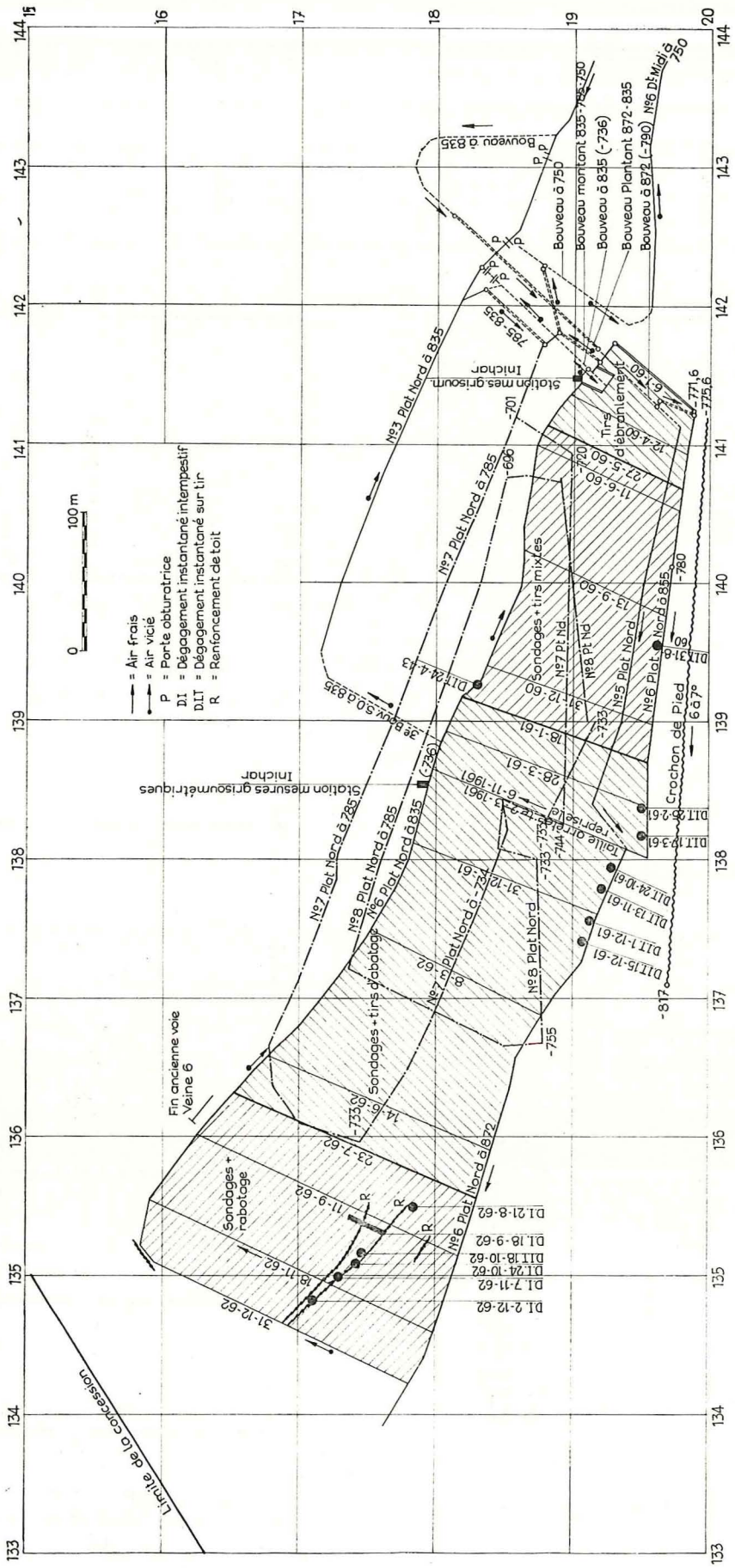


Fig. 9. — Charbonnages du Centre — Siège Ste-Marguerite — Taille Veine 6 ouest sous 835 m.

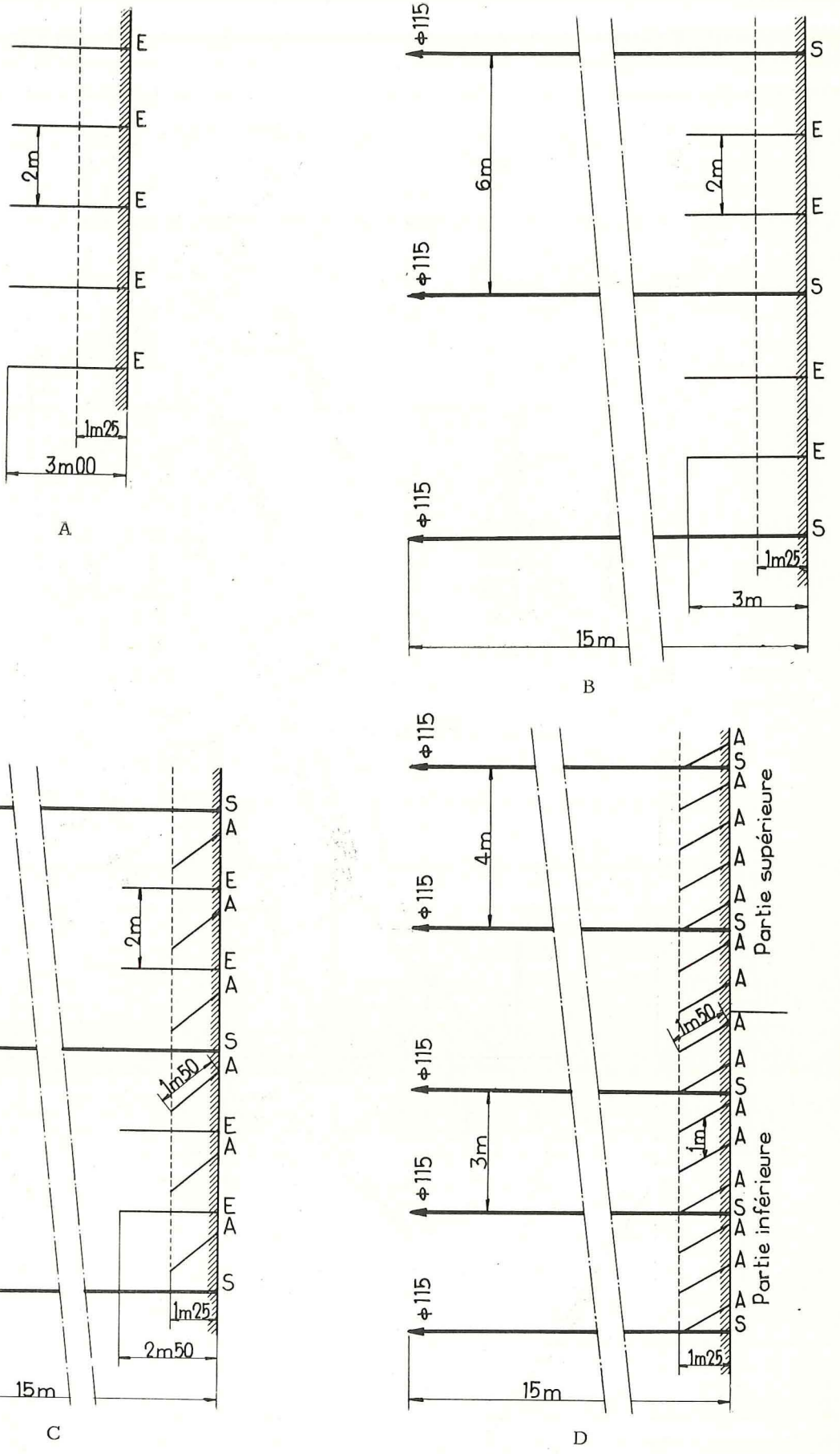


Fig. 10. — Evolution des methodes de prevention des dégagements instantanés en taille.

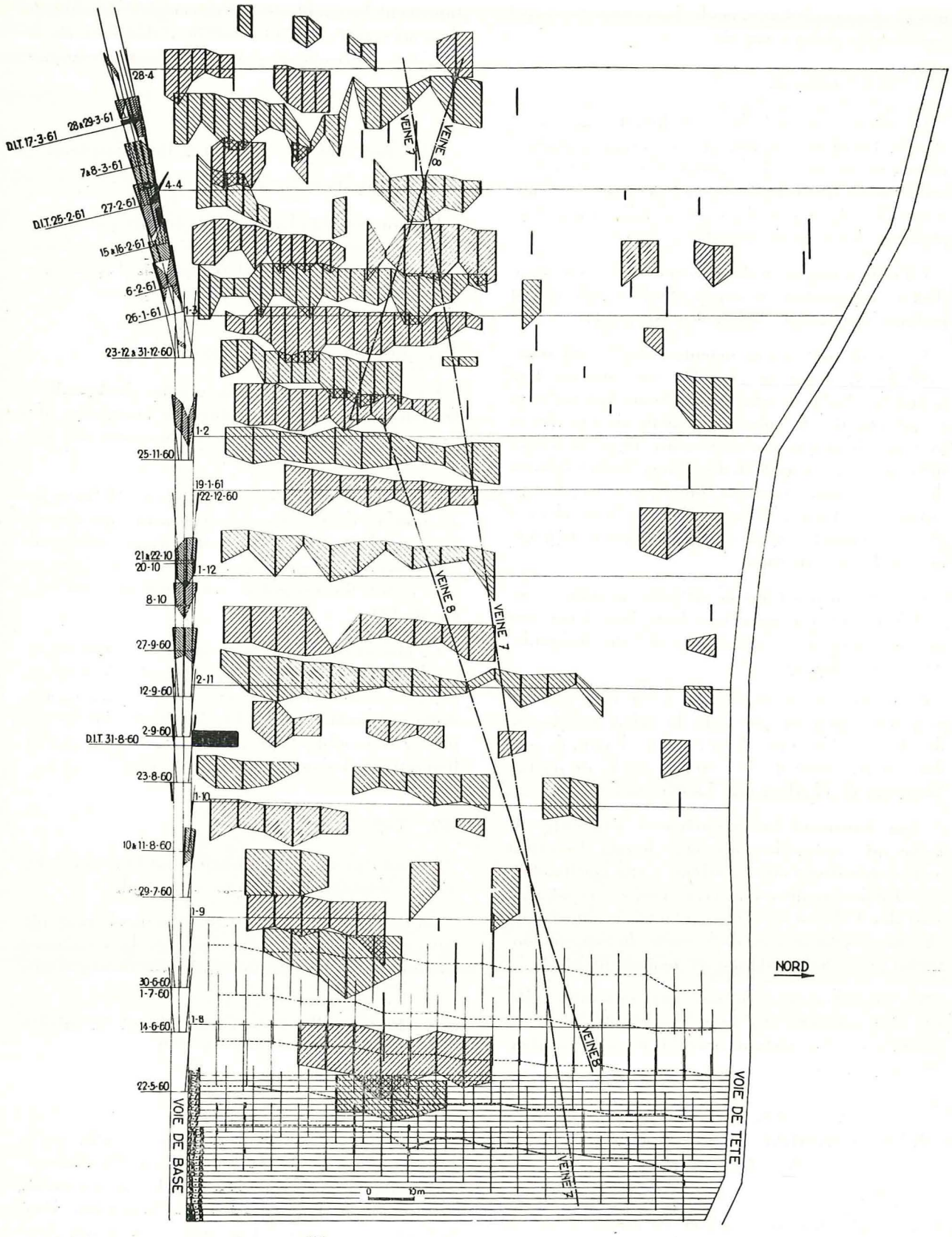


Fig. 11. — Extrait du plan des travaux de sondages de détente en taille (25-8-1960 au 28-4-1961).

lente qui couvre la partie inférieure de la taille. Cela prouve que l'exploitation égide de la veine 7 a exercé une détente de la veine 6.

232. Essai français.

Le premier essai français a eu lieu dans une couche des Houillères du Bassin des Cévennes particulièrement apte aux D.I. de grisou. C'est en effet dans cette couche que 9 D.I., dont un de 550 t, sont survenus dans la voie de base de la taille, avant l'application des trous de détente.

La taille progressait en direction d'une zone accidentée, augmentant le risque de D.I. Elle n'était protégée par aucune exploitation sus-jacente.

L'essai de sondages de détente en taille a été poursuivi du 13 février au 31 juillet 1962 sur une longueur de chasse de 132 m. Les trous ont été forés parallèlement à la voie, au diamètre de 115 mm et avec des longueurs comprises entre 15 et 20 m (généralement 15 m utiles). Les trous étaient espacés de 4 m. Certains trous ont projeté 30 à 50 fois leur volume : au total 3 % du charbon de la couche ont été ainsi extraits, ce qui a très certainement provoqué la détente du front.

L'exécution des trous de détente en taille a permis de passer sans incident à l'injection d'eau sous pression, puis à la suppression des tirs d'ébranlement avec rabotage.

La foration des gros trous a sensiblement amélioré la granulométrie et, par suite, la valeur marchande du charbon. En outre, il est apparu un gain de production par allée de 5 à 10 %, car le tir rejetait beaucoup de charbon vers l'arrière-taille.

Non seulement la production a augmenté, de même que le prix de vente, mais le prix de revient a été certainement aussi amélioré. Cette amélioration est difficile à évaluer mais on peut citer : la suppression des D.I. sur tirs, la régularité de marche du chantier, l'amélioration de la tenue du toit qui contribue à une augmentation du rendement, etc.

Un nouvel essai est en cours dans une autre taille. Dès l'introduction des trous de détente, on a pu supprimer les tirs d'ébranlement. Il n'y a pas eu d'incident par la suite.

3. ETUDE DES FACTEURS ET DES MOYENS DE PREVISION DES D.I.

30. Généralités.

Les D.I. prennent naissance dans certaines conditions de structure du charbon, de présence de gaz et de pressions de terrains.

Nous parlerons successivement des mesures exécutées en vue d'étudier chacun de ces trois facteurs en insistant sur celles qui ont fourni les résultats les plus sûrs et les plus intéressants pour résoudre pratiquement les problèmes de détection à distance du déclenchement d'un D.I. sur tir d'ébranlement, de prévision du risque de D.I., de chronologie du phénomène.

31. Aptitude du charbon à la désorption.

310. Généralités.

La structure du charbon a été étudiée par les mesures de fissuration et de fragilité et par la détermination d'un indice caractéristique de l'aptitude à une grande vitesse de désorption du gaz.

311. Mesures de fissuration.

La détermination de la fissuration d'échantillons de charbon se fait par comptage, au microscope, des fissures ouvertes ou fermées apparaissant sur une section polie de l'échantillon.

Les charbons sont classés en 5 classes définies par un nombre de fissures, par centimètre, de plus en plus grand. La figure 12 montre l'aspect d'échantillons appartenant aux diverses classes ; les classes 4 et 5 sont, théoriquement, caractéristiques du danger de D.I.

Le plus grave défaut de ces mesures de laboratoire réside dans la lenteur et la difficulté de mise en œuvre qui excluent d'envisager la fissuration comme signe prémonitoire de D.I. Un test plus simple pourra vraisemblablement remplacer les mesures de fissuration : il s'agit du test de fragilité.

312. Test de fragilité.

Le principe du test de fragilité est basé sur l'idée que les charbons très fissurés sont fragiles.

La mise au point du test a montré que l'indice obtenu varie peu d'un point à un autre dans un même sillon de la couche et caractérise bien chacun d'eux.

313. Mesure d'indices caractérisant la vitesse de désorption (indices Δ P).

3131. *Principe.*

La teneur en gaz d'un charbon ne suffit pas à créer le risque de D.I. ; mais cette manifestation paraît surtout liée à la grandeur de la vitesse initiale de désorption qui dépend de la fissuration. Pour apprécier cette vitesse et séparer les charbons, grâce à un indice empirique, en groupes suffisamment distincts, on dispose d'un essai applicable dans un laboratoire dont l'installation est facile au siège même : le test du Δ P.

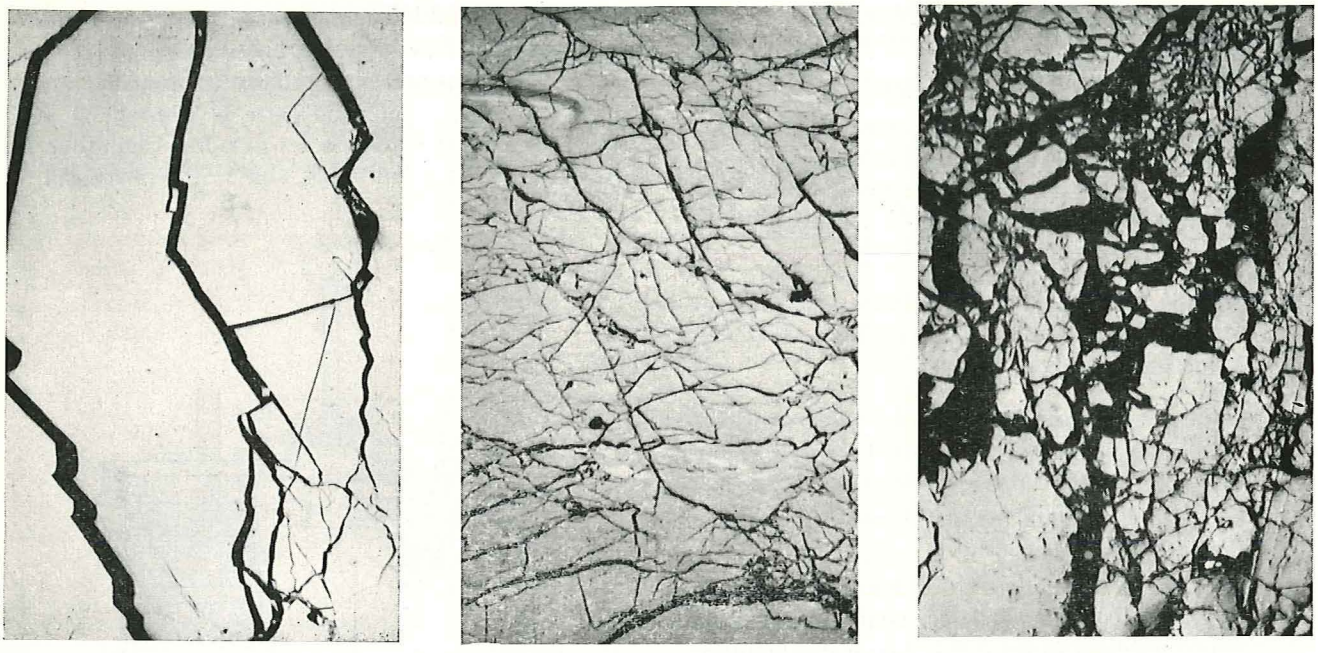


Fig. 12. — Classes de fissuration.

a) Charbon présentant une fissuration de classe II : 6,25 à 20 fissures/cm. Grossissement = 250 ×.

b) Charbon présentant une fissuration de classe IV : 71,4 à 200 fissures/cm. Grossissement = 250 ×.

c) Charbon présentant une fissuration de classe V : 200 à 1.225 fissures/cm. Grossissement = 250 ×.

Les mesures se font à l'aide d'un appareil (fig. 13) dérivé du dispositif russe d'Ettinger et complété par le Cerchar pour tenir compte du volume libre des pores et des espaces intergranulaires du charbon.

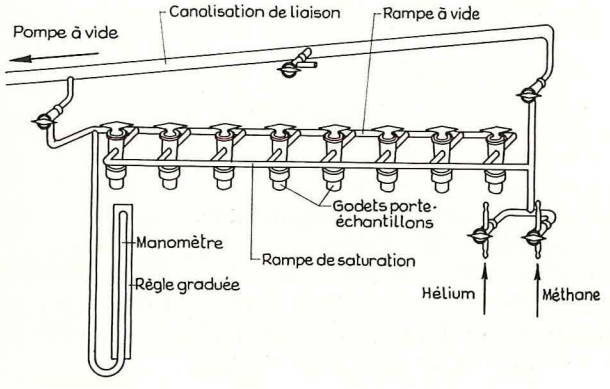


Fig. 13. — Appareil Ettinger pour détermination des indices Δ P de vitesse de désorption.

Des échantillons de 3 g de charbon (8 simultanément), de granulométrie choisie, sont d'abord dégazés à l'aide d'une pompe à vide. Ils sont ensuite saturés d'hélium, à la pression atmosphérique, puis mis successivement en communication avec une rampe de volume connu où le vide a été chaque fois effectué. On mesure l'augmentation de pression dans la rampe (p_1) provoquée par la détente de l'hélium.

On a ainsi une idée de l'incidence du volume des vides, car l'hélium n'est pas du tout adsorbé par le charbon à la pression atmosphérique.

On refait alors le vide dans les godets porte-échantillons, puis on sature les échantillons de méthane, à la pression atmosphérique. On remet successivement chacun des échantillons en communication avec la rampe à vide et on note l'augmentation de pression après 10 s et après 60 s (p_2 et p_3).

On calcule les indices suivants :

$$\Delta P_{0\text{-}10} = p_2 - p_1$$
$$\Delta P_{10\text{-}60} = p_3 - p_2$$
$$\Delta P_{0\text{-}60} = p_3 - p_1$$

Ces indices sont caractéristiques de la vitesse de désorption du méthane.

Les $\Delta P_{0\text{-}10}$ obtenus par cette méthode semblent plus différenciés que les $\Delta P_{10\text{-}60}$.

Les échantillons sont classés suivant la valeur de l'indice $\Delta P_{10\text{-}60}$ en charbons non dangereux, suspects, dangereux ou très dangereux.

La méthode a l'inconvénient de ne donner que des indications de danger possible (puisque le charbon est d'abord dégazé puis saturé en gaz dans une proportion différente de la teneur naturelle).

3132. *Résultats obtenus en France.*

La granulométrie de l'échantillon a une influence très variable selon les charbons ; les indices ΔP restent constants tant que la granulométrie est supérieure à la maille de fissuration naturelle de l'échantillon ; par contre, les indices ΔP croissent de façon continue lorsque l'échantillon est broyé à une granulométrie de plus en plus fine, inférieure à la maille de fissuration naturelle.

L'examen des valeurs des $\Delta P_{10\text{-}60}$ des prélèvements effectués dans les chantiers donne lieu aux constatations suivantes :

— l'indice $\Delta P_{10\text{-}60}$ peut prendre des valeurs très variables sur un même front, qu'il s'agisse d'une veine puissante ou d'une veine mince ;
— les D.I. ont toujours été accompagnés de valeurs élevées des $\Delta P_{10\text{-}60}$;
— l'étendue des familles de valeurs des $\Delta P_{10\text{-}60}$ est nettement plus grande pour les ouvrages « susceptibles » ayant donné lieu à des manifestations que dans le cas d'une couche où aucun D.I. n'a eu lieu.

3133. *Résultats obtenus en Belgique.*

Les mesures de ΔP ont été effectuées sur des échantillons provenant de deux couches. Les échantillons dont le $\Delta P_{10\text{-}60}$ est supérieur ou égal à 15 proviennent de D.I., de forts tirs ou de régions affectées par des dérangements géologiques.

La répartition des ΔP le long de la voie de base d'une taille a montré, en outre, que les indices élevés, l'influence des conditions géologiques mise à part, se rencontrent dans les zones où les sondages donnent des manifestations. Dans les tronçons calmes intermédiaires, les ΔP sont généralement faibles.

32. Teneur en gaz et pression gazeuse de la couche.

321. Désorbomètre portatif.

3211. *Principe.*

On a essayé de mesurer au fond la vitesse de désorption à l'aide d'un appareil qui est une adaptation, par les Houillères du Bassin des Cévennes, du désorbomètre du Professeur A.J. Hargraves de l'Université de Sydney.

Cet appareil présente l'avantage d'être d'un emploi très pratique au fond de la mine et de permettre d'opérer sur les échantillons de charbon aussitôt après leur prélèvement.

Le désorbomètre (fig. 14) consiste en un réservoir hermétique où l'on place l'échantillon. Ce réservoir est relié à un serpentin transparent gradué en cc et 1/10 cc, de faible section et dont l'autre extrémité communique à l'air libre. Un index de glycol coloré joue le rôle de piston mobile dans ce serpentin. Un robinet à 3 voies, intercalé entre le réservoir et le serpentin, permet d'orienter les gaz de l'échantillon, soit directement à l'air libre, soit vers le serpentin.

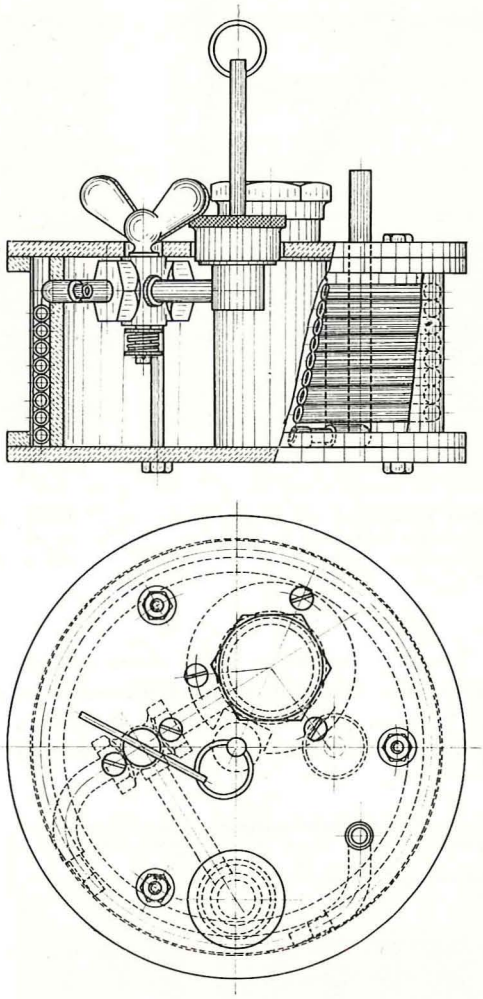


Fig. 14. — Désorbomètre.

Dans cette dernière position, l'index est refoulé par les gaz qui se dégagent de l'échantillon et donne la mesure du volume total à tout instant.

3212. *Résultats obtenus en France.*

Les résultats ont fait apparaître la nécessité de réétudier de façon précise, en laboratoire, le fonctionnement de l'appareil, car la première hypothèse qui assimilait le début de la courbe de désorption à une hyperbole, n'est pas vérifiée. Notamment, la teneur en gaz du charbon calculée à partir de cette hypothèse est largement sous-évaluée.

Cependant, les indices de teneur en gaz et de vitesse de désorption fournis par le désorbomètre ont

permis de caractériser la susceptibilité de certaines couches du Bassin des Cévennes, en ce sens que, dans les gisements à D.I. de CH_4 et à D.I. mixtes, les mesures effectuées en zones susceptibles ont donné des résultats tous supérieurs à ceux des mesures en zones calmes.

Le désorbomètre portatif rend de grands services ; il permet d'obtenir une indication rapide au fond de la mine sur la quantité de gaz réellement contenue dans le charbon.

3213. *Résultats obtenus en Belgique.*

Le classement des échantillons suivant l'ordre et l'allure des courbes de désorption (fig. 15) témoigne nettement de l'influence d'exploitations égides susjacentes. Dans un cas, on a même pu retrouver, grâce à ce classement, l'influence d'anciennes exploitations et en retracer les limites.

Les courbes de désorption, relevées par les mesures au désorbomètre portatif, rendent bien compte des conditions naturelles de la couche « in situ » et notamment des effets de la teneur en gaz et de la détente.

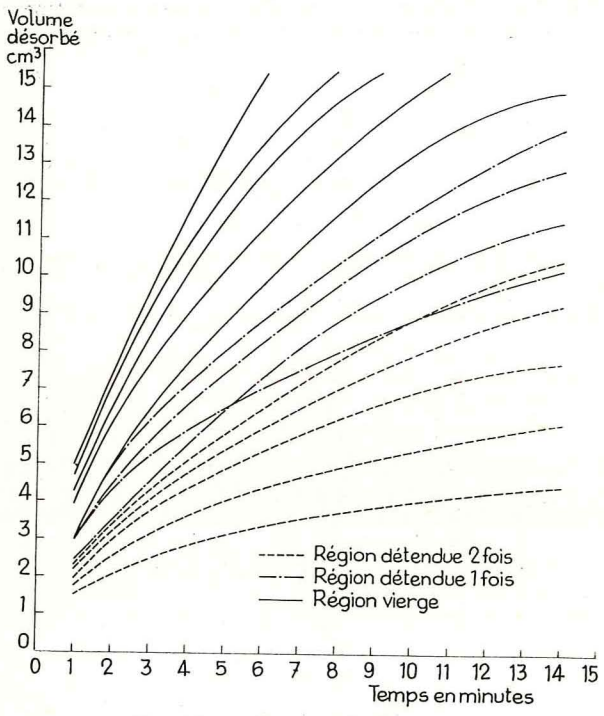


Fig. 15. — Courbes de désorption.

322. Pression gazeuse dans un trou de sonde.

La mesure de la pression gazeuse dans le massif a deux objectifs :

— la détermination indirecte de la teneur en gaz du charbon à partir de ses isothermes d'adsorption et de la température du massif ;

— la détermination de la barrière de rétention du gaz en avant du front par l'étude de la variation de la pression en fonction de la profondeur dans un trou de sonde.

La pression la plus élevée, mesurée en France au cours des dernières années, a été de 50 kg/cm². Elle le fut dans une couche située à 25 m en avant du front d'un travers-banc.

Dans un traçage, dont le front avait une avance de 20 m sur le front de taille, on a mesuré dans un trou de 3 m de profondeur, la pression exceptionnellement élevée de 18 kg/cm².

Aux Pays-Bas, les mesures de pression se font de manière systématique dans les traçages en couches susceptibles de donner des D.I. Des trous de 10, 15 ou 20 m de longueur sont forés en avant du front et renouvelés lorsque la couverture n'est plus que de 5 m ; on mesure la pression du gaz qui s'établit dans ces trous ; si celle-ci est supérieure à 5 atm, le creusement est interrompu et on recommence de nouveaux sondages jusqu'à ce que la pression dans le dernier trou foré soit inférieure à 5 atm.

323. Débit de gaz d'un trou de sonde.

Comme les mesures de pression sont sujettes à caution, on essaie de les remplacer par des mesures de débit qui ne nécessitent pas un joint aussi étanche.

Jusqu'ici les débits de gaz de sondages de 3 m de longueur et 45 mm de diamètre, obturés à 1,50 m de profondeur, ont varié de quelques litres à 50 litres/min.

324. Grisoumétrie.

Depuis 1959, des enregistreurs Mono-Maihak et, depuis 1962, un analyseur enregistreur à rayons infrarouges Onera 80, sont installés dans la voie de retour d'air de chantiers à D.I. de mines belges. Les enregistrements ont permis d'étudier l'influence des tirs d'ébranlement (fig. 16 et 17) et des sondages de détente (fig. 18 et 19) sur la teneur en grisou.

Une douzaine de dégagements instantanés ont été enregistrés dont un exemple est donné par la figure 20.

325. Télégrisoumétrie.

Les grisoumètres Verneuil téléindicateurs ont permis de constater que, dans les traçages en couches à D.I., des teneurs anormales apparaissent plus ou moins fréquemment après les tirs d'ébranlement, le maximum de teneur étant en général atteint 2 à

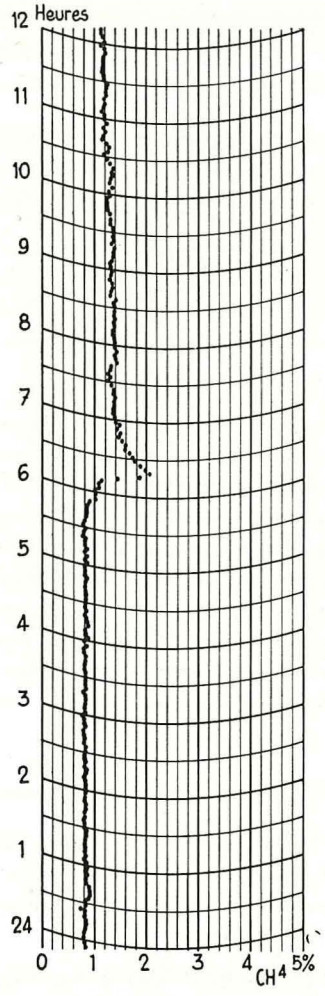


Fig. 16. — Influence d'un tir d'ébranlement sur la teneur en grisou (enregistrement par analyseur Maihak).

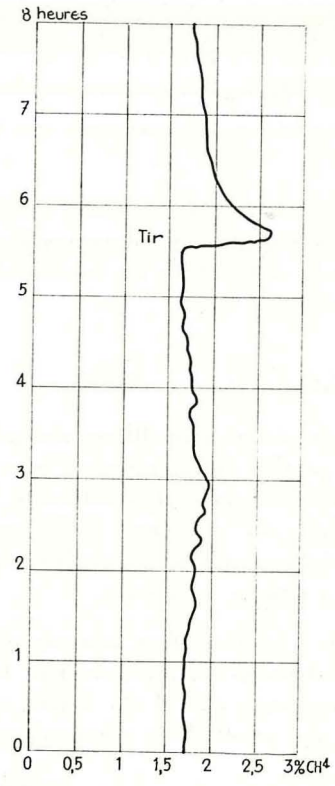


Fig. 17. — Influence d'un tir d'ébranlement sur la teneur en grisou (enregistrement par analyseur Maihak).

Fig. 18. — Influence des sondages de détente sur la teneur en grisou (enregistrement par analyseur Onera 80).

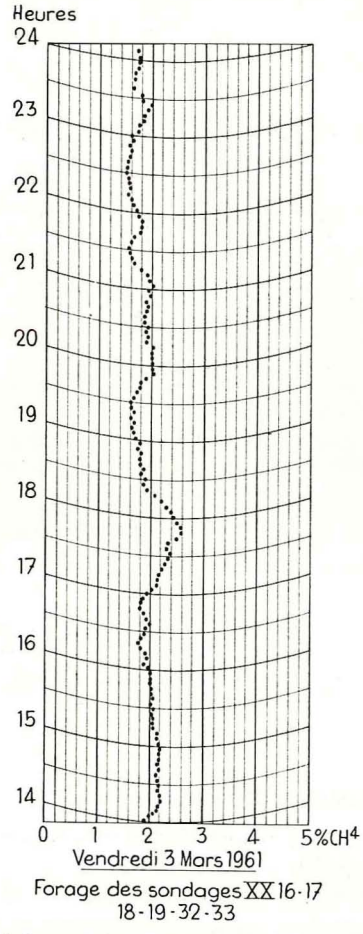


Fig. 19. — Influence des sondages de détente sur la teneur en grisou (enregistrement par analyseur Onera 80).

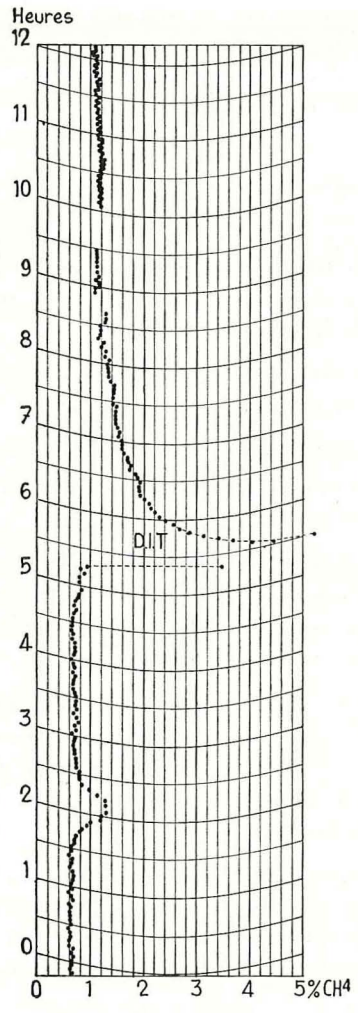


Fig. 20. — Enregistrement de la teneur en grisou au cours d'un D.I.

5 min après le tir. Par contre, dans certains cas très rares, les tirs ne sont suivis d'aucune augmentation de la teneur dans le chantier. Finalement, les teneurs maximales atteintes sont très variables d'un jour à l'autre, ainsi que le temps mis à les atteindre.

Aucune corrélation n'a pu être établie entre ces caractéristiques et l'apparition des D.I. Les dégagements de grisou ne constituent donc pas un test prémonitoire. On peut toutefois dire que les teneurs maximales sont plus faibles dans les chantiers calmes que dans les chantiers agités.

326. Pièges à atmosphère.

Les mesures au télégrisoumètre ont été complétées par des piégeages d'atmosphère après les tirs. Les pièges (fig. 21) permettent d'effectuer en 30 ms le prélèvement de 230 cm^3 de l'atmosphère qui les environne. Leur fonctionnement est déclenché par un détonateur en même temps que le tir. L'utilisation de détonateurs à microretards ou à retards permet d'échelonner les prélèvements, soit de 25 en 25 ms, soit de 1/2 s en 1/2 s après la mise à feu du tir.

En disposant plusieurs pièges dans différentes sections plus ou moins éloignées du front de tir, on peut avoir la chance de déterminer la vitesse de propagation d'un front gazeux, si le D.I. qui lui a donné naissance se produit moins d'une seconde après le tir.

Les nombreux piégeages effectués dans une couche susceptible, en l'absence de D.I., à l'aide de pièges situés à 10 m du front, ont montré qu'on avait autant de chance de capter un air à teneur élevée en CH_4 quel que soit le retard utilisé. Les volutes de gaz non mélangées avec l'air ont autant de chance d'être piégées quelques millisecondes qu'une seconde après le tir.

Les piégeages d'atmosphère ont montré, à plusieurs reprises, que les tirs d'ébranlement peuvent provoquer, dans les chantiers à D.I., des dégagements de grisou tourbillonnaires dans un délai inférieur à 50 millisecondes, qu'il y ait eu D.I. ou pas.

Le blocage de 4 pièges en cours de fonctionnement, à 10 m du front, par les projections d'un D.I., semble bien montrer que le charbon peut être projeté instantanément après le tir qui a provoqué le D.I. et ceci avec une vitesse supérieure à 200 m/s (700 km/h).

33. Pressions de terrains.

330. Généralités.

L'état des terrains voisins d'une couche dépend de la nature des roches et du régime des contraintes. Les mesures de convergence et de sismique peuvent fournir indirectement des renseignements sur cet état.

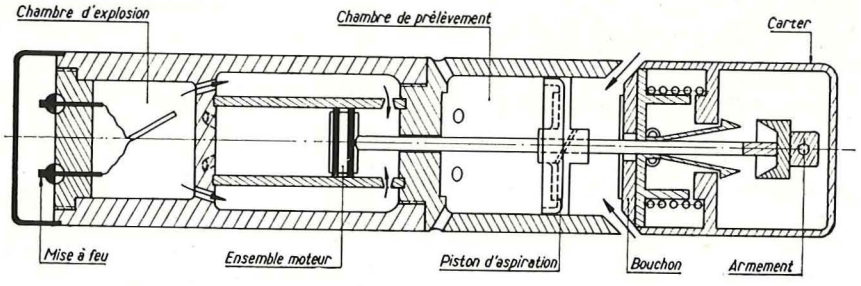


Fig. 21. — Piège à atmosphère.

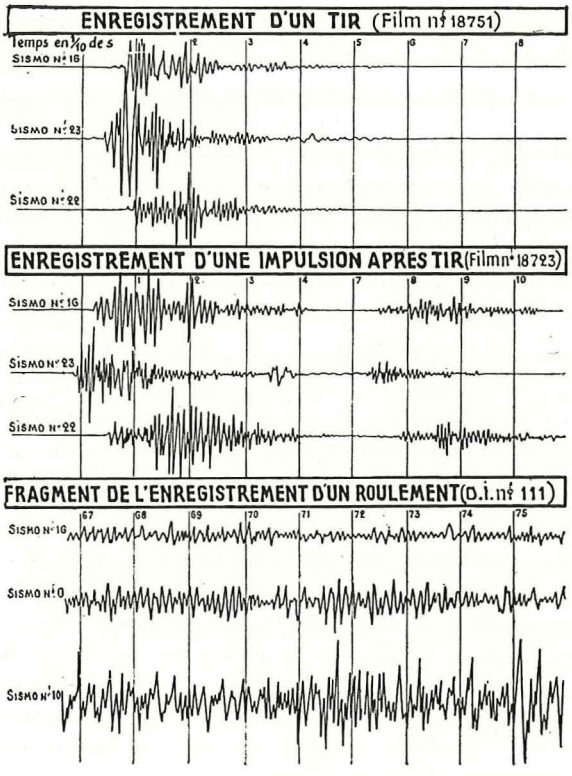


Fig. 22a. — Enregistrement des vibrations sismiques.

L'enregistrement des vibrations des terrains par la sismique indique rapidement si un tir a été ou non suivi de D.I. ; il permet aussi parfois d'apprécier la susceptibilité d'un gisement. L'écoute continue des bruits provoqués dans les terrains par les réajustements du massif (microséismes) et l'étude de la chronologie des phénomènes accompagnant un D.I. relèvent de la microsismique.

331. Sismique.

L'étude des vibrations provoquées dans les terrains par les tirs d'ébranlement et par les D.I., ainsi que des agitations consécutives, a été entreprise en 1952 dans le Bassin des Cévennes.

A l'heure actuelle, 10 appareillages sont en service en France et 1 à l'essai en Belgique.

Les appareils nécessaires sont les suivants : capteurs de vibrations - lignes de transmission - amplificateurs - enregistreurs.

L'enregistrement des vibrations permet d'obtenir, soit une image de l'ébranlement dû au tir, soit des « agitations consécutives », soit éventuellement des ébranlements provoqués par le D.I. (fig. 22 a et b).

L'étude des enregistrements sismographiques est basée sur le classement des enregistrements d'après leur « degré d'agitation », tenant compte de l'amplitude des vibrations (comparées à celles du tir) et de leur nombre.

Dans le Bassin des Cévennes, les mesures sismiques ont permis de déterminer, à coup sûr, s'il y avait eu un D.I. ou pas sur le tir et elles ont souvent signalé les soufflages et les forts tirs.

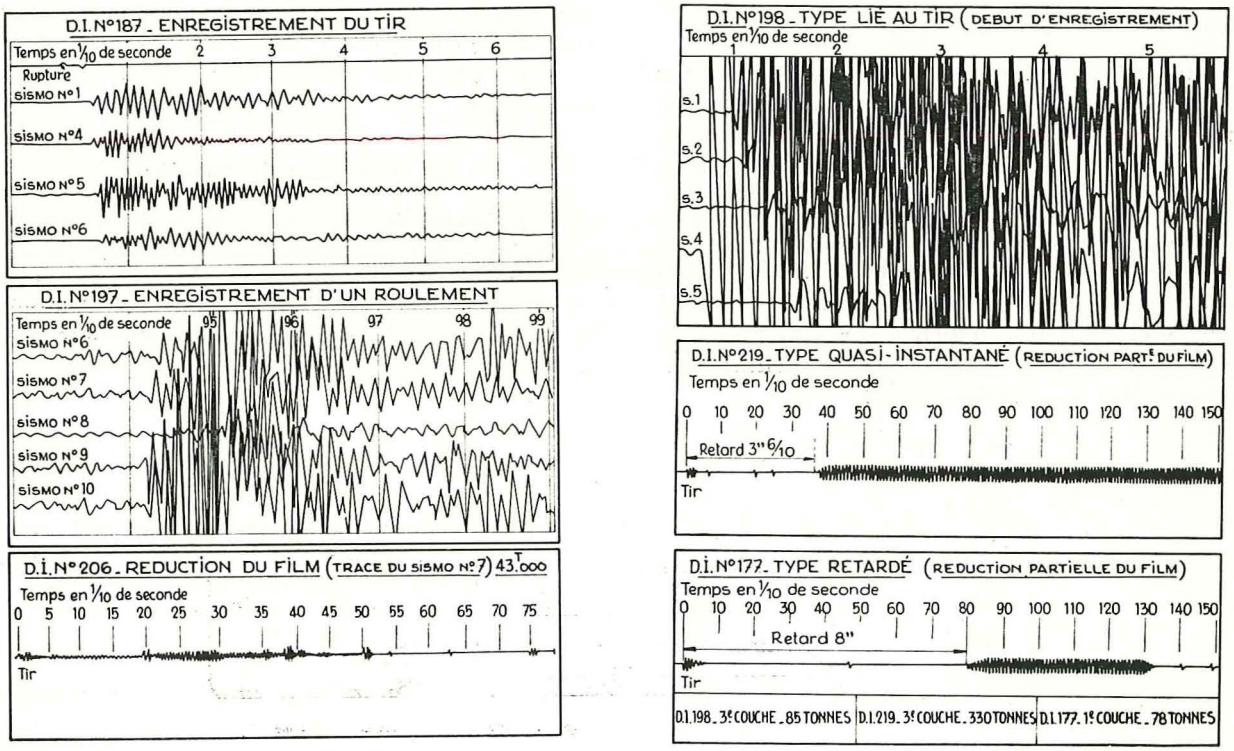


Fig. 22b. — Enregistrements des vibrations sismiques.

Par le fait même, la visite des chantiers après les tirs a pu se faire dans un climat de confiance inconnu auparavant.

Pour la prévision des D.I., les mesures sismiques fournissent les indications suivantes.

Le fait d'obtenir, dans une couche ou un gisement, un plus ou moins grand pourcentage de films plus ou moins agités permet de caractériser l'aptitude de cette couche ou de ce gisement à donner des D.I. L'agitation sismique semble pouvoir rendre statistiquement compte de l'aptitude au D.I. dans le cas de champs d'exploitation contigus.

Au point de vue de la chronologie des phénomènes (1), la sismique avait autrefois permis de penser que le moment du déclenchement d'un D.I. sur tir coïncidait avec l'apparition d'agitations sur l'enregistrement sismique. Comme cette apparition présentait parfois des retards plus ou moins longs sur le moment du tir, certains D.I. avaient été considérés comme plus ou moins retardés.

A l'heure actuelle, les études de piégeages d'atmosphère ont infirmé cette hypothèse. Les piégeages d'atmosphère à 10 m du front d'un traçage ont montré que l'air pouvait à cet endroit atteindre localement des teneurs en grisou très élevées, moins d'un vingtième de seconde après le tir, qu'il y ait eu ou pas dégagement instantané. De même, en cas de D.I., des pièges ont été atteints par des projections de charbon à la même distance et dans le même délai, bien que les agitations de l'enregistrement sismique n'aient débuté que plusieurs secondes après les tirs correspondants. Il se peut que le D.I. sur tir soit réellement instantané, ce que montrerait l'étude des piégeages. Le début de l'agitation sismique coïnciderait alors avec les premiers coups dans les épontes et notamment dans le toit. Ces coups ne peuvent se produire que lorsque la détente commence après formation d'un certain vide.

Dans le domaine du contrôle de l'efficacité des moyens de prévention des D.I., la sismique met bien en évidence la détente des terrains obtenue par le dépilage d'une couche voisine ou au contraire la concentration locale des contraintes, soit dans la même couche, soit dans une couche voisine.

Les enregistrements faits après la foration de trous de détente montrent une forte diminution des agitations consécutives au tir d'ébranlement. Dans un avancement en 3e veine de Ricard, le pourcentage des tirs d'ébranlement dont l'enregistrement sismique donne des films agités, est tombé de 28,4 à 5 % après l'introduction du procédé des trous de détente.

(1) Ce paragraphe, ainsi que le suivant, ont été modifiés, compte tenu d'une remarque de M. R. BROUAT, Ingénieur Principal aux Houillères du Bassin des Cévennes.

332. Microsismique.

Il s'agit de l'enregistrement continu des vibrations sismo-acoustiques qui se produisent dans les terrains pendant la progression des travaux, à l'occasion des réajustements locaux.

Les appareillages de sismique pourraient, théoriquement au moins, être utilisés dans ce but. En pratique, l'écoute des bruits du massif pose des problèmes particuliers qui exigent la mise au point d'appareils différents :

— Capteurs de dimensions très réduites, si possible omnidirectionnels ;
— Dispositifs d'enregistrement de longue durée et à large bande passante.
Un magnétophone autonome de sécurité intrinsèque a été mis au point dans ce but.
— Appareillage évitant les parasites dus au fonctionnement simultané des installations de la mine.

Le mode d'emploi de l'appareillage et le procédé de détection des phénomènes vibratoires caractéristiques de l'approche de D.I. ou qui se produisent au cours des D.I., de même que la technique d'évaluation de l'efficacité des moyens de prévention par la microsismique, sont encore du domaine de la recherche. D'après les Russes, l'écoute des bruits du massif serait susceptible de prévenir du risque imminent d'un D.I. Chaque couche serait caractérisée par un nombre horaire de vibrations déterminé. Si l'on dépasse un certain seuil, il y aurait risque de D.I. et il serait prudent d'évacuer le chantier.

4. CONCLUSION

41. Etude des facteurs et des moyens de prévision des D. I.

Toutes les mesures faites pour étudier les D.I. n'ont pas été évoquées, mais notre aperçu des principaux moyens de mesures montre cependant que de grands progrès ont été réalisés dans l'étude des facteurs de D.I. et le contrôle pratique des moyens de prévention mis en œuvre dans les mines à D.I.

411. Détection des D. I.

Il est possible aujourd'hui de savoir si un tir a été ou non suivi de D.I.

La sismique après tir permet de déceler tous les D.I. caractérisés et une partie des manifestations moins importantes, telles que soufflages ou forts tirs. Le grisoumètre Verneuil téléindicateur permet de contrôler, à distance, l'atmosphère des chantiers ou de leurs retours d'air. Un appareillage de télécommunication prototype dont nous n'avons pas parlé, le picophone, permet aux visiteurs de tirs de transmettre immédiatement, du fond à la surface, les constatations faites au cours de leurs tournées.

412. Prévision des D. I.

La prévision des D.I. est très difficile : elle exige des mesures très nombreuses, ce qui élimine toutes les techniques basées sur des indices lents ou difficiles à obtenir.

La présence prolongée d'agitation sismique ou d'indices ΔP élevés peut être considérée comme un signe de danger. Par contre la mesure, de nombreuses fois répétée, d'une agitation sismique faible et de ΔP peu élevés donne l'assurance que le champ d'exploitation est peu ou pas susceptible. Il serait souhaitable que ces tests soient complétés ou remplacés par d'autres plus faciles à mettre en œuvre et fournissant une réponse immédiate au fond de la mine.

413. Efficacité des moyens de prévention des D.I.

Les tests de l'efficacité des moyens de prévention des D.I. restent encore à mettre au point. On peut envisager l'emploi des techniques suivantes : mesures de pression et de débit de gaz de sondages, écoute des bruits du massif, enregistrement des dégagements de gaz, thermométrie, emploi du désorbomètre portatif, test de fragilité.

42. Prévention des D. I.

La prévention des dégagements instantanés par sondages de détente a donné les meilleurs résultats dans les houillères françaises et belges, aussi bien dans les voies en couches qu'en taille. Dans les voies en couches, l'emploi simultané des sondages de détente et des tirs d'ébranlement a eu pour effet de réduire presque à néant le nombre de D.I. sur tirs. Les forts tirs ou les D.I. sur tirs qui se produisent encore parfois sont imputables à une mauvaise disposition des trous et à l'absence de sondages divergents aux parois.

En taille, les sondages de détente exécutés correctement évitent les D.I. Ils ont permis de réduire les tirs d'ébranlement, de faire l'injection d'eau en veine, de mécaniser l'abattage et d'atteindre des avancements de 1,7 m et même 2,5 m/jour. Non seulement la sécurité a été considérablement renforcée, ce qui est essentiel, mais la rentabilité de l'exploitation a augmenté.

Une première estimation du coût des procédés de prévention a montré que les sondages procurent un gain de 12 FB/t par rapport au tir d'ébranlement. Il faut ajouter à ce gain les bénéfices de la mécanisation de l'abattage, de la régularité de marche du chantier et de l'augmentation de la vapeur marchande du charbon due à l'amélioration notable de la granulométrie.

Pour la recoupe des couches à D.I., même des couches à très violents D.I. de CO_2, les sondages de détente, en France, et l'affouillement hydraulique préalable de la couche, en Belgique, semblent devoir donner des garanties qu'aucun autre procédé n'a offertes jusqu'à présent, aussi bien pour le personnel que pour la régularité de l'avancement des travaux.

Nous tenons à remercier la Haute Autorité qui, par son aide financière, a permis de faire de grands progrès dans la lutte contre les dégagements instantanés et dans les moyens de les prévoir. Les objectifs déjà atteints témoignent de la collaboration étroite et excellente entre les ingénieurs et le personnel des sièges où les essais sont exécutés, les Administrations des Mines et les chercheurs de la Communauté.

Bibliographie sur le grisou et les moyens de le combattre

(1) Andreieff, B., ANDRE, M., Blanchard, H., Carlier, C. (Etablissements Berry) : Les ventilateurs d'aérage principal. *Revue de l'Industrie Minérale,* n° spécial, 15-11-1962, chapitre VII, p. 242-276.

(2) ANDREIEFF, B., André, M., Blanchard, H., Carlier, C. *Voir réf. 1.*

(3) ARETS, L.A.G.L., Maas, W., Muysken, P.J., Stuffken, J., Wijffels, F. : Het voorkomen van mijngas en de strijd tegen te hoge concentraties bij de Staatsmijnen in Limburg. *Geologie en Mijnbouw,* 41, 1962, n° 2, p. 39-86.

(4) AUDIBERT, E. : Sur le mode de gisement du méthane dans la houille. *Congrès International des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie appliquée.* VII^e Session, Paris, 20-26 octobre 1935. Section des Mines.

(5) AUDIBERT, E. : Sur le gisement et le dégagement des gaz de la houille. *Annales des Mines.* 1942, p. 71-109.

(6) BAILLY-MAITRE. (Houillères du Bassin de Lorraine) : Ventilation secondaire centrale. *Revue de l'Industrie Minérale.* 43, 1961, juin, p. 417-427.

(7) BAKER, A.R. : A resistance methanometer employing a low temperature catalytic element. *S.M.R.E. Research Report,* n° 162, 1959, mars.

(8) BECKMANN, F. : Die Methansorption von Steinkohlen. *Brennstoff-Chemie.* 1954, n° 1-2, p. 6-14.

(9) Pot, F., BECQUART, M., Bertrard, C. : Aérage du siège 19 de Lens. *Publication Cerchar,* n° 1260, 1962, août, 5 p.

(10) BECQUART, M., Lalligier, G. (H.B. Nord et Pas-de-Calais) : Schéma d'aérage et aménagement du courant d'air. *Revue de l'Industrie Minérale,* n° spécial, 15-11-1962, chapitre VIII, p. 277-320.

(11) BELUGOU, P., Bertard, C. : Conception et réalisation d'un simulateur d'aérage au Cerchar. *Publication Cerchar,* n° 1261, 1962, août, 14 p.

(12) BERTARD, C. : Comment estimer à partir de leurs dimensions géométriques la résistance à l'aérage des ouvrages miniers. *Publication Cerchar,* n° 1217, 1962, mars, 7 p.

(13) Chaineaux, L., BERTARD, C. : Résolution à la règle à calcul des problèmes des réseaux d'aérage. *Publication Cerchar,* n° 1259, 1962, août, 10 p.

(14) Pot, F., Becquart, M., BERTARD, C. *Voir réf. 9.*

(15) Belugou, P., BERTARD, C. *Voir réf. 11.*

(16) BERTARD, C. : Développements récents des méthodes de résolution des problèmes d'aérage principal au Cerchar. *Publication Cerchar,* n° 1280, 1962, août, 7 p.

(17) BERTARD, C. (Cerchar) : Valeurs pratiques des résistances. *Revue de l'Industrie Minérale,* n° spécial, 15-11-1962, chapitre VI, p. 232-241. (1308).

(18) BERTARD, C. (Cerchar) : Aérage secondaire. *Revue de l'Industrie Minérale,* n° spécial, 15-11-1962, chapitre IX, p. 321-376. (1309).

(19) Andreieff, B., André, M., BLANCHARD, H., Carlier, C. *Voir réf. 1.*

(20) Weddige, A., BOSTEN, J. : Künstliche Ausgasung eines Abbaufeldes und Nutzbarmachen des Methans für die Gasversorgung. *Glückauf.* 1944, p. 241-250.

(21) Fripiat, J., BRISON, L. : Le captage de grisou par sondages au siège Grand-Trait des charbonnages belges à Frameries. *Annales des Mines de Belgique.* 1950, p. 636-648.

(22) BROMILOW, J.G. : Mine Ventilation in 1984. *The Mining Engineer.* 1963, janvier, p. 364-372.

(23) BROUAT, R. (H.B. Cévennes) : La prévention des dégagements instantanés par gros trous de détente. Traversée de la couche de 10 m du faisceau de Fontanes (CO_2). *Publication Charbonnages de France.* 1962, n° 2, p. 59-92.

(24) BURREL, G.A., Oberfell, G.G. : The limits of inflammability of mixtures of methane and air. *Bureau of Mines* (1915). *Technical paper,* n° 119, 27 p.

(25) Andreieff, B., André, M., Blanchard, H., CARLIER, C. *Voir réf. 1.*

(26) CARTNEY, J.T.Mc. : A study of the Seyler Theory of coal reflectance. *Economic Geology.* 1952, p. 202-215.

(27) Spence, J.V., CARVER, J. : Effect of Pneumatic Stowing on Ventilation. *Colliery Guardian.* 1960, 2 juin, p. 599-604.

(28) CHAINEAUX, L., Monomakhoff, A. (Cerchar) : Etude de différents problèmes de grisoumétrie. *Publication Cerchar,* n° 1004, 1959, novembre. *Revue de l'Industrie Minérale.* 41, (1959), n° 11 (novembre), p. 959-965.

(29) CHAINEAUX, L., Seelemann, D. (Cerchar) : Résolution des problèmes d'aérage par le calcul. *Revue de l'Industrie Minérale. Mémoires.* 43. 1961, août, p. 517-531.

(30) CHAINEAUX, L. (Cerchar) : Atmosphère des mines. *Revue de l'Industrie Minérale,* n° spécial, 15-7-1962, chapitre I, p. 7-41. (1278).

(31) CHAINEAUX, L., Bertard, C. *Voir réf. 13.*

(32) CHICHE, P. : La fixation des gaz par la houille. *Publication Cerchar,* n° 1044, 1960, avril, 57 p.

(33) CHODOT, W.W. : Ergebnisse wissenschaftlicher Untersuchungen der Ursachen und des Mechanismus plötzlicher Gasausbrüche. *Freiberger Forschungshefte A 183.* 1961, p. 82-122.

(34) CODET, P. : Emploi des grisoumètres interférentiels pour l'analyse des gaz de captage. *Publication Cerchar,* n° 1258, 1962, septembre, 10 p.

(35) CODET, P. : Instruments de mesure utilisables pour le contrôle du captage du grisou au fond. *Publication Cerchar,* n° 1285, 1962, septembre, 15 p.

(36) CŒUILLET, R. : Pressions de terrains et incidents dynamiques — dégagements instantanés et coups de toit. *Publication Charbonnage de France.* 1954, n° 7, juillet, 40 p.

(37) CŒUILLET, R. (Charbonnages de France) : Connaissances actuelles sur les dégagements instantanés. *Annales des Mines.* 1959, avril, p. 233-249.

(38) COOLS, J. : La réglementation belge en matière d'aérage des mines. *Annales des Mines de Belgique.* 1961, janvier, p. 53-59.

(39) COPPENS, L. : La composition des grisous belges. *Annales des Mines de Belgique.* 1932, p. 191-320.

(40) COPPENS, L. : La composition des grisous belges. *Annales des Mines de Belgique.* 1933, p. 151-180.

(41) COPPENS, L : Le pouvoir adsorbant comparé de diverses houilles belges. *Annales des Mines de Belgique.* 1934, p. 107-150.

(42) COPPENS, L. : L'adsorption du méthane par les houilles sous pression élevée. *Annales des Mines de Belgique.* 1936, p. 173-220.

(43) COPPENS, L. : Etudes sur la nature du gisement des grisous. *Annales des Mines de Belgique.* 1937, p. 137-208.

(44) COPPENS, L. : Compléments à l'étude sur la nature du gisement des grisous. *Annales des Mines de Belgique.* 1938, p. 135-160.

(45) COTTAAR, J. : Onderzoeking van de ventilatie van een mijn met een elektrisch analogen met lineaire weerstanden. *Geologie en Mijnbouw.* 1958, p. 199-203.

(46) CREMER, J. : Règles essentielles pour l'obtention d'un grisou à haute teneur en méthane lors du captage du grisou. *Annales des Mines de Belgique.* 1961, janvier, p. 60-66.

(47) DAHME, A., Mackowsky, M.Th. : Chemisch-physikalische und petrographische Untersuchungen an Kohlen, Koksen und Graphiten. Teil IV : Neues Messverfahren zur Bestimmung des Reflexionsvermögens von Kohlen. *Brennstoff-Chemie.* 1950, p. 129-138.

(48) DAHME, A., Mackowsky, M.Th. : Chemisch-physikalische und petrographische Untersuchungen an Kohlen, Koksen und Graphiten. Teil V : Mikroskopische, chemische und röntgenographische Untersuchungen an Anthraziten. *Brennstoff-Chemie.* 1951, p. 175-186.

(49) de BRAAF, W. : Quelques observations sur le captage du grisou par sondages au voisinage des fronts de taille. *Revue de l'Industrie Minérale.* 1951, novembre, p. 405-406.

(50) de BRAAF, W., Krijgsman, C. : The Mining Research Establishment of the Dutch State Mines. *Colliery Engineering.* 1960, n° 432 et 433, p. 69-74 et 101-110.

(51) de BRAAF, W. : Werkzaamheden van het Centraal Proefstation van de Staatsmijnen ten behoeve van de veiligheid en hygiene. *Geologie en Mijnbouw.* 40, 1961, n° 3, p. 110-114.

(52) de BRAAF, W. : Forschung und Entwicklung im Bergbau. *Geologie en Mijnbouw.* 41, 1962, n° 5, p. 228-254.

(53) de CROMBRUGGHE, O., Patigny, J. : Ventilation minière. Calcul des réseaux maillés. *Annales des Mines de Belgique.* 1958, p. 875-897.

(54) DELANNOY, G., Durand, J.M. : Note sur le dégagement de grisou dans les charbons. *Publication des H.B. des Cévennes* (Edit. : Cerchar). 1957, octobre, 6 p.

(55) DELANNOY, G., Durand, J.M. : Appareils destinés aux études sur les dégagements instantanés et les échauffements mis au point au Laboratoire Central des Houillères du Bassin des Cévennes. *Publication des H.B. des Cévennes* (Edit. : Cerchar). 1959, mai.

(56) Vandeloise, R., de ROSEN-MEYER, P. : Le captage et la valorisation du grisou en Belgique. *Geologie en Mijnbouw.* 1962, février, p. 87-94.

(57) de VERGERON, M. (Cerchar) : Les accumulations de grisou en couronne des galeries, leur détection, leur dilution. *Publication Cerchar,* n° 1282, 1962, août, 21 p.

(58) de VERGERON, M. : Etude du gisement et du dégagement du grisou. *Publication Cerchar,* n° 1284, 1962, septembre, 4 p.

(59) Stassen, P., de WASSEIGE, Y. : Le captage du grisou. *Bulletin Technique « Mines » Inichar,* n° 64, 1958, novembre. 1958, décembre, n° 65.

(60) DUFAY, P. (H.B. Nord et Pas-de-Calais) : Le dégazage dans le Bassin du Nord et du Pas-de-Calais, 30 p.

(61) Delannoy, G., DURAND, J.M. *Voir réf. 54.*

(62) Delannoy, G., DURAND, J.M. *Voir réf. 55.*

(63) FAUQUET, A. (Institut de Mécanique des Fluides de Lille) : Sur un procédé de mesure des débits d'air à l'aide d'un anémomètre. *Revue de l'Industrie Minérale.* 41, 1959, juillet, p. 533-539.

(64) FEYERLIK, H. : Die Grubengasabsaugung beim Strebrückbau in Fohnsdorf. *Berg- und Hüttenmännische Monatshefte.* 1958, mars, p. 41-51.

(65) FLUGEL, G. : Berechnung von Strahlapparaten. *VDI - Forschungsheft 395,* 2 Auflage 1951.

(66) FORSTMANN, R. : Zur Schlagwetterfragen. *Glückauf.* 1940, p. 595-608.

(67) FORSTMANN, R., Schulz, P. : Grubengasgewinnung unter Tage. *Glückauf.* 1944, p. 175-179.

(68) FORSTMANN, R., Schulz, P. : Die heutigen Erkenntnisse über das Auftreten von Grubengas und seine Bekämpfung. *Bergbau-Archiv.* 1946, Bd 1, p. 81-142.

(69) FÖRTHMANN, E., Ueber turbulente Strahlausbreitung. *Ing. Archiv.* 5, 1934, p. 43-53.

(70) FRIPIAT, J., Brison, L. *Voir réf. 21.*

(71) GRANDJEAN, M. (H.B. Lorraine) : Etude d'un problème d'aérage aux Houillères du Bassin de Lorraine. Campagne du Siège Wendel-Vuillemin. *Journée d'information Verneuil.* 18-6-1961, 10 p.

(72) GREUER, R. : Die Berechnung von Wetternetzen mit elektronischen Digitalrechnern. *Glückauf.* 1959, 6 juin, p. 769-773.

(73) GREUER, R. : Die Bedeutung wettertechnischer Druckmessungen und die Darstellung ihrer Ergebnisse. *Glückauf.* 1961, août, p. 1076-1085.

(74) GUERRIER, R. (H.B. Lorraine) : Le dégazage au Bassin de Lorraine, 4 p.

(75) GUGLIELMI, M. (H.B. Cévennes) : Utilisation d'un procédé géophysique (Méthode sismique) pour l'étude des gisements de charbon à dégagements instantanés et des risques de dégagements dans les gisements suspects. *Revue de l'Industrie Minérale.* 1961, novembre.

(76) Venter, J., Stassen, P., HAUSMAN, A. : Analyse des gaz dans les mines. *Bulletin Technique « Mines » Inichar,* n° 56, 1957, mars.

(77) HAUTAIN, M.E. : Action physiologique et pathologique des grisous belges. *Communication présentée au 7e Congrès international des accidents et des maladies du travail,* 1935, 42 p.

(78) HINSLEY, F.B. : *Proc. South Wales Institute of Engineers.* 59, 96-187, 1944.

(79) HINSLEY, F.B. : The Assessment of Energy and pressure losses due to air flow in shafts Airways and mine circuits. *The Mining Engineer.* 121, 761-783, 1961-1962, n° 23.

(80) HOFFMANN, E. : Ein Punktsystem zur Abschätzung des Zusatzdruckes. *Anlage 2 zur Niederschrift über die 41. Sitzung des Ausschusses für Gebirgsdruckforschung des Steinkohlenbergbauvereins, Essen, am 25-3-1963.*

(81) HOUBERECHTS, A. : Etude de la ventilation par analogie électrique. *Annales des Mines de Belgique.* 1954, p. 319-320. 1955, p. 401. 1956, p. 611-613. 1957, p. 394-396 et p. 408-410. 1960, p. 434-437. 1961, p. 565-570.

(82) HOUBERECHTS, A., Patigny, J. : Etude théorique et expérimentale des pertes de charge dans les puits. *Institut d'Hygiène des Mines.* Hasselt, comm. 146, 1957.

(83) HOUBERECHTS, A. (Institut d'Hygiène des Mines d'Hasselt) : Température, humidité, climat. *Revue de l'Industrie Minérale,* n° spécial, 15-7-1962, chapitre II, 42-106.

(84) HOUBERECHTS, A. : La climatisation des mines profondes. *Revue de l'Industrie Minérale,* n° spécial, 15-11-1962, chapitre X, 377-409.

(85) HUCK, G., Karweil, J. : Probleme und Ergebnisse der künstlichen Inkohlung im Bereich der Steinkohlen. *Fortschr. Geol. Rheinl. u. Westf.* 3, 2, 1962, p. 717-724.

(86) ITZ, G.N., Maas, W. : Laboratoriummetingen over de adsorptie van mijngas aan steenkool. (Messungen der Adsorption von Grubengas durch Steinkohle im Laborversuch). *Geologie en Mijnbouw.* 20, 1958, n° 6, p. 204-212.

(87) JACOBI, O. : Die Verteilung des Zusatzdruckes über einem Abbauvorfeld und die Darstellung der Druckwirkung in Hohlraumkennlinien. *Bericht der Forschungsstelle für Grubenausbau und Gebirgsdruck des Steinkohlenbergbauvereins.* Essen, 1963.

(88) JANOT, R. : Utilisation de la lampe à flamme type Arras modifiée comme grisoumètre ou « lampemètre Petite Rosselle ». *Documents Techniques des Charbonnages de France.* 1955, n° 9.

(89) JOSSE, J. : L'exploitation des couches à dégagements instantanés de grisou. *Annales des Mines de Belgique.* 1957, septembre, p. 923-934.

(90) JUNG, R. : Die Berechnung und Anwendung von Strahlgebläsen. *VDI - Forschungsheft* 479, 1960.

(91) JÜNTGEN, H. : Grundlagen der Gasadsorption, insbesondere der Methanbindung an Kohle. *Anlage 2 zur Niederschrift über die 3. Sitzung des Arbeitskreises. Ausgasung des Steinkohlenbergbauvereins.* Essen, am 27-10-1961.

(92) JÜNTGEN, H., Karweil, J. : Künstliche Inkohlung von Steinkohlen. *Freiberger Forschungshefte* A 229, 1962.

(93) JÜNTGEN, H., Karweil, J. : Gasbildung und Gasspeicherung in Steinkohlenflözen. *Brennstoff-Chemie.* 1963.

(94) JÜNTGEN, H., Langhoff, J. : Neue Ergebnisse zur Methansorption und Feinstruktur von Steinkohle. *Brennstoff-Chemie.* 1963.

(95) KARWEIL, J. : Die Metamorphose der Kohlen vom Standpunkt der phys. Chemie. *Z. deutsch-geol. ges.* 107, 1955, p. 132-139.

(96) Huck. G., KARWEIL, J. *Voir réf. 85.*

(97) Jüntgen, H., KARWEIL, J. *Voir réf. 92.*

(98) Jüntgen, H., KARWEIL, J. *Voir réf. 93.*

(99) KEGEL, K. : Die Einwirkung des Abbaudruckes auf die Schlagwetterentwicklung. *Bergbau und Energie.* 1948, n° 2, p. 44-49.

(100) Naumann, A., KLIMITZ, H. : Ein neuer elektrischer Grubengasschreiber. *Glückauf.* 1958, 13 septembre, p. 1355-1361.

(101) KNIES : Neuere CH4 -Handmessgeräte. *Anlage 1 zur Niederschrift über die 5. Sitzung des Arbeitskreises Wettermessgeräte und -Messverfahren des Steinkohlenbergbauvereins am 11-12-1962 in Essen-Kray.*

(102) KÖTTER, K. : Die Mikroskopische Reflexionsmessung mit dem Photomultiplier und ihre Anwendung auf die Kohleuntersuchung. *Brennstoff-Chemie.* 1960, p. 263-272.

(103) de Braaf, W., KRIJGSMAN, C. *Voir réf. 50.*

(104) Becquart, M., LALLIGIER, G. *Voir réf. 10.*

(105) Jüntgen, H., LANGHOFF, J. *Voir réf. 94.*

(106) LANGMUIR, J. : The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum. *J. Am. Chem. Soc.* 1918, p. 1361-1403.

(107) LAVALLEE, H. : Etude expérimentale d'un captage du grisou en Campine. Expérience des dix premiers mois. Charbonnage de Houthalen, 1951, 29 p.

(108) LAVALLEE, H. : Le gisement du grisou et son captage industriel. *Publication de l'Association des Ingénieurs de la Faculté Polytechnique de Mons,* fasc. 1er, 1952, 16 p.

(109) LAVALLEE, H. : Déduction expérimentale en matière de captage du grisou. *Bulletin de l'Association des Ingénieurs de Mons.* 1953, 3e fasc., p. 13-26.

(110) LE RUTTE, W.A., Weeda, W., Maas, W. : Recording CH4 meter for underground use in coal mines. *Appli. sci. Res.* Volume section A.

(111) LIDINE, G.D. : Latest methods of prognosis of the methane emission in coal mines. *J. of Mines, Metals and Fuels.* 1962, p. 425-431.

(112) Merrits, W.M., Poundstone, W.N., LIGHT, B.A. : Vorentgasung des Pittsburgh — Flözes in Nordwest. Virginia. *Bureau of Mines. Report of Investigation 5977.* 1962.

(113) LINKE, W. : Strömungsvorgänge in künstlich belüfteten Räumen. *Forschungsbericht des Wirtschafts- und Verkehrministeriums Nordrhein-Westfalen,* n° 259.

(114) LINKE, W. : Strömungsvorgänge in zwangsbelüfteten Räumen. *VDI - Berichte.* 21, 1957, p. 29-39.

(115) LOISON, R. (Cerchar) : Contrôle du dégagement du grisou. Introduction. *Journée de Sécurité.* Verneuil. 1962, 5 avril.

(116) LOISON, R. (Cerchar) : Mesures et calculs d'aérage. Introduction. *Journée d'information.* Verneuil. 28 juin 1962.

(117) LOISON, R. (Cerchar) : Document S.I.M. n° 1 Aérage (Première partie). Introduction. *Revue de l'Industrie Minérale,* n° spécial, 15-7-1962, 3 p.

(118) LOISON, R. (Cerchar) : Lois de la ventilation. *Revue de l'Industrie Minérale,* n° spécial, 15-7-1962, chapitre III, p. 107-142, 1219.

(119) LUFT, K.F. : Der « Unor » ein neues Gasanalysengerät für den Bergbau. *Glückauf.* 1962, n° 9.

(120) MAAS, W. : An electrical analogue for mine ventilation and its application to ventilation planning. *Geologie en Mijnbouw.* 1950, p. 117-123.

(121) MAAS, W. : Het gevaar voor ontsteking van een mijngas — luchtmengsel door aluminium. *Geologie en Mijnbouw.* 20, 1958, n° 6, p. 171-176.

(122) Itz, G.N., MAAS, W. *Voir réf. 86.*

(123) MAAS, W., Slotboom, J.G. : De invloed van schieten in de kool op de maximum concentratie van mijngas in de ventilatielucht. *Geologie en Mijnbouw.* 20, 1958, n° 6, p. 213-222.

(124) MAAS, W. : De adsorptie van mijngas aan steenkool en het vrijkomen daarvan bij de winning. *Jaarboek der Mijnbouwkundige Vereeniging te Delft. Delft.* p. 121-141. 1958-1959.

(125) MAAS, W. : Considerations on the maximum allowable methane concentrations in the general body of the air of a coal mine. *Tenth International Conference of Directors of Safety in Mines Research.* Pittsburgh, 1959.

(126) MAAS, W : Het tiende internationale congres van directeuren van proefstations op het gebied van de veiligheid in de mijnen. *Geologie en Mijnbouw.* 39, 1960, n° 9, p. 347-353.

(127) MAAS, W. : Enige beschouwingen betreffende de aanvragen tot toelating van 2 % mijngas in de hoofdluchtstroom. Quelques considérations au sujet de l'admission d'une teneur en grisou de 2 % dans le retour d'air des chantiers. *De Mijnlamp.* 19, 1961, n° 11, p. 559-563. *Annales des Mines de Belgique.* 1961, n° 12, p. 1263-1269.

(128) Arets, L.A.G.L., MAAS, W., Muysken, P.J., Stuffken, J., Wijffels, F. *Voir réf. 3.*

(129) Le Rutte, W.A., Weeda, W., MAAS, W. *Voir réf. 110.*

(130) Dahme, A., MACKOWSKY, M.Th. *Voir réf. 47.*

(131) Dahme, A., MACKOWSKY, M.Th. *Voir réf. 48.*

(132) MACKOWSKY, M.Th. : Kohlenarten, Streifenarten, Gefügebestandteile und ihre Bedeutung für die Gasführung der Flöze. *Anlage 1 zur Niederschrift über die 3. Sitzung des Arbeitskreises. Ausgasung des Steinkohlenberghauvereins,* Essen, am 27-10-1961.

(133) MASSEN, F. : Wetterrechnung auf einem Digitalrechner. *Bergbauwissenschaften.* 1962, p. 179-190.

(134) MERRITS, W.M., Poundstone, W.N., Light, B.A. *Voir réf. 112.*

(135) MOELIER, H.J. : Betrachtungen über Wetteranzeiger. *Bergbau Rundschau.* 1951, n° 6.

(136) MONOMAKHOFF, A. (Cerchar) : Détection du grisou par lampe à flamme. *Publication Cerchar,* n° 616, 1955.

(137) MONOMAKHOFF, A. (Cerchar) : Les techniques de la détection et de la mesure du grisou. *Revue de l'Industrie Minérale.* Mémoires XXXVIII. 1956, n° 639, mai, p. 228-242. « 722 ».

(138) MONOMAKHOFF, A. (Cerchar) : Grisoumétrie et grisoumètres. *Publication Cerchar,* n° 743, 1956, septembre, 15 p.

(139) MONOMAKHOFF, A. (Cerchar) : Le nouveau grisoumètre Verneuil V 54. *Revue de l'Industrie Minérale.* 39, 1957, n° 4, avril, p. 355-363.

(140) MONOMAKHOFF, A. : Le grisoumètre rapide autocontrôlé. *Publication Cerchar,* n° 901, juillet, 1958, 19 p. *Revue de l'Industrie Minérale.* 41, 1959, n° 4, avril, p. 351-363.

(141) Chaineaux, L., MONOMAKHOFF, A. *Voir réf. 28.*

(142) MONOMAKHOFF, A. : Grisoumétrie. *Publication Cerchar,* n° 1166, 1961, juillet, 17 p. *Revue de l'Industrie Minérale.* 44, 1962, n° 4, avril, p. 225-238.

(143) MONOMAKHOFF, A. : Grisoumètres automatiques et téléindicateurs. *Publication Cerchar,* n° 1281, 1962, août, 9 p.

(144) MOUGENOT, M. (H.B. Lorraine) : Exemples d'insonorisation de ventilateurs d'aérage réalisés aux Houillères du Bassin de Lorraine. *Revue de l'Industrie Minérale. Mémoires.* 43, 1961, octobre, p. 704-712.

(145) Arets, L.A.G.L., Maas, W., MUYSKEN, P.J., Stuffken, J., Wijffels, F. *Voir réf. 3.*

(146) NAUMANN, A., Klimitz, H. *Voir réf. 100.*

(147) NAUMANN, A., Trostel, H. : Der neue Grubengasschreiber Inframeter. *Siemens-Zeitschrift.* 1958, n° 8.

(148) Burrel, G.A., OBERFELL, G.G. *Voir réf. 24.*

(149) OTTO, G. : Erprobung einer beweglichen, schlagwettergeschützten Fernseheinrichtung für enge Bohrlöcher. *Glückauf.* 1961, p. 1302-1306.

(150) OTTO, G. : Ergebnisse der Ueberwachung zweier Abbaubetriebe mit hoher Ausgasung. *Glückauf.* 1962, p. 1286-1298.

(151) OTTO, G. : Ausgasungs- und Bewegungsmessungen im Bereich unter- und überbauter Querschläge. *Glückauf.* 1963 (in Vorbereitung).

(152) Houberechts, A., PATIGNY, J. *Voir réf. 82.*

(153) PATIGNY, J. : Ventilation minière. Méthodes récentes pour l'étude de réseaux maillés. L'étude de la ventilation des mines par l'analogie électrique. *Bull. Techn. de l'U.I.Lv.* 3, 1958, p. 145-162. *Revue Universelle des Mines.* 1958, p. 381-416.

(154) de Crombrugghe, O., PATIGNY, J. *Voir réf. 53.*

(155) POT, F., Becquart, M., Bertard, C. *Voir réf. 9.*

(156) Merrits, W.M., POUNDSTONE, W.N., Light, B.A. *Voir réf. 112.*

(157) PRANDTL, L. : Führer durch die Strömungslehre. *F. Vieweg u. Sohn,* Braunschweig 1944.

(158) PRUSS, W. : Neuere Ergebnisse der Gasadsorption einiger natürlicher Kohlen. *Brennstoff-Chemie.* 1958, p. 35-39.

(159) PRUSS, W. : Die Bestimmung der Porengrösse und Porenverteilung in Kohle und Koks. *Brennstoff-Chemie.* 1961, p. 157-160.

(160) REGENSCHEIFT, B. : Luftbewegung in klimatisierten Raümen. *Kältetechnik.* 1959, 11, p. 3-11.

(161) REICHARDT, M. : Gesetzmässigkeiten der freien Turbulenz. *VDI - Forschungsheft 414.* 1951.

(162) REINHARD, A. (H.B. Cévennes) : Utilisation des procédés géophysiques et de télégrisouscopie pour l'étude de et l'exploitation d'un gisement à dégagements instantanés de grisou. *Revue de l'Industrie Minérale. Mémoires* XXXVIII. 1956, p. 665-677.

(163) RICAUD, M. (H.B. Nord et Pas-de-Calais) : Emploi du central de télégrisoumétrie au siège 7 de Liévin. *Contrôle du dégagement de grisou. Journée de sécurité. Verneuil.* 1962, 5 avril, 4 p.

(164) RUDEN, P. : Turbulente Ausbreitvorgänge im Freistrahl. *Die Naturwissenschaften.* 1933, p. 374-378.

(165) SCHLICHTING, H. : Grenzsichttheorie. *E. Braun. Karlsruhe.* 1958.

(166) SCHLOESING, Th. : Etude sur la composition du grisou. *Annales des Mines* XI. 1897, 9e série, p. 5-37.

(167) SCHMIDT, W. : Durchführung der wettertechnischen Planung mit Hilfe von elektrischen Modellen. *Bergfreiheit.* 1952, n° 9, p. 1-10.

(168) SCHMIDT, W. : Fehler bei der Planung und Überwachung der Grubenbewetterung und ihre Vermeidung. *Glückauf.* 1955, 21 mai, p. 549-568.

(169) SCHMIDT, W. : Möglichkeiten und Grenzen der elektrischen Wetternetzmodelle. *Glückauf.* 1957, 2 mars, p. 225-245.

(170) SCHUHKNECHT, W. : Beitrag zur Anwendung von Grubengasinterferometern. *Glückauf.* 1957, 9 novembre, p. 1428-1431.

(171) Forstmann, R., SCHULZ, P. *Voir réf. 67.*

(172) Forstmann, R., SCHULZ, P. *Voir réf. 68.*

(173) SCHULZ, P. : Expériences acquises dans l'industrie houillère allemande lors du captage de grisou émanant de 1000 trous de sonde. *O.E.C.E. - Bericht,* 1956, février.

(174) SCHULZ, P. : Etat actuel des méthodes de calcul préalable du dégagement de grisou dans les chantiers d'exploitation. *O.E.C.E. - Bericht.* 1958, décembre, p. 57-63.

(175) SCHULZ, P. : Le dégagement de grisou du charbon causé par l'exploitation. Une étude sur les possibilités quantitatives de captage et sa prédétermination. (Traduction par J. Venter). *Revue Universelle des Mines.* 1959, février, p. 41-58.

(176) SEELEMANN, D. (Cerchar) : Etude du dégagement de grisou causé par le tir. *Revue de l'Industrie Minérale.* 41, 1959, n° 4, p. 317-324.

(177) Chaineaux, L., SEELEMANN, D. (Cerchar). *Voir réf. 29.*

(178) SEELEMANN, D. (Cerchar) : Calculs d'aérage. *Revue de l'Industrie Minérale,* n° spécial, 15-11-1962, p. 205-213. (1307).

(179) SIMECEK, J. : Untersuchung des Wirkungsgrades der Sonderbewetterung von Strecken. « *Rudy 1957* », n° 12, p. 414-423. Uebersetzung V 339 des Stbv.

(180) SIMODE, E. (H.B. Lorraine) : Méthode de mesure et d'étude des réseaux d'aérage dans les travaux du fond. Appareils et méthodes de mesure. *Revue de l'Industrie Minérale.* Mémoires. 43, 1961, mars, p. 195-227.

(181) SIMODE, E. (H.B. Lorraine) : Méthode de mesure et d'étude des réseaux d'aérage dans les travaux du fond. Détermination des résistances. *Revue de l'Industrie Minérale.* Mémoires. 43, 1961, avril, p. 230-273.

(182) SIMODE, E. (H.B. Lorraine) : Méthode de mesure et d'étude des réseaux d'aérage dans les travaux du fond. Exploitation des résultats de mesures. *Revue de l'Industrie Minérale.* Mémoires. 43, 1961, août, p. 532-541.

(183) SIMODE, E. (H.B. Lorraine) : Les mesures d'aérage. *Revue de l'Industrie Minérale,* n° spécial, 15-7-1962, chapitre IV, p. 143-201.

(184) Maas, W., SLOTBOOM, J.G. *Voir réf. 123.*

(185) SOMMEN, V.D. : Chemical structure and properties of coal. *Fuel.* 1955, n° 4, p. 444-448.

(186) SOMNIER, J. (H.B. Cévennes) : La désorption naturelle des charbons, son application à la prévention des dégagements instantanés et à l'explication de leur mécanisme. *Revue de l'Industrie Minérale.* Mémoires. 42, 1960, septembre, p. 776-784.

(187) SOULE, J.L. (Cerchar) : Application de la théorie des réseaux maillés aux problèmes d'aérage minier. *Annales des Mines.* 1960, n° 6, juin, p. 339-356.

(188) SPENCER, J.V., Carver, J. *Voir réf. 27.*

(189) SPICKERNAGEL, H. : Ueber den Ablauf von Bewegungsvorgängen im Hangenden eines bergmännischen Abbaus. *Bergbau-Archiv.* 1963, Heft 3, p. 1-23.

(190) SPRUTH, F. Strebausbau in Stahl und Leichtmetall. Glückauf-Betriebsbücher Band 1, 1963. *Verlag Glückauf G.m.b.H.* Essen.

(191) Venter, J., STASSEN, P. : Le captage du grisou. *Bulletin Technique « Mines » Inichar,* n° 17, 1er février 1950 - n° 27, 1er novembre 1951 - n° 28, 1er décembre 1951 - n° 29, 1er janvier 1952.

(192) Venter, J., STASSEN, P., Hausman, A. *Voir réf. 76.*

(193) STASSEN, P., de Wasseige, Y. *voir réf. 59.*

(194) STASSEN, P., Vandeloise, R. : La prévention des dégagements instantanés dans les voies en couche par sondages de détente. *Bulletin Technique « Mines » Inichar,* n° 73, 1960, juillet.

(195) STASSEN, P., Vandeloise, R. : Appareils de mesures utilisés pour établir le bilan du grisou dégagé dans un chantier d'exploitation. *Bulletin Technique « Mines » Inichar,* n° 75, 1960, septembre.

(196) STASSEN, P., Vandeloise, R. : Prévention des dégagements instantanés en taille par sondages de détente au siège Ste-Marguerite des Charbonnages du Centre. *Bulletin Technique « Mines » Inichar,* n° 83, 1961, octobre.

(197) STASSEN, P., Vandeloise, R. : Dégagement de grisou dans un chantier très grisouteux, sujet à dégagements instantanés : veine 6 sous 835 m au siège Ste-Marguerite des Charbonnages du Centre. *Bulletin Technique « Mines » Inichar,* n° 84, 1961, décembre.

(198) STASSEN, P., Vandeloise, R. : Essai de prévention des D.I. par affouillement hydraulique d'une couche préalablement à sa recoupe par un bouveau au siège Ste-Marguerite de la S.A. des Charbonnages du Centre. *Bulletin Technique « Mines » Inichar,* n° 88, 1962, mai.

(199) STUFFKEN, J. : Die Gasabgabe der Kohle beim Abbau. *Dissertation T H Delft 1957.*

(200) Arets, L.A.G.L., Maas, W., Muysken, STUFFKEN, J., Wijffels, F. *Voir réf. 3.*

(201) TOLLMIEN, W. : Berechnung turbulenter Ausbreitvorgänge. *ZAMM* 1926, p. 468-478.

(202) Naumann, A., TROSTEL, H. *Voir réf. 147.*

(203) Stassen, P., VANDELOISE, R. *Voir réf. 194.*

(204) Stassen, P., VANDELOISE, R. *Voir réf. 195.*

(205) Stassen, P., VANDELOISE, R. *Voir réf. 196.*

(206) Stassen, P., VANDELOISE, R. *Voir réf. 197.*

(207) VANDELOISE, R., de Rosen-Meyer, P. *Voir réf. 56.*

(208) VANDELOISE, R. : Aperçu des nouvelles méthodes appliquées pour la recoupe des couches à dégagements instantanés par des bouveaux. *Bulletin Technique « Mines » Inichar,* n° 87, 1962, avril.

(209) Stassen, P., VANDELOISE, R. *Voir réf. 198.*

(210) Van der PUT, J.L. : Meten van gasconcentraties in lucht met de interferometer. *De Veiligheid.* 37, 10-13, 1961, n° 6.

(211) van KREVELEN, D.W. : Unser derzeitiges physikalisches und chemisches Bild der Kohle. *Brennstoff-Chemie.* 1954, p. 257-262.

(212) VENTER, J. : Captage du grisou. *Bulletin Technique « Mines » Inichar,* n° 1, 1949 - n° 2, 15 février 1949 - n° 3, 1er mars 1949 - n° 4, 15 mars 1949 - n° 5, 1er avril 1949 - n° 6, 15 avril 1949 - n° 7, 1er mai 1949.

(213) VENTER, J. : Le captage du grisou en Belgique. Les premières réalisations. *Bulletin Technique « Mines » Inichar,* n° 13, 1er novembre 1949.

(214) VENTER, J., Stassen, P. *Voir réf. 191.*

(215) VENTER, J., Stassen, P., Hausman, A. *Voir réf. 76.*

(216) VERNE, M. (H.B. Auvergne) : Une solution d'un problème d'aérage. *Publication des Houillères du Bassin d'Auvergne (Edit. : Cerchar)* 1960, n° 7, juillet, p. 401-410.

(217) VIDAL, V.M. : Dégazage préalable en Sarre. *Revue de l'Industrie Minérale.* 1948, p. 777-785.

(218) VIDAL, V. (H.B. Blanzy) : Le captage et l'utilisation du grisou. *Revue de l'Industrie Minérale.* 38, 1956, avril, p. 110-137.

(219) WAGENER, B. : Gebirgsbewegungsmessungen zur Ergänzung von Ausgasungsuntersuchungen. *Vortrag vor der Arbeitsgemeinschaft Ausgasung am 6-7-1961.*

(220) WEDDIGE, A., Bosten, J. *Voir réf. 20.*

(221) Le Rutte, W.A., WEEDA, W., Maas, W. *Voir réf. 110.*

(222) Arets, L.A.G.L., Maas, W., Muyskens, P.J., Stuffkens, J., WIJFFELS, F. *Voir réf. 3.*

(223) WINTER, K. : Der Einfluss des Druckgefälles der Wetter im Abbau auf die Ausgasung. *Glückauf.* 1951, p. 488-497.

(224) WINTER, K. : Der Einfluss des Druckgefälles der Wetter, der Luftdruckschwankungen, des Lüfterunterdruckes und des Gasdruckes in der Kohle auf die Ausgasung im Steinkohlengebirge. *Glückauf.* 1952, p. 97-108.

(225) WINTER, K. : Appareils portatifs pour la détermination du grisou au fond des mines de charbon. *Revue de l'Industrie Minérale.* 1955, janvier.

(226) WINTER, K. : Handmessgeräte zur Bestimmung von Grubengas im Steinkohlenbergbau unter Tage. *Schlägel und Eisen.* 1955, n° 4-5-6-8-9.

(227) WINTER, K. : Derzeitiger Stand der Vorausberechnung der Ausgasung beim Abbau von Steinkohlenflözen. *Bergfreiheit.* 1958, p. 439-454.

(228) WINTER, K. : CH4 - Handmessgeräte und CH4 Schreiber. *Sonderdruck Glückauf Verlag* - Essen. 1959.

(229) WINTER, K. : Ausgasung und Gebirgsbewegungen. *Glückauf.* 1962, p. 965-975.

(230) ZWIETERING, P. : Pore structure and internal surface of coal. *Fuel.* 1951, p. 203-204.

(231) X. : Der Mono CH4 - Schreiber für die Grubenwetterüberwachung. *Bergbau-Rundschau.* 1958, n° 3.

(232) F.R. : Die Gasprüf- und Warnleuchte. *Bergbau Rundschau.* 1959, n° 3.

(233) Bureau de Documentation Minière. *Eléments statistiques. Annales des Mines. Edition 1961 et statistiques de l'Industrie Minérale. Annales des Mines. 1960.*

(234) CHARBONNAGES DE FRANCE : Résumé de nos connaissances actuelles en matière de dégagements instantanés. *Bull. Inform. Techn.* 1957, n° 77, novembre-décembre, p. 5-7.

(235) CHARBONNAGES DE FRANCE : Appareil d'enregistrement de vibrations, modèle CERCHAR, type S.C. *Bull. Inform. Techn.* 1962, n° 102, janvier-février, p. 10-11.

(236) CHARBONNAGES DE FRANCE : Publication Cerchar n° 1260. Aérage du siège 19 de Lens, 16 p. Publication Cerchar n° 1280. Développements récents des méthodes de résolution des problèmes d'aérage principal au Cerchar, 33 p.

(237) N.C.B. : Report of the Sub-Committee on Mining Explosions. February 1959. (*Summary in the Min. Electr. and Mech. Engineer,* déc. 1959, p. 135-138).

(238) O.E.C.E. - Mission n° 163.

1) Captage et utilisation du méthane des charbonnages (grisou). Document publié en janvier 1956 par l'Agence Européenne de Productivité de l'O.E.C.E., 180 pages - cote TAR 163 (55) 1.

2) Captage et utilisation du méthane des charbonnages. Evolution depuis 1956. Document publié en décembre 1958 par l'Agence Européenne de Productivité de l'O.E.C.E., 125 pages - 2, rue André Pascal, Paris (16e).

Matériel minier

Notes rassemblées par INICHAR

PERFECTIONNEMENT APPORTE A LA HAVEUSE A TAMBOUR « ANDERTON » AVEC SPIRALE COUPANTE (1)

Mark III à disque avec interjection d'eau (fig. 1).

Les machines à tambour du type Anderton s'étaient jusqu'ici caractérisées par un fort dégagement de poussières. De nombreux essais d'abattage de poussières avaient été tentés avec des fortunes diverses. On s'est rendu compte que des résultats vraiment satisfaisants ne seraient obtenus qu'en inondant réellement les parties coupantes des pics au moment de l'abattage. C'est ce que réalise la « Mark III ». Le problème de base est évidemment l'amenée de l'eau dans le solide que constitue le tambour. Passant dans un creux ménagé dans l'arbre de rotation, le liquide parvient à une chambre d'eau, constituée par l'espace annulaire entre tambour intérieur et extérieur. Des rainures sont adaptées dans les parties constitutives de l'hélice et du disque ; elles constituent, une fois le montage réalisé, autant de canaux débouchant aux alentours immédiats des pics. Ces canaux communiquent avec la chambre d'eau par des ouvertures correspondantes. Le liquide, amené de la machine au tambour en mouvement, passe par une bague d'emboîtement qui forme joint d'étanchéité entre la partie fixe et la partie mobile. La direction de rotation du disque est du toit vers le mur, dans le sens de l'avancement. Des essais ont montré que la granulométrie restait très satisfaisante. On a aussi constaté une diminution dans la consommation de courant et une meilleure stabilité sur le convoyeur.

CULBUTEUR PNEUMATIQUE LATERAL POUR REMBLAYAGE DE TAILLES INCLINEES

Cet engin a été conçu par le Bureau des études du fond du Groupe de Douai des Houillères du Nord et du Pas-de-Calais, Aniche (France).

Le culbuteur comprend (fig. 2) :

— un dispositif de levée (1) composé d'un cylindre pneumatique qui soulève un tablier articulé, par l'intermédiaire d'une came ;
— une rampe (2) munie de pédales de relevée des berlines vides ;
— un berceau (3) engrenant sur la rampe ;
— deux allonges (4) ;
— une pédale de distribution (5), qui commande le robinet à 2 voies du cylindre du dispositif de levée ; elle a la position de la figure si le dispositif en question est rabattu.

Fonctionnement.

On amène une berline de remblai sur le culbuteur.

On appuie sur la pédale de distribution vers la taille, jusqu'à ce que la berline soit culbutée. La

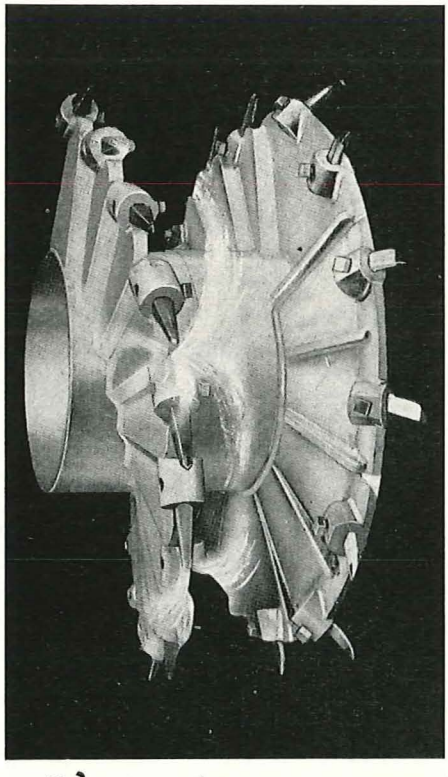


Fig. 1. — Disque à spirale coupante, avec amenée d'eau radiale sur chaque pic.

(1) Cfr. Annales des Mines de Belgique, février 1961, p. 174.

berline bute contre la bêle en bois (fig. 3) et la rampe. Elle se vide.

On appuie alors sur une des pédales de la rampe, ce qui fait passer le berceau d'une encoche de la rampe à la suivante : la berline est ramenée par à-coups sur le tablier de levée, resté en position haute.

On appuie sur la pédale de distribution, en sens inverse, jusqu'à ce qu'elle retrouve sa position de départ, pour ramener sans brutalité la berline sur les rails.

La bêle supérieure de taille sera renforcée d'une bêle transversale sur 2 étançons. Légèrement en amont de celle-ci, on calera 2 pilots entre toit et mur, contre lesquels viendra s'appuyer la bêle de butée C. En réalité, la position exacte de ces pilots ne pourra être déterminée qu'après l'installation du culbuteur. La bêle C est suspendue par chaînes aux bois A à hauteur convenable ; elle est indispensable sous peine de casser rapidement les montants du berceau.

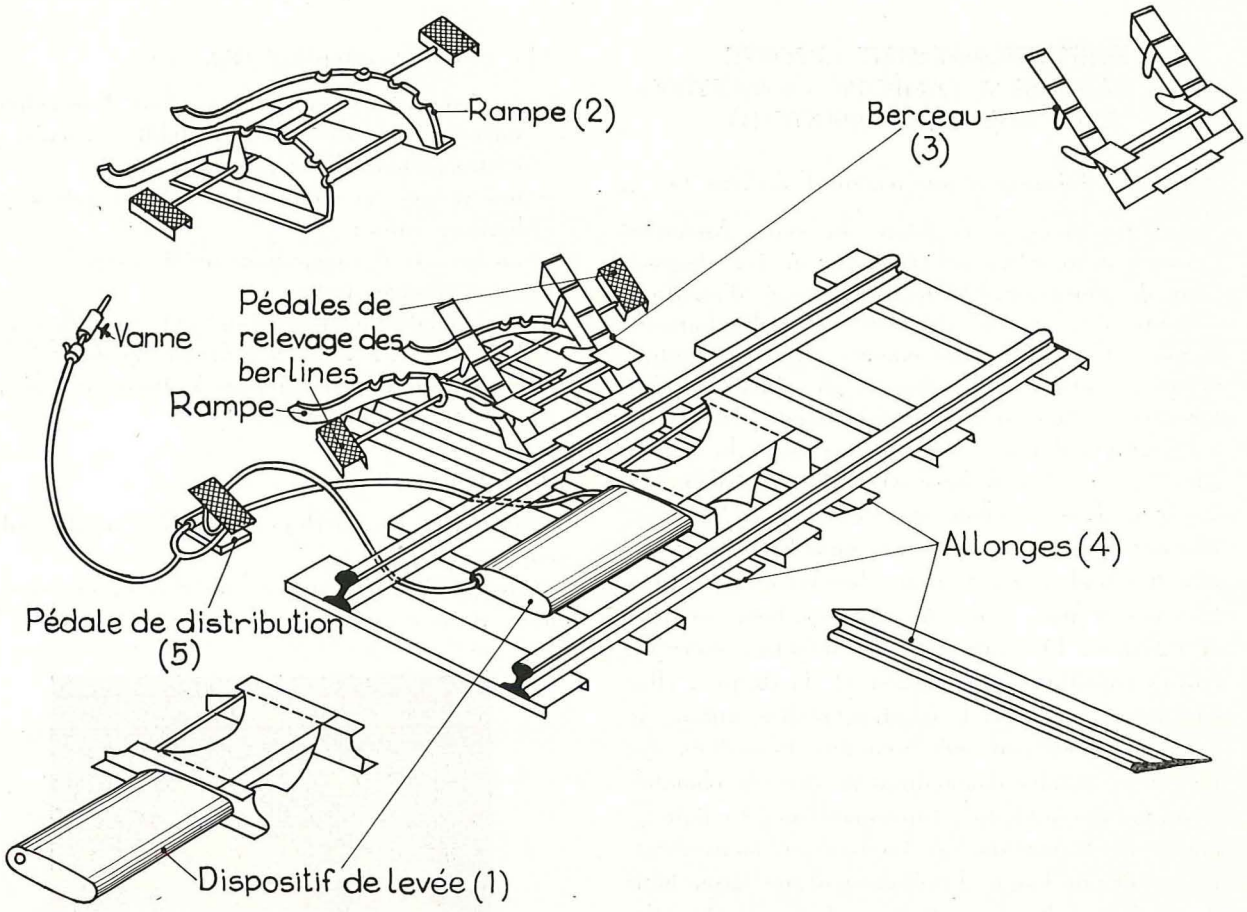


Fig. 2. — Culbuteur installé, avec ses parties constitutives.

Préparation du point de culbutage.

Il faut vérifier la position des rails au point de culbutage : 80 cm entre le rail côté taille et le mur de la taille (fig. 3), pour que les bras de la rampe puissent s'appuyer sur le mur.

On enlève le pied de cadre en face de l'allée à remblayer, sinon il gênerait le culbutage.

On vérifie le gabarit du culbutage, le rayon minimum R (fig. 3). Au besoin, c'est-à-dire en général si la veine a moins de 1,2 ou 1,3 m, on entaille le toit et on étançonne l'excavation (bois A).

Déplacement du culbuteur.

Deux hommes suffisent.

On démonte le culbuteur dans l'ordre suivant : berceau, rampe, dispositif de levée, allonges.

On pose le dispositif de levée en face du point de culbutage. A l'aide d'un pic, un prépare l'emplacement des allonges 4 (fig. 2) et on creuse entre les rails une excavation de 10 cm de profondeur pour la came (fig. 3). On ajoute des poussards et des tirants en nombre suffisant pour maintenir à coup sûr l'écartement entre rails.

On glisse les deux allonges sous les rails, semelles au-dessus ; il faut engager le tenon de l'allonge sur la semelle du rail côté taille.

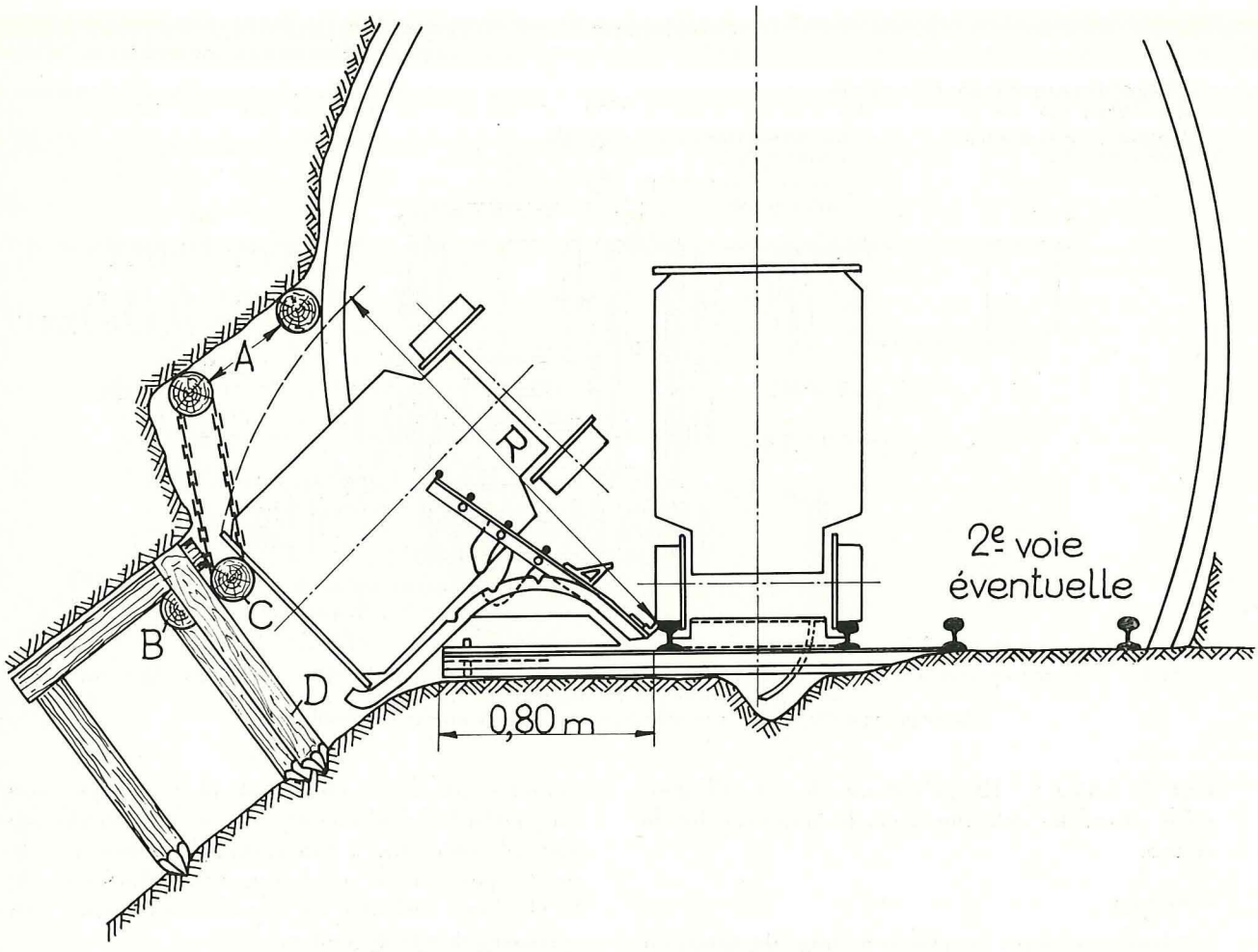


Fig. 3. — Section de voie, au point de culbutage.

On pose le dispositif de levée sur les allonges, en y faisant pénétrer ses deux ergots de fixation avec crochet de verrouillage.

On place la rampe en introduisant d'abord les semelles côté raillage sous le tenon des allonges (fig. 4). Le tenon est le même que pour la fixation de

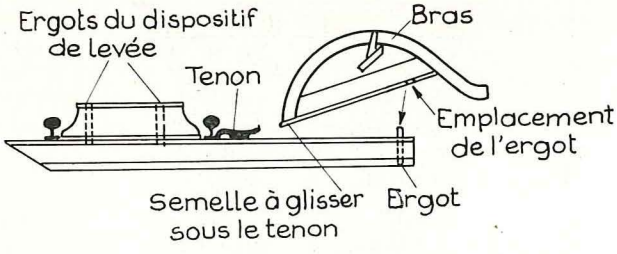


Fig. 4. — Allonge, avec points de fixation du dispositif de levée et de la rampe.

l'allonge à la semelle du rail. Il faut faire pénétrer les ergots des allonges dans leur logement sur la rampe.

On pose le berceau sur la rampe, en le faisant engrener puis en le laissant retomber en position de repos.

On branche les deux flexibles entre le cylindre de levée et la pédale de distribution, en observant que l'arrivée d'air située au fond du cylindre doit se raccorder à la douille de la pédale côté taille (fig. 5).

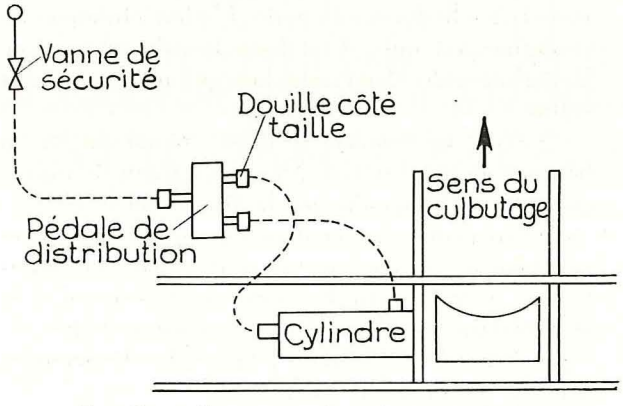


Fig. 5. — Connexions du cylindre de levée.

On intercale une vanne de sécurité sur le flexible d'arrivée d'air, fermée en dehors des postes de culbutage pour empêcher toute manœuvre intempestive.

Enfin, on essaie le culbuteur avec une berline vide ; c'est le moment de régler la position de la

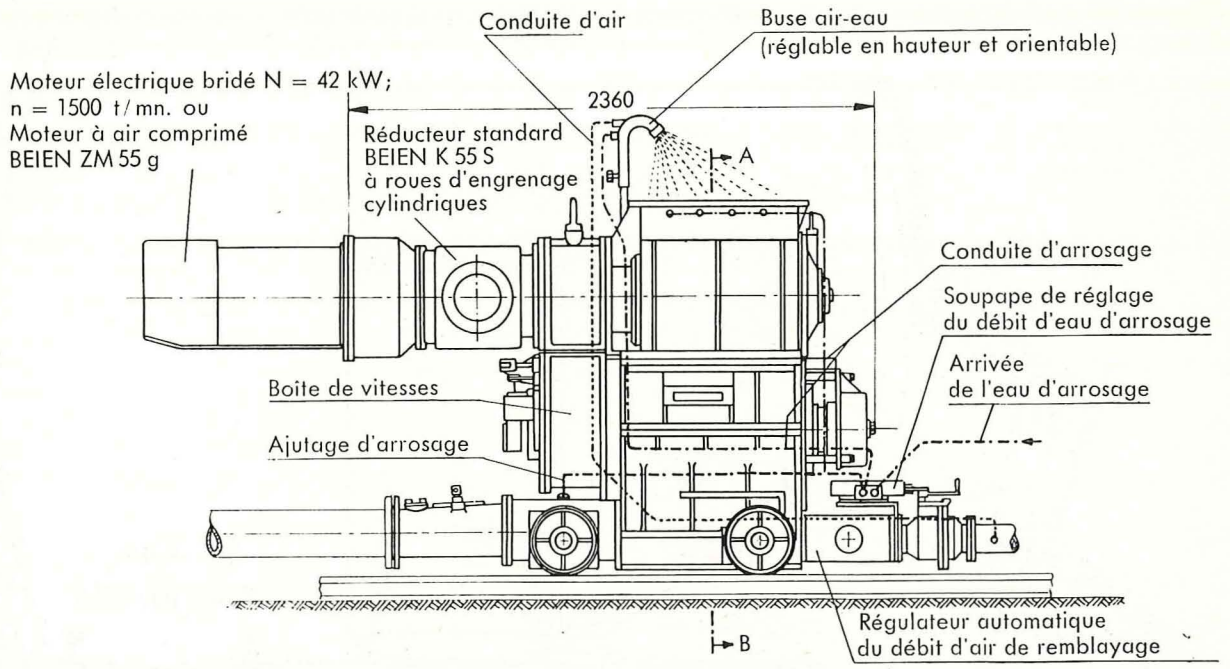


Fig. 6. — Groupe concasseur-remblayeur Beien. Raccord interchangeable d'où possibilité de remblayage dans les deux sens, sans être obligé de retourner la machine.
Accouplement élastique du moteur avec coupleur à broche de cisaillement.

bêle de butée C. Rappelons qu'elle est indispensable, et qu'elle doit intercepter la berline en fin de course.

Entretien.

Chaque semaine, on graisse le train de galets du dispositif de levée ; on lubrifie les douilles d'entrée d'air du cylindre, les tiges du piston, les articulations du dispositif de levée et des pédales et les encoches de la rampe.

Caractéristiques du culbuteur.

— Il n'y a pas de rampe à grimper, on peut donc pousser les berlines à la main. L'effort physique, au culbutage, est nul ; il est léger lors du relevage de la berline vide. Tout cela fait qu'un homme peut suffire.

— Avec un homme, le débit normal est de 50 berlines de 800 litres/h. Mais avec treuil de ravançage, on peut atteindre 200 berlines/heure.

— On peut culbuter dans des courbes de rayon supérieur à 8 m ou 5 m (suivant le sens du culbutage) ; avec des courbes plus prononcées, il faut prévoir dans le raillage des intercalations droites.

— Avec des rails de 15 kg/m, les locomotives peuvent passer sur le culbuteur.

GROUPE CONCASSEUR-REMBLAYEUR A FRONT

Remonter les pierres des bosseyements ou des préparatoires pour les mettre à terril ou les redescendre comme matériau de remblayage, est bien moins économique que de les utiliser sur place, compte tenu du matériel actuellement existant. Le remblayage manuel coûte cher. L'évacuation des terres de voie de tête par la taille use le convoyeur blindé et salit le charbon. Culbuter en dressant des pierres non préparées détruit le soutènement.

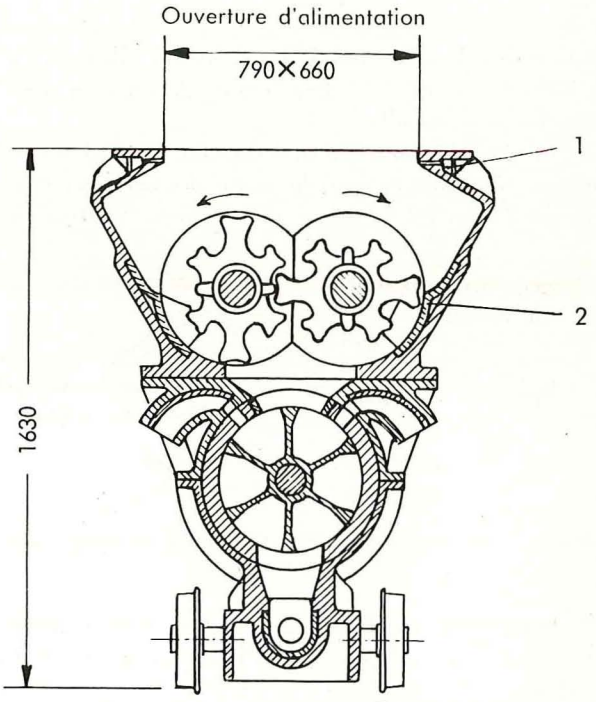


Fig. 7. — Coupe A - B de la figure 6, à travers le concasseur-remblayeur.
1 Buses d'arrosage
2 Plaques de broyage (remplaçables).

Les Anglais font depuis longtemps le concassage sur place et le remblayage pneumatique des produits ainsi préparés (2).

La firme Beien présente le concasseur VB 30, utilisé seul (fig. 8) ou associé à une remblayeuse NB 30, légèrement modifiée, soit superposé à celle-ci (fig. 6, 9 et 10), soit séparé de celle-ci (fig. 11).

Si la remblayeuse surchargée cisaille sa broche, un interrupteur coupe automatiquement le moteur, et le concasseur cesse de débiter.

Concasseur (fig 7, coupe AB de la fig. 1).

Les deux arbres du concasseur ont leurs paliers avec roulements à rouleaux encastrés dans le bâti.

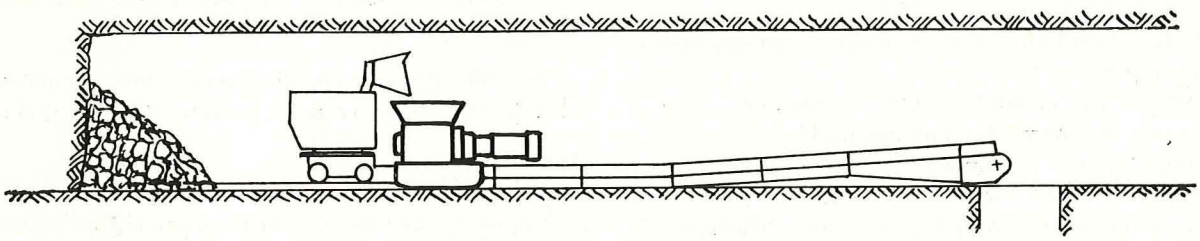


Fig. 8. — Concasseur seul. Voie de tête en dressant.

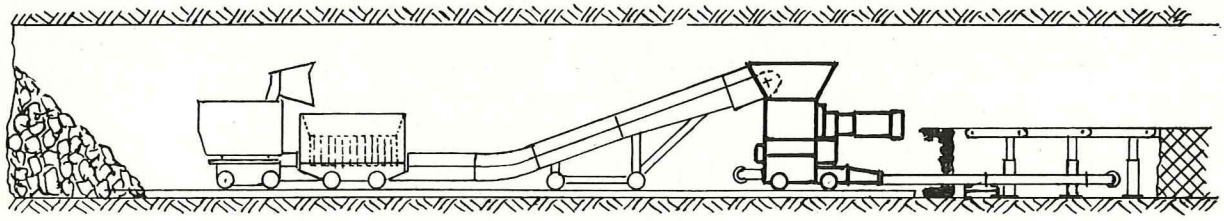


Fig. 9. — Groupe concasseur-remblayeur, en plateure. Voie creusée en avant de la taille.

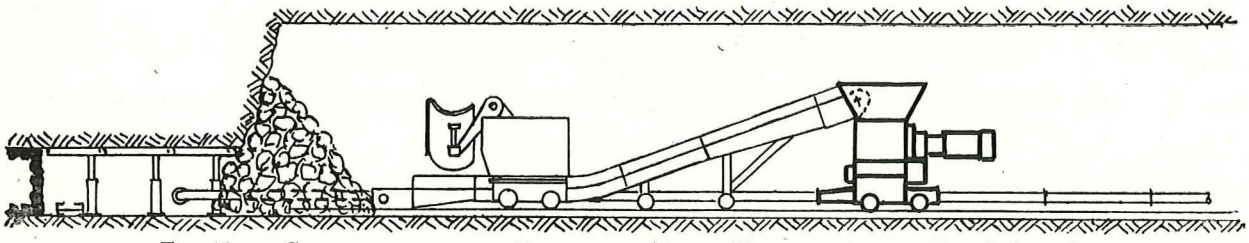


Fig. 10. — Groupe concasseur-remblayeur, en plateure. Voie creusée en arrière de la taille.

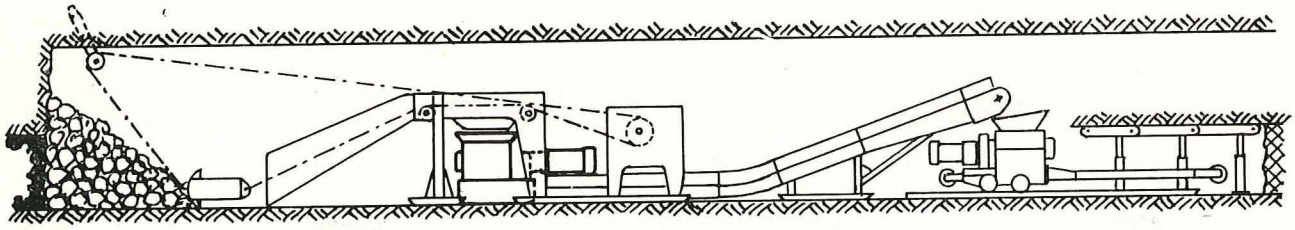


Fig. 11. — Concasseur en série avec la remblayeuse.

Les deux engins, lorsqu'ils sont superposés, sont boulonnés l'un à l'autre et posés sur un chariot (fig. 6). Le moteur est alors commun aux deux. Le faible encombrement (hauteur : 1,63 m) permet l'utilisation en voies déformées.

Les deux engins sont protégés contre les surcharges par un coupleur spécial à broche de cisaillement.

Les vibrations sont faibles. Ils tournent en sens inverse l'un de l'autre. Chacun possède un long pignon de 9 dents engrènant avec un cylindre concasseur à 6 dents, en acier au Mn. Les deux cylindres se remplacent facilement, en les faisant glisser le long du pignon.

Les produits sont concassés entre les cylindres et des plaques (2) en acier au Mn, facilement remplaçables.

(2) Cfr. A.M.B. 7-8/61, p. 827 et suivantes.

Le bâti est d'une seule pièce, avec buse d'arrosage (1) incorporée.

Voici quelques caractéristiques de l'ensemble concasseur-remblayeur :

Débit : 35 à 40 m^3/h
Longueur maximale + ∅ intérieur de la conduite de remblayage : 500 m - 150 ou 175 mm
Pression de service maximum : 3,5 kg/cm^2
Puissance du moteur : 42 kW
Vitesse angulaire des cylindres concasseurs : 36 tr/min
Ouverture des mâchoires : 660 × 790 mm
Grosseur maximum des matières traitées : 400 × 500 × 650 mm
Dureté maximum : grès, calcaire dur
Granulométrie du produit broyé : 80 à 100 mm
∅ d'alimentation de la remblayeuse : 80 mm (intérieur).

Remblayeuse.

Le raccord d'air comprimé pour la remblayeuse et celui de la tuyauterie de remblayage peuvent être interchangés, pour permettre d'envoyer les produits dans les deux directions sans retourner la machine.

Un régulateur dose automatiquement le débit d'air en fonction du volume des produits, d'où fonctionnement économique et suppression des bouchons.

Relevons dans les caractéristiques que la longueur de la tuyauterie de remblayage peut atteindre 500 m.

Quelques cas d'application.

Figure 8 : Les pierres du bosseyement de la voie de tête en dressants sont déversées par un chargeur à godet, dans le concasseur monté sur un châssis en

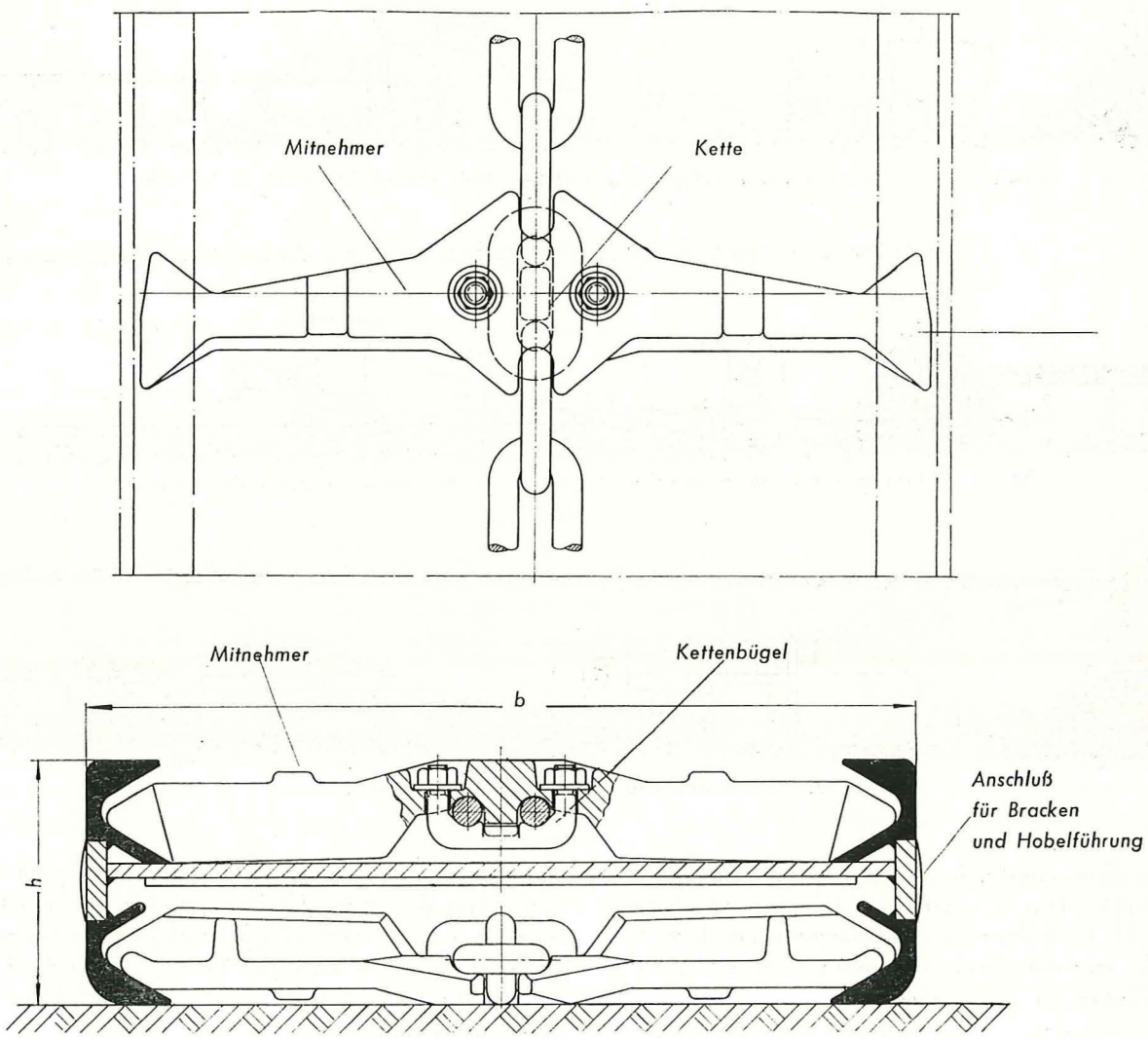


Fig. 12. — Section de convoyeur blindé monochaîne EKF.
Mitnehmer : raclette
Kette : chaîne
Kettenbügel : étrier de chaîne
Anschluss für Bracken und Hobelführung : raccord pour console et pour guidage du rabot.

portique. Un convoyeur blindé ramène les produits broyés en tête du dressant.

Figures 9 et 10 : Le groupe concasseur-remblayeuse est placé dans le sens de l'avancement (fig. 9) ou en sens inverse (fig. 10). Il est alimenté par un convoyeur blindé chargé par chargeuse à godet et berline-trémie. Les pierres de bosseyement servent directement à remblayer la taille en arrière (fig. 9) ou en avant (fig. 10).

L'introduction du groupe a permis de supprimer 2,2 postes/jour. Le gain réalisé est de 46 DM et de 178 DM par mètre de galerie pour les avancements de 1,25 et 2,50 m/jour.

Dans un cas similaire, avec un avancement de 3 m/jour, le personnel a pu être réduit de 10 à 6 hommes.

Bouveau plantant.

Un avancement de 2,50 m/jour a été obtenu dans un bouveau de 180 m, incliné à 18°, section à terre nue 12 m^2. Les pierres étaient amenées par scraper à la trémie du concasseur.

NOUVEAU CONVOYEUR BLINDE MONO-CHAINE (3)

En service depuis 3 ans et construit par la firme Halbach und Braun, Wuppertal, le nouveau convoyeur blindé à chaîne unique centrale EKF (fig. 12) a révélé plusieurs avantages propres par rapport au convoyeur à deux chaînes latérales :

— la durée de vie de la chaîne et des couloirs est pratiquement doublée ;
— le nombre de calages et de ruptures de chaîne est diminué (chaîne très robuste) ;
— grâce à l'application centrale, donc symétrique, des efforts, les raclettes restent en tous points normales au sens d'avancement, ce qui supprime toute velléité de déraillement.

Ce dernier point nous amène à parler de l'avantage principal et le plus spécifique de ce convoyeur : la grande flexibilité dans son plan. On peut obtenir des rayons de courbure très faibles :

— avec couloirs normaux, de 1,50 m de longueur : 15 m
— avec couloirs de réglage, de 0,75 m de longueur : 7 m
— avec couloirs incurvés, de 22° d'angle (fig. 13) : 4 m
— avec 2 couloirs incurvés, de 45° d'angle chacun (fig. 14) : 1,7 m

On peut tourner de plus de 90° en une seule courbe.

Cette flexibilité confère au convoyeur des possibilités d'emploi bien spéciales : en gisement difficile,

(3) Extrait de Montan-Rundschau, n° 6/1963, p. 138/141.

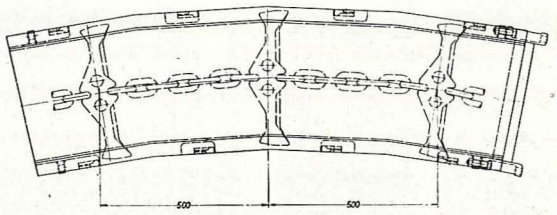


Fig. 13. — Couloir de convoyeur EKF, incurvé à 22°.

en niches de taille mécanisée, dans des installations de chargement, de transport intermédiaire ou de remblayage pneumatique. Nous décrirons deux applications très fréquentes : en niche de taille mécanisée et aux points de chargement.

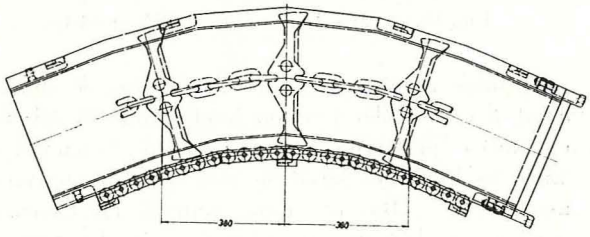


Fig. 14. — Couloir de convoyeur EKF, incurvé à 45°.

L'abattage et le chargement, encore manuels, limitent l'avancement de la niche et par conséquent de toute la taille mécanisée. Ils exigent beaucoup de personnel. Tout ceci grève fortement la rentabilité du chantier. Le convoyeur EKF permet de mécaniser l'évacuation quasi totalement, car, grâce à sa flexibilité, il ramène les charbons de la niche directement sur le blindé de taille (fig. 15 et 16).

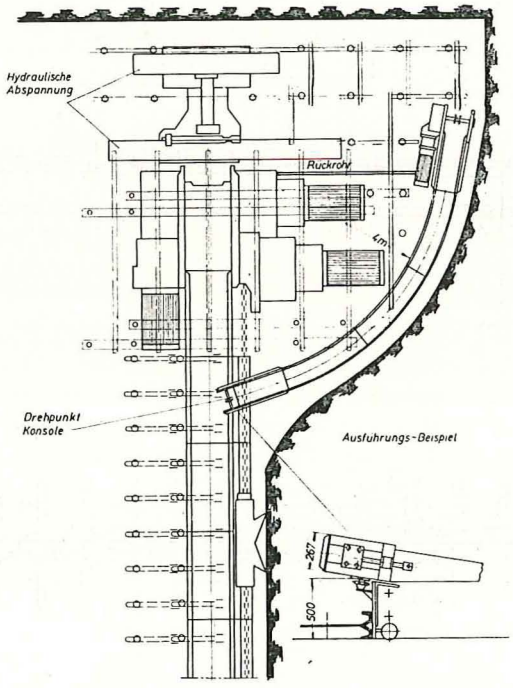


Fig. 15. — Convoyeur EKF, en niche de taille mécanisée.
Hydraulische Abspannung : ancrage hydraulique
Rückrohr : poutre de contrainte
Drehpunkt Konsole : console de point de déversement
Ausführungsbeispiel : exemple d'installation

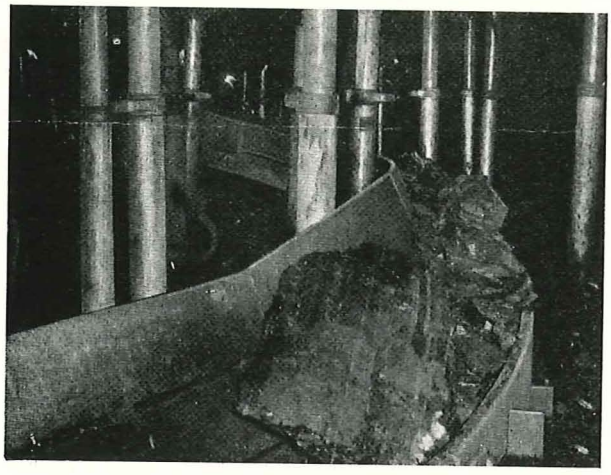


Fig. 16. — Vue du convoyeur EKF en niche.

Seconde application : aux gros points de chargement, il faut veiller à ce que le charbon qui déborde ne puisse provoquer des arrêts, en s'accumulant entre les berlines. Aussi, le plus souvent on creuse une « cave » (fig. 17) dans laquelle les charbons tombent, et d'où ils sont repris par un élévateur ou un scraper et remis en silo. De temps en temps, le chargeur ouvre la trappe du silo et remplit la berline suivante : le convoyeur EKF est tout indiqué pour assurer la liaison cave-silo, grâce à sa flexibilité. Le volume de maçonnerie est réduit de moitié ; la chaîne est de réemploi (d'autres convoyeurs, à double chaîne par exemple).

Le convoyeur convient normalement dans des pentes de + 25 à — 35°. Cependant, il peut servir de freineur ; on le munit alors de palettes escamotables (fig. 18).

Trois modèles existent, suivant le débit recherché (les dimensions b et h se trouvent sur la fig. 12) :

Type EKF	b mm	h mm	Ø chaîne mm	Débit max. t/h
0	430	150	18	100
1	515	180	22	200
2	620	180	22	300

La chaîne de 22 mm est une chaîne de rabot ; elle possède une résistance de 66 t à la rupture (classe O). Des chaînes spéciales permettent d'atteindre 85 t.

Signalons enfin que ce mono-chaîne s'adapte à n'importe quelle motrice ou quel accouplement classique, qu'il peut accompagner un rabot-ancre comme une haveuse à tambour (fig. 19) ou à tarière.

Grâce à sa construction « surbaissée », il peut servir de guidage pour haveuse, même en gisement assez penté, ce qui peut être précieux. On songe aussi à en faire un élévateur pour cendres, pierres de lavoir, etc...

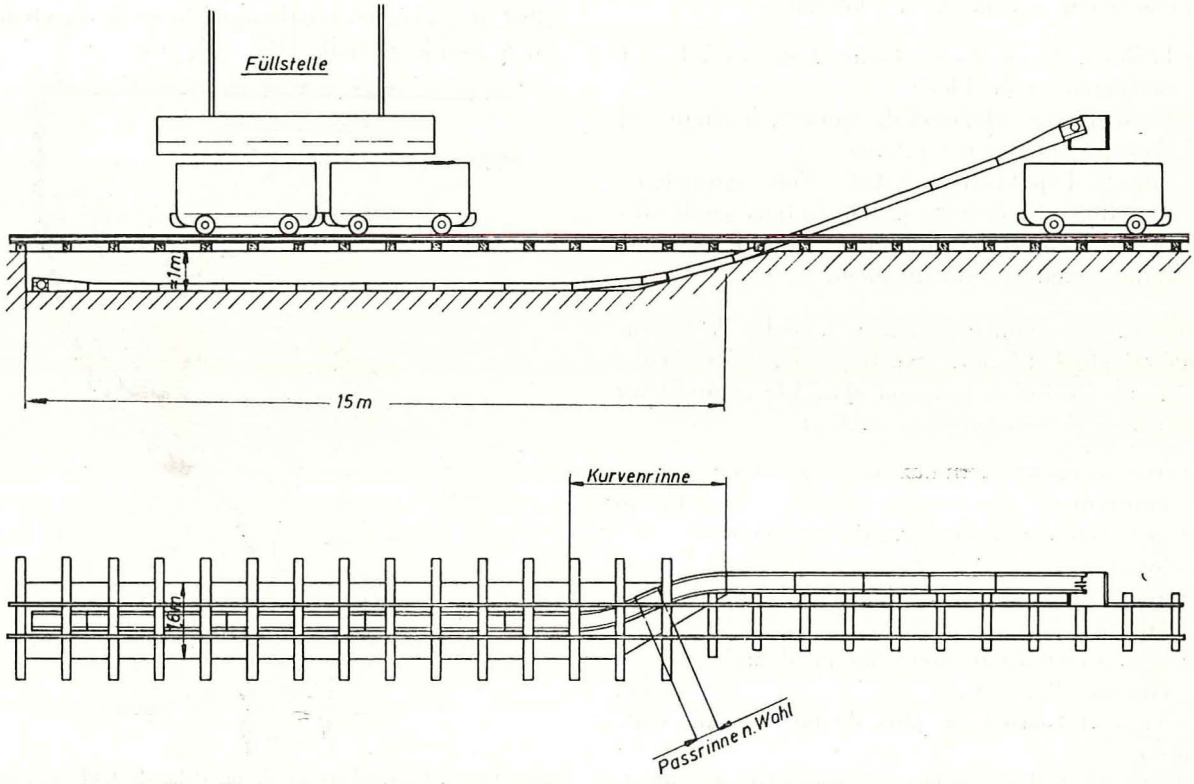


Fig. 17. — Convoyeur à chaîne « EKF O-S », installé à un point de chargement.
Füllstelle : point de chargement
Kurvenrinne : couloir incurvé
Passrinne n. Wahl : couloir de réglage, à choisir

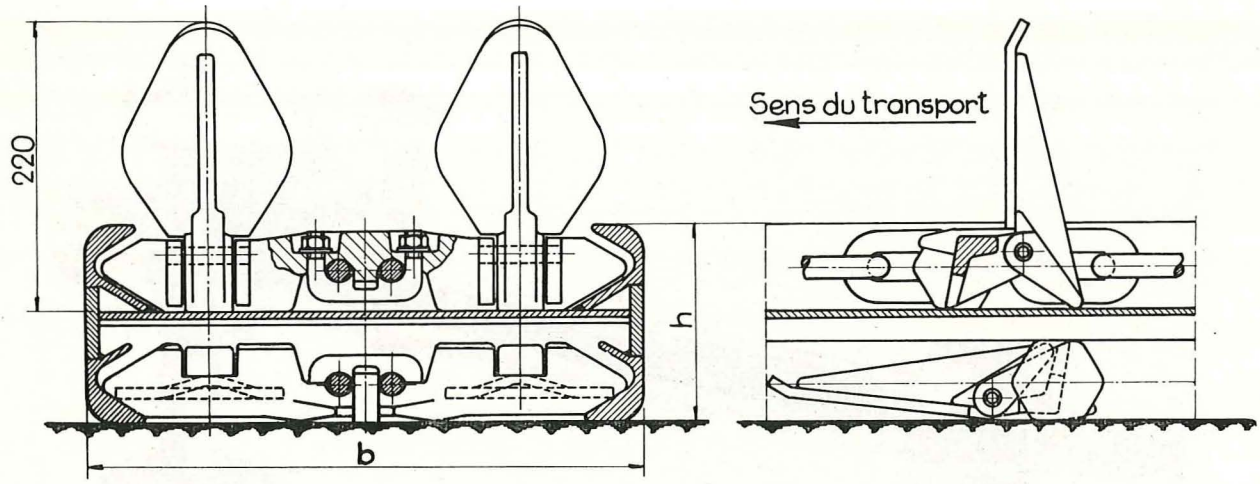


Fig. 18. — Convoyeur EKF - freineur.

POUSSEUR-ELEVATEUR BRETBY (4)

La S.A. Lambrecht présente un pousseur-élévateur hydraulique pour convoyeur blindé (fig. 20). Cet appareil a été mis au point par le Central Engineering Establishment, à Bretby et est fabriqué par la B.R.D. Company Ltd, à Aldridge, Staffordshire, England.

La faculté de modifier localement le niveau du convoyeur est très précieuse :

— pour neutraliser les ondulations trop accentuées du mur de certaines tailles ;

— pour vérifier le dessous des tôles ou les chaînes, en cas de calage ou de rupture des chaînes ;

— pour contrarier la tendance éventuelle du rabot à grimper ou à pénétrer en mur.

Ce pousseur-élévateur se caractérise par le fait que la commande des 2 cylindres se fait du même endroit, au moyen de 2 manettes protégées par une tôle de protection. Les seuls éléments flexibles sont ceux qui relient les soupapes de commande au réseau hydraulique, à l'entrée (5/8") comme à la sortie (1").

Chaque appareil comprend :

— *Un vérin de ripage :* le cylindre est en acier sans soudure, étiré à froid, alésage 76,2 mm. Piston et tige en acier Bessemer 970 EN 9 avec diamètre 50,8 mm ; joints d'étanchéité à double effet avec anneau d'usure en nylon. La course du vérin est de 762 mm.

— *Un vérin de levage,* en fonte malléable suivant les normes britanniques 310 n° 22/14. La course du vérin est de 150 mm.

— *Les soupapes de commande* de ces vérins, en acier inoxydable, du type à disque, à 3 positions : poussée, rappel et neutre, c'est-à-dire lever, abaisser et neutre.

— *Une pièce de liaison* au convoyeur, avec fente de liaison horizontale.

— *Une tôle de recouvrement* pour protéger les soupapes et le cylindre pousseur.

Le fluide est de l'eau émulsionnée à 5 % ; la circulation peut se faire en circuit fermé ou ouvert.

Les efforts développés sont repris au tableau I.

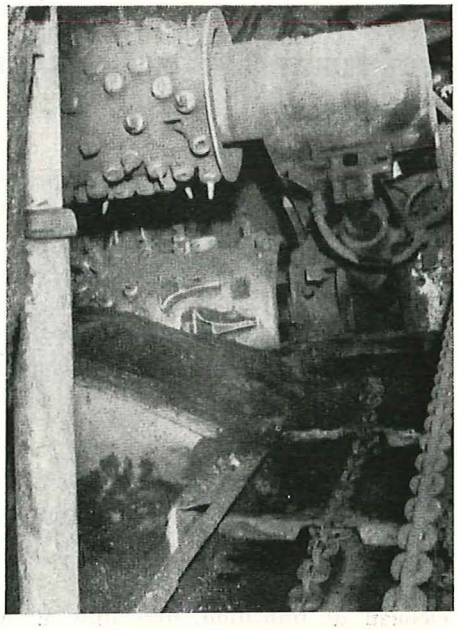


Fig. 19. — Convoyeur, avec haveuse à tambour.

(4) Cet article est un complément d'information, car l'appareil a été déjà décrit dans les A.M.B., février 1961, p. 180.

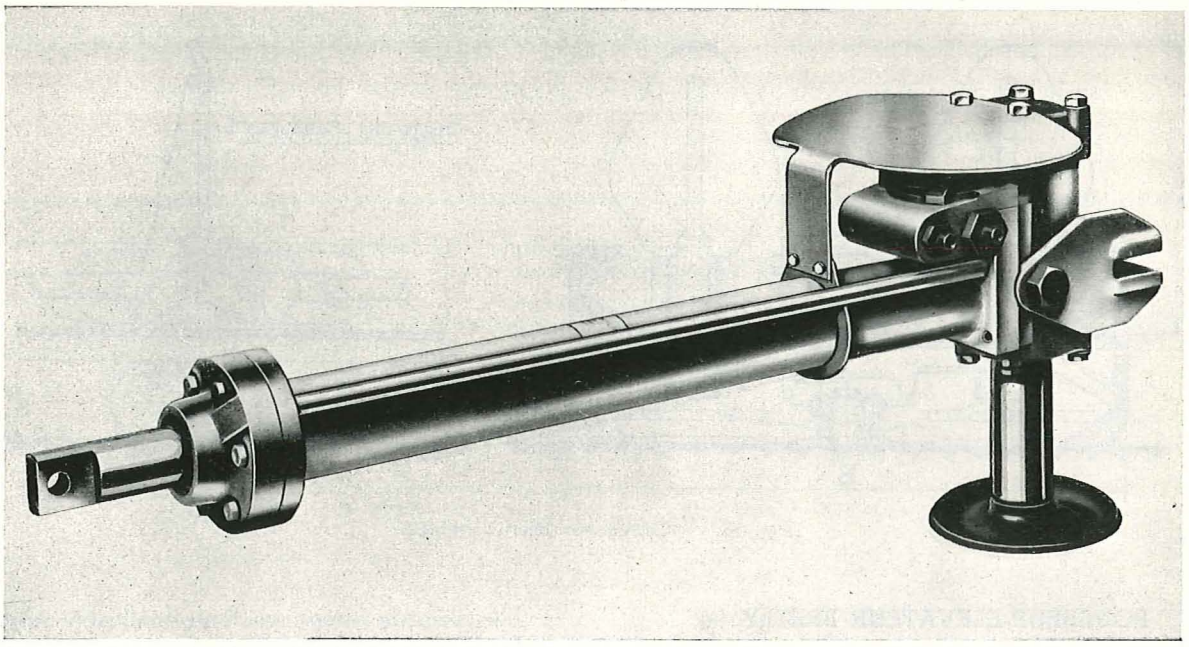


Fig. 20. — Pousseur-élévateur hydraulique pour convoyeur blindé type Bretby.

TABLEAU I.

Pression d'eau kg/cm²	Ripage du convoyeur		Elévation du convoyeur kg
	Poussée kg	Rappel kg	
17,6	720	400	720
35,1	1.450	800	1.450
70,3	2.900	1.600	2.900
105,5	4.300	2.400	4.300

TRANSPORTEUR REPARTITEUR A ECAILLES

La firme Demag, de Duisburg, construit un petit transporteur à écailles, pour le creusement des bouveaux ou des voies ; il sert de répartiteur entre la chargeuse à front et le train de berlines (fig. 21).

Sa principale caractéristique est d'être aisément déplaçable, soit sur monorail si la chargeuse est à déversement latéral (sur chenilles : fig. 22), soit sur rails si la chargeuse déverse frontalement. Il ne faut jamais l'allonger ni le raccourcir, d'où économie de personnel improductif.

Sa longueur se situe entre 14 et 60 m.

Il comprend à partir du front :

— une poulie de renvoi ;
— un élément de chargement ;
— un élément de transition, tous trois au niveau du sol.

Ce dernier amorce la partie ascendante (fig. 22), composée de :

— un élément de 2 m et un de 3 m ;
— un élément articulé autour d'un axe horizontal, début du tronçon horizontal, ainsi surélevé de 1,60 m par rapport au sol.

Le tronçon horizontal est formé d'élément de 3 m, d'un élément permettant de tendre les chaînes d'entraînement de la bande et enfin de la tête motrice.

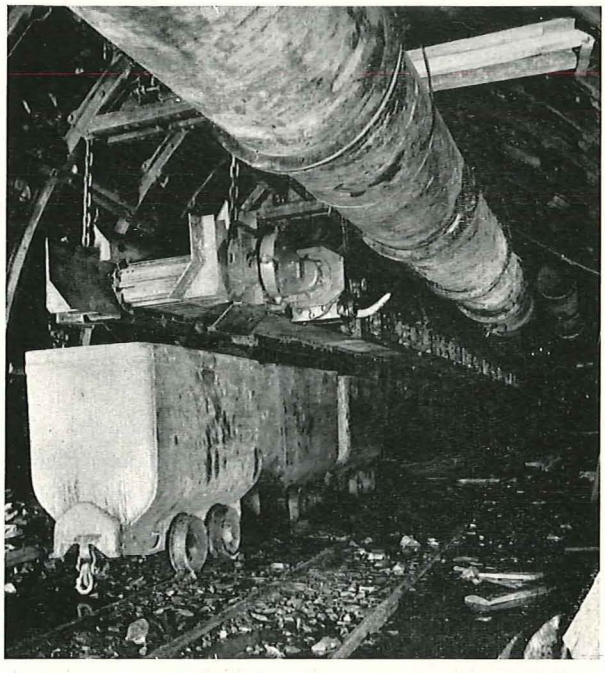


Fig. 21. — Convoyeur répartiteur à écailles « Demag ».

Fig. 22. — Répartiteur à écailles, déplaçable sur monorail.

Le moteur, à air comprimé ou électrique, monté à droite ou à gauche, développe une puissance de 20 ch. Il est suivi d'un réducteur à bride, puis d'un renvoi à engrenages (vitesse de la bande : 1 m/s).

Cette bande, de 700 mm de largeur, est entraînée par 2 chaînes, chacune de 22 t de résistance à la rupture (pas : 80 mm), et guidée par des rouleaux fixes distants de 0,75 m pour le brin supérieur, du double pour l'inférieur, sauf à la tête motrice et à la poulie de renvoi, où les chaînes glissent sur des pièces d'usure. Les écailles, simplement boulonnées sur les chaînes, sont aisément remplaçables.

La hauteur maxima de ce transporteur est de 550 mm, sauf à la poulie de renvoi, en cas de chargement frontal : trémie de 1.350 mm.

PLAQUE TOURNANTE POUR BERLINE (5)

Le but de ce dispositif est de faire tourner les berlines sous un très faible rayon de courbure et sans intervention manuelle.

La berline quitte la voie pour aborder à sa périphérie un disque en rotation qui l'amène dans la nouvelle direction voulue. Durant son parcours sur le disque, elle est maintenue entre guides fixes : l'externe (2) (fig. 23) est relié au châssis, l'interne (1) est formé par l'arête d'un plateau solidaire du châssis.

(5) Extrait de « De Mijnlamp », n° 6 du 15 juin 1963, p. 376.

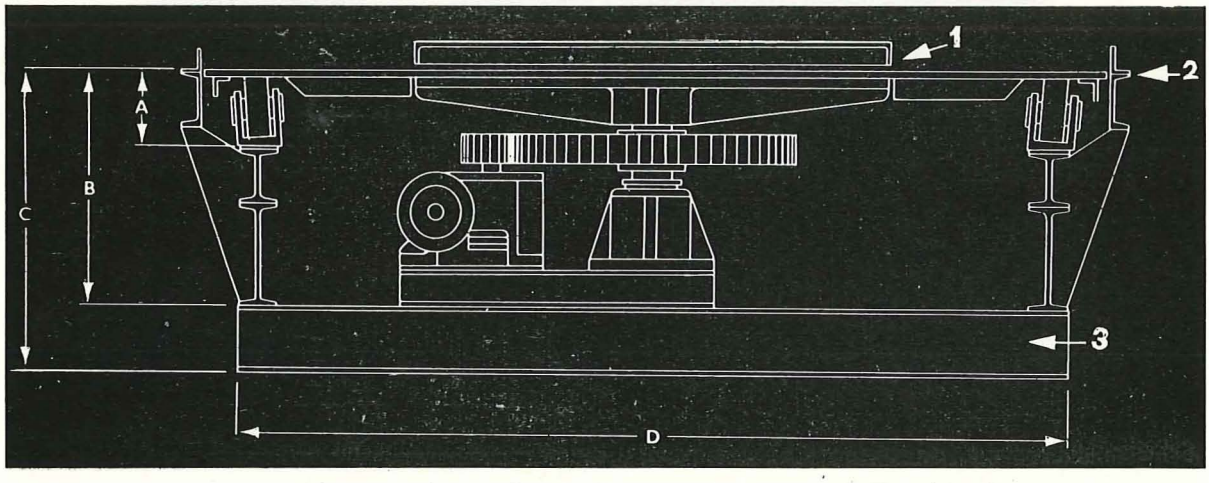


Fig. 23. — Coupe verticale à travers une plaque tournante pour berlines.

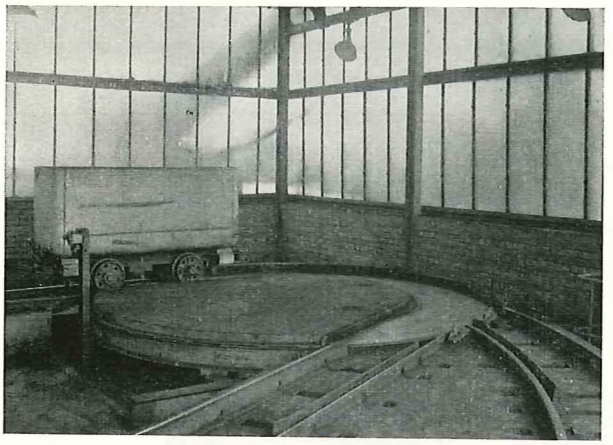


Fig. 24. — Table tournante, alimentée par 2 voies d'accès.

Le disque a un diamètre de 4,3 m ; il est en tôle de 25 mm d'épaisseur. Il est mis en rotation par un moteur électrique de 5 ch (950 tr/min) par l'intermédiaire d'un mécanisme de transmission et d'engrenages réducteurs. Il repose sur 12 galets à roulement. Sa vitesse linéaire est de 0,70 m/s, soit 3 tr/min. Le mécanisme de rotation se place indifféremment au-dessus ou en dessous.

Il est possible d'alimenter cette plaque tournante à partir de plusieurs directions (fig 24) et de distribuer les berlines dans plusieurs directions, à condition de pouvoir enlever localement le guidage externe et de placer une cornière de déviation à l'endroit voulu (fig. 24bis).

On peut aussi alimenter ou desservir plusieurs voies à partir d'une seule ou inversément en utilisant

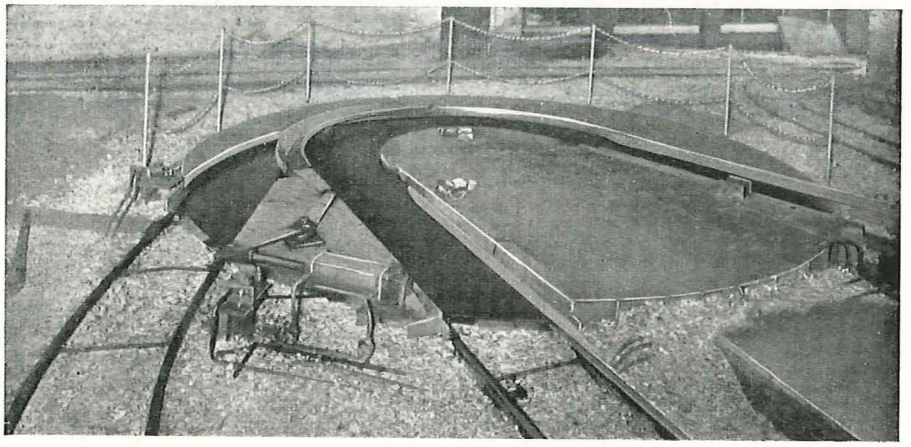


Fig. 24bis.

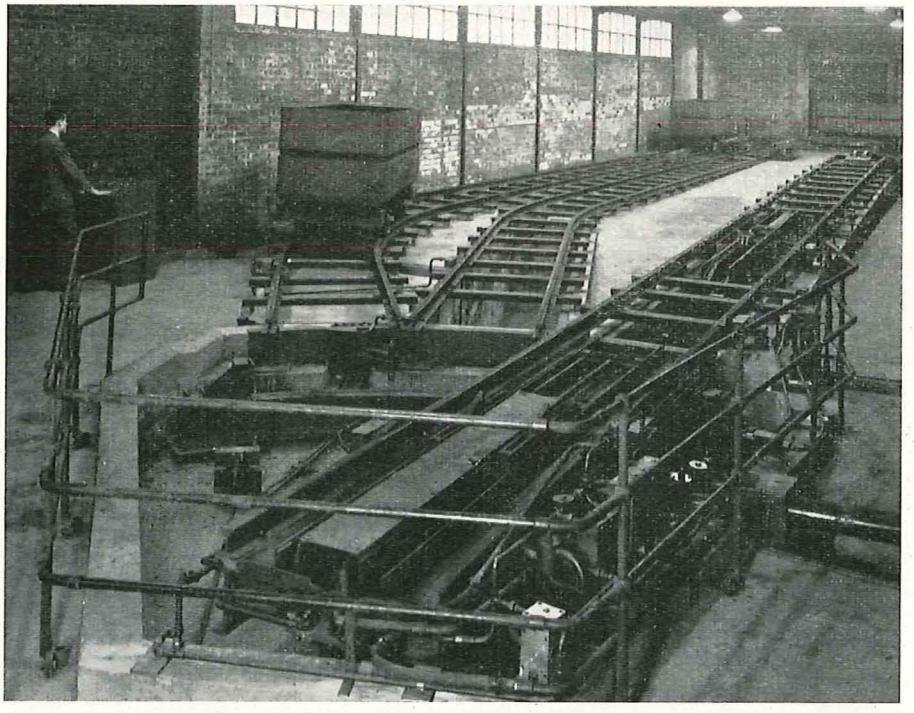


Fig. 25. — Table tournante desservant 3 voies. Commande automatique à air comprimé.

une table pivotante système Qualter Hall. Cette table est commandée automatiquement grâce à un appareillage à air comprimé (fig. 25).

Ces plaques tournantes et pivotantes sont construites par la S.A. de Constructions Métalliques Demy, à Geleen (Limbourg Néerlandais) sous licence de la firme anglaise Qualter Hall et Cie, de Barnsley.

Les 3 premières installations viennent d'être mises en service au siège n° 1 des Staatsmijnen Emma.

REFLECTEUR « ŒIL DE CHAT » (6)

La S.A. Safety in Mines Developments, de Nottingham, construit un réflecteur analogue aux catadioptres de voiture. Elle le dénomme « Œil de chat ».

On les utilise surtout (fig. 26) pour signaler l'emplacement des niches-abris destinées aux ouvriers travaillant dans les voies de transport (réflecteurs verts) ou pour interdire l'accès de voies condamnées (réflecteurs rouges). On les utilise aussi sur les convoyeurs blindés et le soutènement mécanisé, pour en vérifier l'alignement (fig. 27).

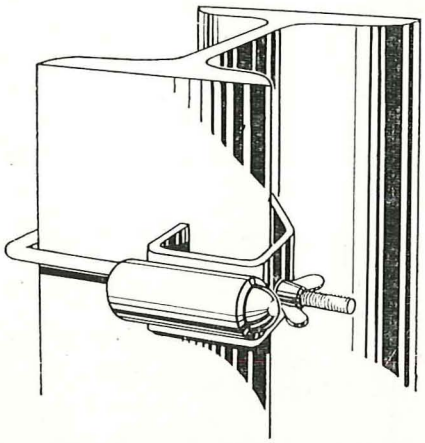


Fig. 26. — Réflecteur « œil de chat » pour niches-abris.

POMPE PNEUMATIQUE A DIAPHRAGME « LAYTON »

Ces pompes construites aux U.S.A. sont distribuées en Belgique par la S.A. Lambrecht à Bruxelles.

Elles peuvent fonctionner immergées ou encore avec tuyau d'aspiration. Elles débitent, en particulier, des liquides pouvant avoir une teneur élevée en solides, boues, scories, etc... (fig. 28).

Aucun entretien n'est à prévoir. Pas de niveau d'huile à vérifier, pas de risques de colmatage, pas

(6) Extrait de « Steel and Coal », 28 juin 1963, p. 1231.

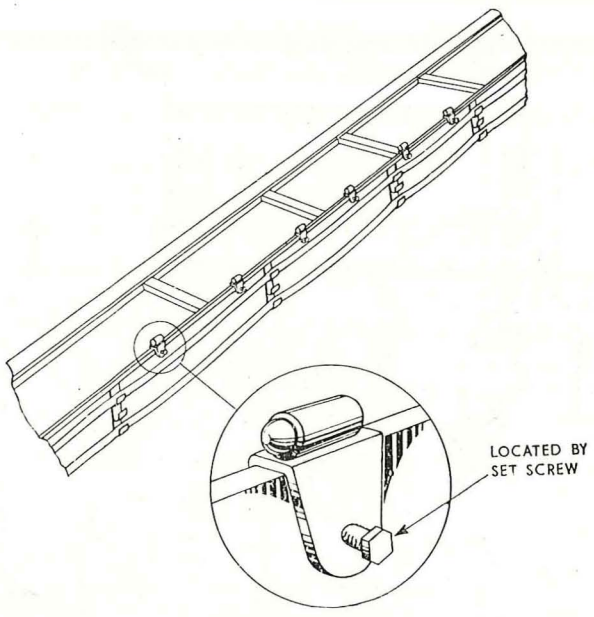


Fig. 27. — Réflecteur « œil de chat » pour convoyeurs blindés, soutènements mécanisés, etc...
Located by set screw : fixé par vis de pression

de graissage puisque pas de pièces en mouvement rotatif. Elles peuvent tourner à vide sans dommage ; le réamorçage s'effectue automatiquement dès que le niveau du liquide couvre la crépine. Ces pompes sont de sécurité complète : pas de consommation d'oxygène, pas de gaz d'échappement. Leur rendement peut être considéré comme constant pendant toute la durée de leur fonctionnement.

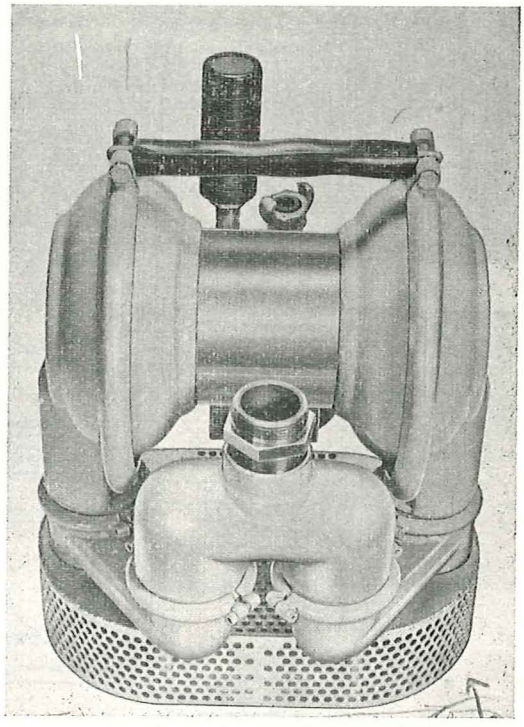


Fig. 28. — Pompe pneumatique à diaphragme « Layton ».

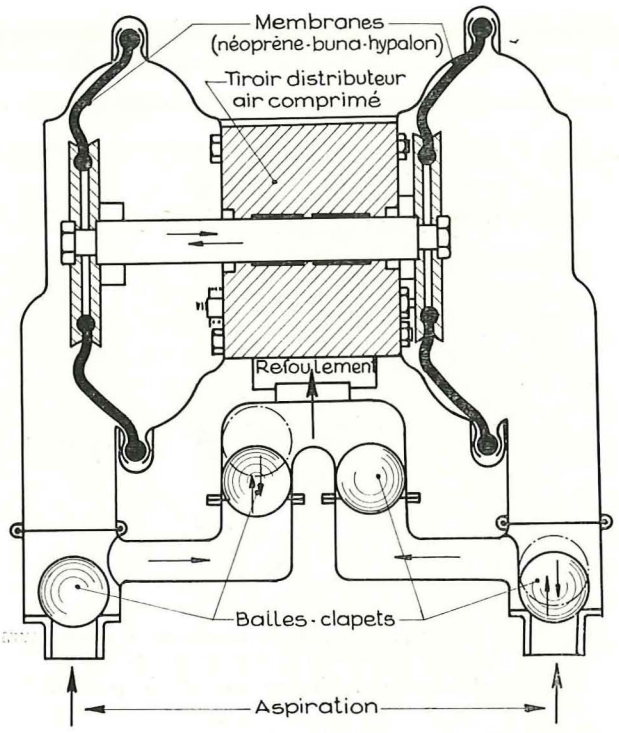


Fig. 29. — Coupe verticale à travers une pompe « Layton ».

Principe de fonctionnement : un piston (fig. 29) déborde des 2 côtés d'un distributeur fixe à air comprimé. Il est animé d'un mouvement de va-et-vient et se termine des deux côtés par un plateau prolongé par de grandes rondelles en néoprène formant chambre avec les parois du distributeur. A chaque coup de piston, alternativement, une de ces chambres se dilate et l'autre s'annule, refoulant le liquide aspiré à la course précédente. Les clapets d'aspiration et de refoulement sont constitués par des balles en néoprène.

Quelques caractéristiques du modèle DA4 de la pompe :

Hauteur : 53 cm

Largeur max. : 41 cm

Poids : 35 kg

Ø conduites entrée ou sortie : 51 mm

Consommation A.C. : 600 litres/min

Hauteur manom. : 3 m ou 12 m ou 21 m ou 30 m

Débit m^3/h : 24 ou 16,5 ou 11 ou 8.

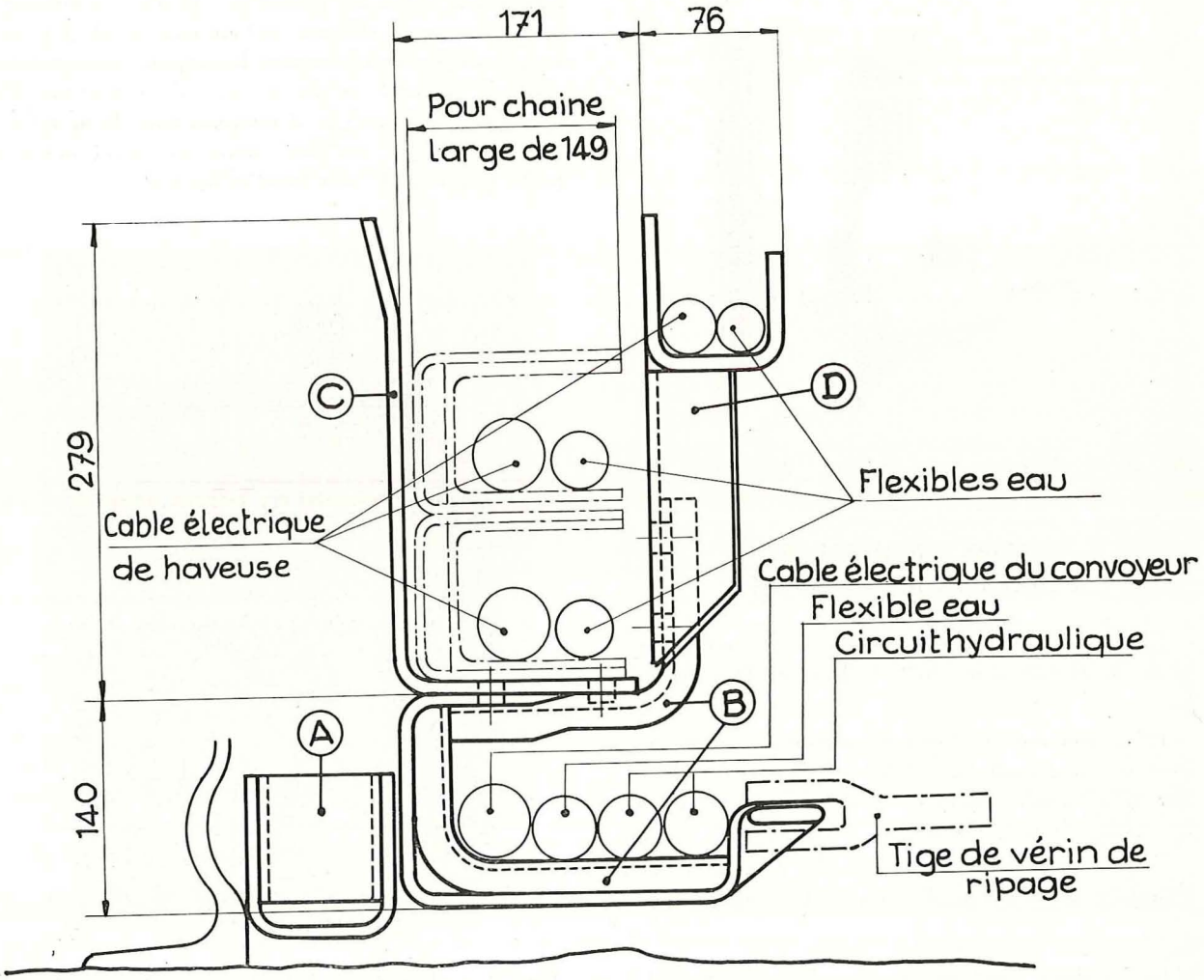


Fig. 30. — Profil du canal à chaîne Galle.

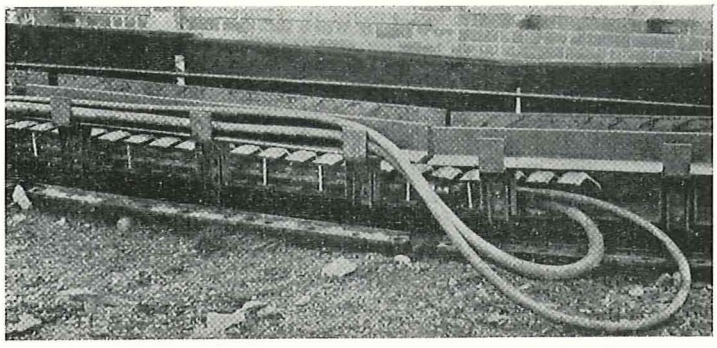


Fig. 31. — Extrémité libre de la chaîne, à mi-taille.

« CABLE HANDLER DEVICE » (7)

Ce dispositif, mis au point par le National Coal Board au Centre de Bretby, réduit fortement l'usure par manipulation des câbles alimentant les machines d'abattage (haveuses à tambour, trepanner). La manipulation elle-même est entièrement automatique, permettant désormais d'adopter des machines très rapides. La durée de vie des câbles souples atteint au moins 6 mois.

Le « Cable Handler Device » est constitué par une chaîne Galle, à l'intérieur de laquelle sont rangés le flexible à eau et le câble électrique de la machine. La chaîne repose dans un canal profond liée à la haussette du convoyeur blindé (fig. 30).

(7) Extrait d'une publication de « Charbonnages de France ».

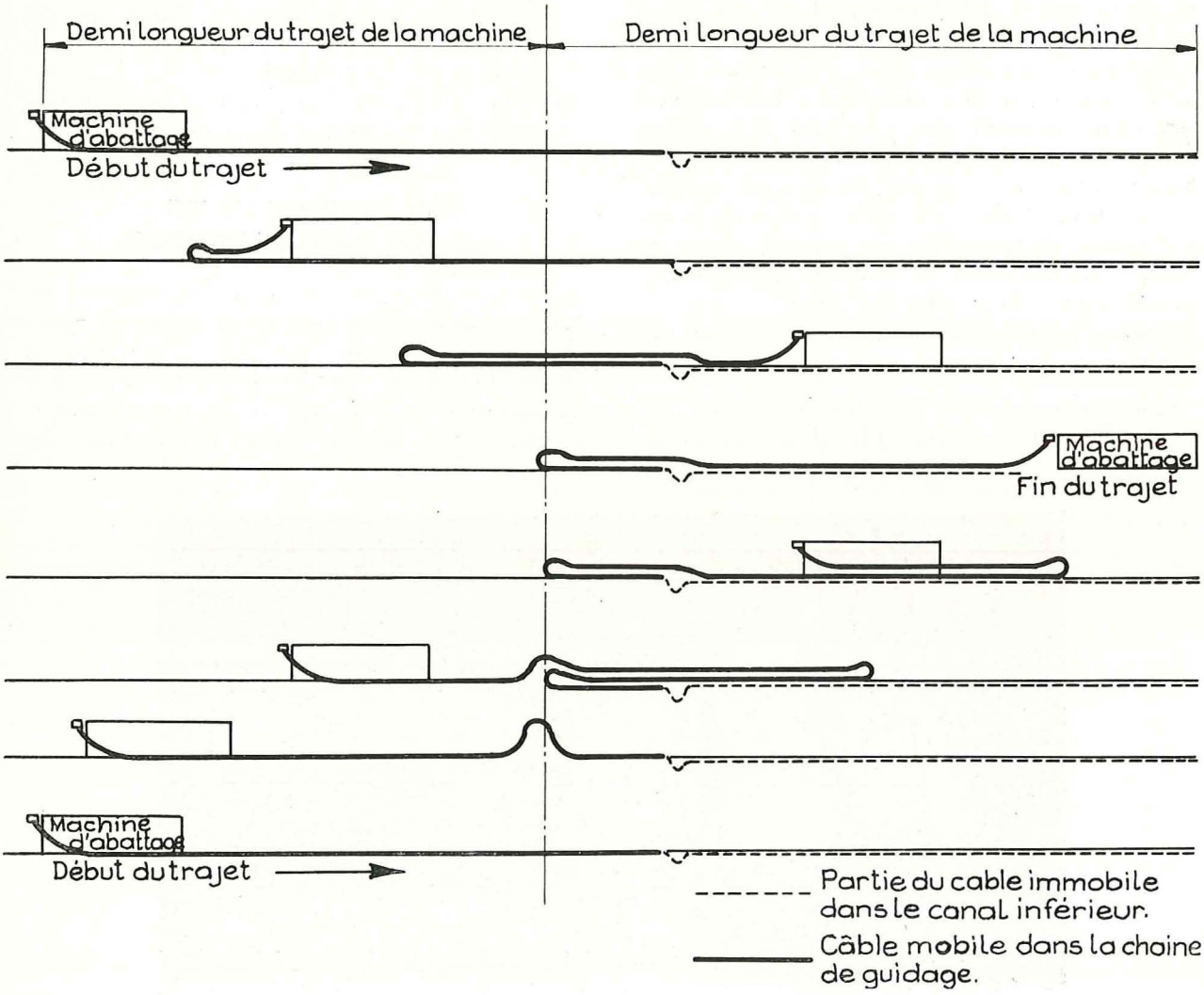


Fig. 32. — Déplacements du câble en translation.

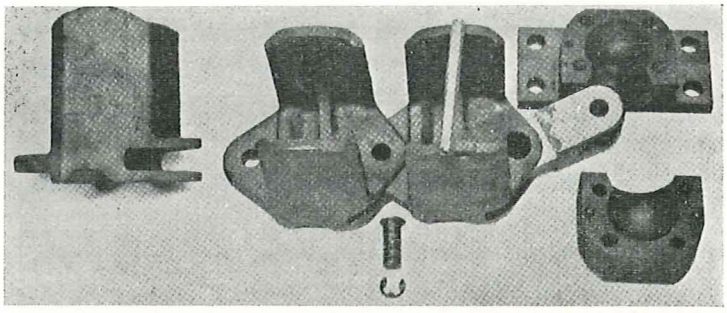


Fig. 33. — Détails des maillons de la chaîne.

Une extrémité est fixée à la machine par un dispositif à rotule et plat de raccordement, à positionnement réglable ; l'autre extrémité est laissée libre dans son canal (fig. 31).

Durant la translation, la chaîne se replie et glisse sur elle-même. On supprime ainsi le frottement câble sur câble, et surtout les efforts de traction sur les câbles.

La succession des déplacements de la chaîne est schématisée sur la figure 32. L'extrémité libre se trouve un peu au-delà du centre de la taille (1 m environ), pour ne pas blesser le câble par entraînement lorsque la machine arrive à l'extrémité de la taille. Le brin supérieur glisse sur le brin inférieur sans effort apparent, grâce à la forme bien étudiée des maillons ; si les haussettes sont en bon état et bien en place, il n'y a pas d'accrochage possible avec la chaîne. Câbles et flexibles sont bien protégés à l'intérieur de la section en U qui est celle de la chaîne, section fermée de temps à autre par une goupille genre Mécanindus (fig. 33).

Comme inconvénients actuels (qui peuvent être corrigés), on peut citer :

— Le manque de place à l'intérieur de la chaîne, qui interdit toute réparation de câble qui en accroît le diamètre : une avarie grave peut provoquer le rebut temporaire et même définitif du câble.
— Il y a aussi l'interdiction de miner en taille, car le tir déformerait les haussettes, donc le canal de glissement. A moins de construire des haussettes blindées.
— L'extrémité libre au « milieu de taille » doit pouvoir se déplacer car on cherche à supprimer toute boucle lorsque la machine est à l'extrémité de la taille, quel que soit son point d'arrêt, ou bien en taille pentée, on ne peut empêcher le blindé de descendre ou de monter.
— Enfin, le dispositif ne peut convenir pour une taille dont la longueur excéderait 250 m.

REDUCTEUR K 100 K-S A DEUX ARBRES PRIMAIRES

Avec les débits très importants actuellement obtenus en tailles, il est souvent nécessaire de placer deux moteurs à chaque tête motrice de convoyeur blindé. De chaque côté du châssis, on place donc un moteur et son réducteur, ce qui est encombrant. Le rabot, avec moteur unique indépendant, doit

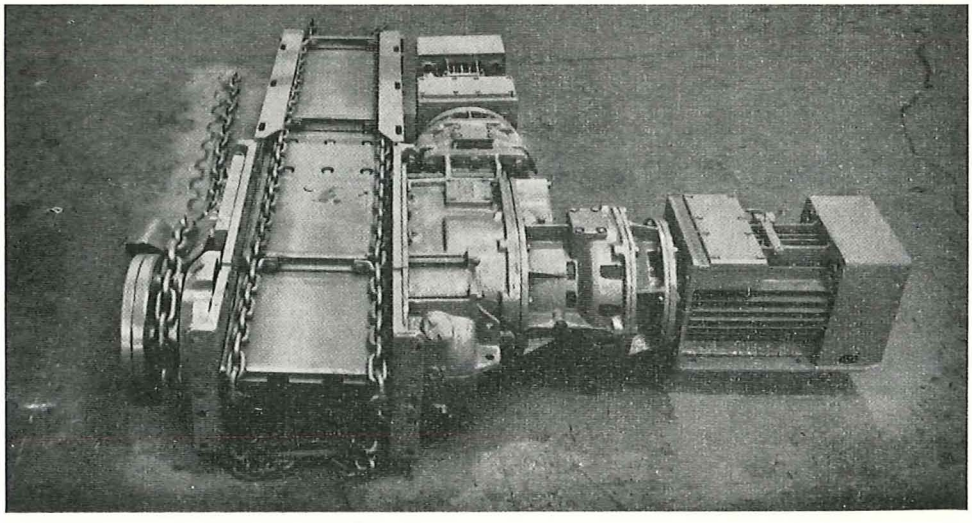


Fig. 34. — Tête motrice de convoyeur blindé et de rabot équipée d'un réducteur et de deux moteurs.

avoir une vitesse faible (inférieure à 0,78 m/s) pour conserver un effort d'abattage suffisant.

Comme remède, la firme Beien propose le réducteur K 100 K-S, auquel on peut accoupler simultanément deux moteurs, l'un parallèle, l'autre perpendiculaire au convoyeur blindé (fig. 34).

Ce réducteur est une version améliorée du type K 55, que l'on peut ainsi transformer aisément, et sans trop de frais.

La boîte, d'une seule pièce, ainsi que les deux carters (entre accouplement et moteur), sont en acier coulé, résistant aux chocs.

Les deux moteurs servent à la fois au rabotage et au transport. Ils peuvent être électriques (33 ou 38 kW) ou à air comprimé (ZK 35 g, ZM 35 g, ZM 55 g). On peut donc disposer de 100 ch par tête motrice. Le tableau II montre les vitesses que l'on peut obtenir avec ce système.

Le domaine du rabotage peut être étendu. Dans les installations standards, le moteur du rabot est suivi d'un réducteur K 55 K-S, puis d'un réducteur de rabot H 55 (à 1 rapport) pour limiter la vitesse de rabotage à 0,78 m/s : sinon l'effort de traction sur les chaînes devient trop faible. Avec ce nouveau réducteur, directement fixé à la chaîne du rabot, on peut augmenter la vitesse du rabot (jusqu'à 1,48 m/s) tout en conservant l'effort de traction ; cette manière de faire améliore évidemment la productivité du chantier. On peut aussi, en maintenant la vitesse et la profondeur de coupe, augmenter l'effort de rabotage. Des charbons très durs, réputés intraitables jusqu'à présent, ont pu être rabotés, en utilisant le rabot pour charbon dur Beien SH-6 ([8]). Il faut avoir soin dans les deux cas d'augmenter la poussée du convoyeur blindé sur le rabot, en rapprochant les vérins de ripage ou en adoptant des vérins

TABLEAU II.

Exécution du réducteur	Vitesse de convoyage en m/s avec moteur à air comprimé		Vitesse de convoyage en m/s avec moteur électrique		Vitesse de rabotage en m/s avec moteur à air comprimé		Vitesse de rabotage en m/s avec moteur électrique	
	Type de commande		Type de commande		Type de commande		Type de commande	
	500/55 l 600/55 l	400/55 500/55	500/55 l 600/55 l	400/55 500/55	400/55 H 500/55 H	500/55 H 600/55 H	400/55 H 500/55 H	500/55 H 600/55 H
A	0,75	0,66	0,71	0,62	0,77		0,72	
B	1,10	0,97	1,04	0,91	1,13		1,06	
C	1,00	0,88	0,94	0,83	1,03		0,97	
D	1,44	1,27	1,36	1,19	1,48		1,39	

Puisqu'il n'y a plus de moteur ni de réducteur côté front de taille, la profondeur des niches peut être réduite.

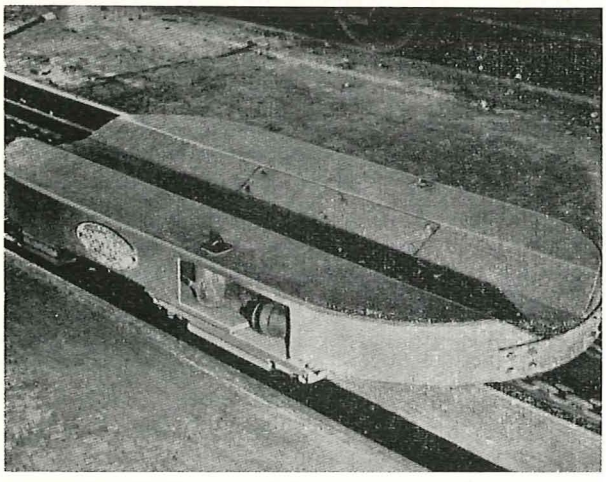


Fig. 35. — Ravanceur « Beetle » pour wagons, avec dispositif d'entraînement rentré.

hydrauliques. Il faut veiller à employer une chaîne de ∅ 26 mm, classe V.

Enfin, comme dernière application, on peut citer les démarrages de convoyeurs blindés. Souvent un seul moteur suffit dans les conditions normales de marche. Mais au démarrage comme aux périodes de « pointe », on doit faire un appel provisoire et court à un moteur auxiliaire, à air comprimé, qui s'adaptera sans difficulté au raccord libre du réducteur, avec accouplement à roue libre pour éviter l'échauffement en cas de fausse manœuvre.

MANŒUVRE TELECOMMANDEE DE WAGONS

Les méthodes traditionnelles de manœuvre des wagons n'arrivent plus à la hauteur du progrès mécanique de l'installation. Le fonctionnement de ces instal-

([8]) Cfr. A.M.B., octobre 1962, p. 1053.

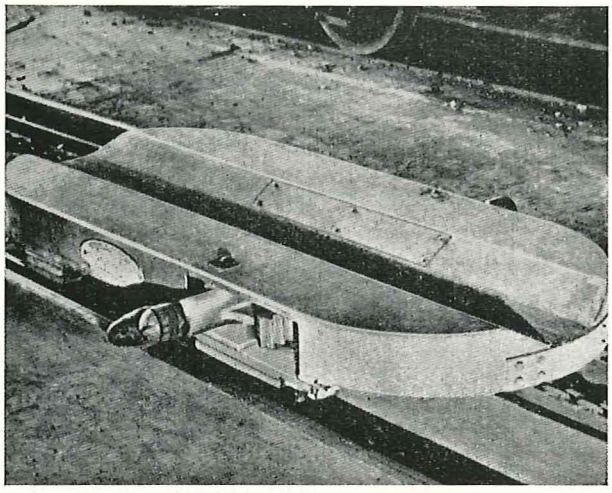


Fig. 36. — Ravanceur « Beetle » pour wagons, avec dispositif d'entraînement sorti.

lations nécessite trop de main-d'œuvre ; elles sont même dangereuses. La firme Strachon et Henshaw, représentée en Belgique par la S.A. Lambrecht de Bruxelles, a mis au point une série de dispositifs pour la propulsion, le freinage ou le contrôle des manœuvres de wagons. De tels dispositifs permettent non seulement de simplifier les installations mais aussi de réduire la surface occupée. Nous décrirons ici sommairement les deux engins les plus intéressants.

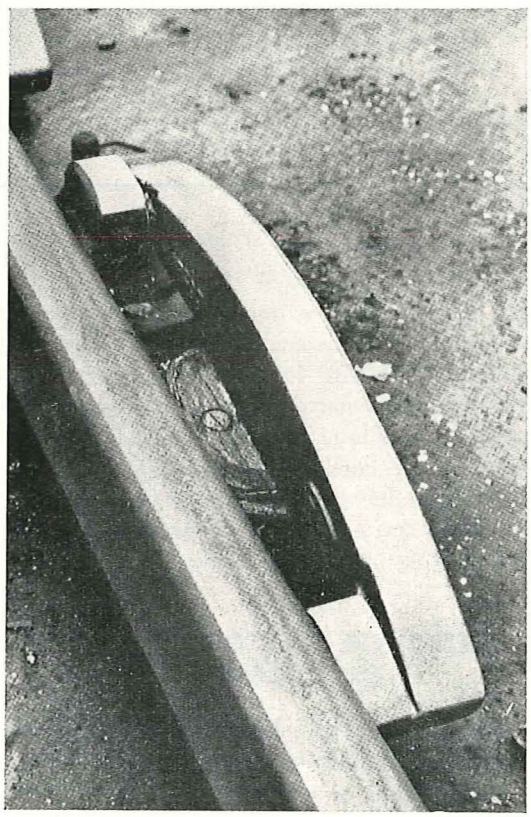


Fig. 37. — Frein hydraulique pour wagons ou berlines. Vue du tampon aval.

I. *Le « Beetle »* (fig. 35 et 36).

Il constitue un ravanceur étudié pour wagons de chemin de fer. Le « Beetle » circule sur une voie séparée, à écartement réduit, installée à l'intérieur de la voie normale. Il est halé par un treuil télécommandé, situé sous le niveau de la voie. Il ne faut plus recourir à une locomotive. Il n'y a donc plus de câbles libres ni d'ouvriers travaillant sur ou près des voies.

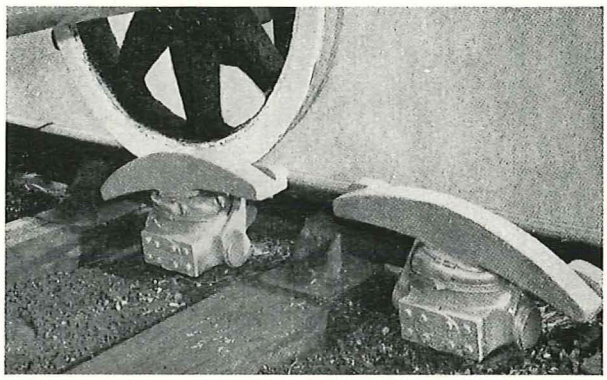


Fig. 38. — Frein hydraulique pour wagons ou berlines. Vue d'ensemble.

Ce « Beetle » circule librement sous les wagons et n'entre en contact avec les roues de ceux-ci que par l'intermédiaire des galets fous du type effaçable. En construction standard, le « Beetle » exerce une poussée de 5 t et agit encore efficacement en courbes de 90 m de rayon. La vitesse de halage varie normalement de 9 à 60 m/min. Le « Beetle » peut encore travailler sur des rampes jusqu'à 15°. La vitesse de rappel peut être portée sur demande à 100 m/min et plus.

II. *Le frein « Hydro brake »* (fig. 37 et 38).

Lorsque la manœuvre des wagons se réalise par gravité, la déclivité doit être suffisante pour que les wagons puissent encore rouler en hiver, compte tenu de ce que certains essieux sont encore graissés et non huilés. Inutile d'ajouter qu'en été, l'accélération devient difficilement contrôlable. L'« Hydro brake » ne saisit pas les roues, mais présente, le long du chemin parcouru par le bourrelet, une paire de tampons en liaison avec un balancier pivotant, disposés de telle façon que l'enfoncement du tampon de tête fasse pivoter le balancier, amenant ainsi le 2e tampon en position relevée. En enfonçant ce dernier tampon, la roue qui passe redresse le dispositif de freinage pour la roue suivante. On fait absorber à l'« Hydro brake » de l'énergie cinétique et ce, d'autant plus que la vitesse du wagon est plus élevée.

Il existe un dispositif spécial télécommandé qui bloque le mouvement pivotant du balancier et le transforme en dispositif d'arrêt. Signalons, en conclusion, que les « Hydro brakes » ont été adaptés au roulage des wagonnets au jour comme au fond.

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 354 Fiche n° **34.408**

G. SCHULZE. Bergbau und Bodenschätze Israels. *Mines et ressources minières d'Israël.* — **Glückauf,** 1963, 24 avril, p. 456/464, 11 fig.

Dans l'état actuel de ses limites géopolitiques, Israël jouit d'une situation minière et de réserves au-dessus de la moyenne. Lorsqu'on aura prospecté ces richesses à l'aide de moyens politiques et de personnel, elles pourront être extraites et utilisées. Le gisement de cuivre de Timma, où déjà le roi Salomon avait eu des exploitations, est très important pour le pays et extraordinairement intéressant (description des mines actuelles). Le gisement de phosphate exploité près d'Oron paraît bien contenir des réserves importantes et l'extraction de la Mer Morte de potassium et de brome par les usines de Sedora paraît bien provenir d'un gisement unique au monde dans son genre. Le pétrole et le gaz naturel du pays sont en relation avec les grands gisements de pétrole du Proche-Orient. L'alimentation en eau potable est vitale pour le pays, son captage fait l'objet de nombreux projets.

B. ACCES AU GISEMENT. METHODES D'EXPLOITATION.

IND. B 115 Fiche n° **34.380**

M. SANYAS. Cimentation en galeries au siège de Merlebach. — **Revue de l'Industrie Minérale,** 1963, avril, p. 315/331, 18 fig.

I à III. L'auteur expose en détails le traitement qu'on a fait subir à un chassage en ferme qui avait recoupé une venue d'eau importante au voisinage d'une faille et qu'on a pu maîtriser par un certain nombre de sondages et même à partir de là avec un bouveau de recoupe ; naturellement ce travail a consommé une quantité importante de ciment (1.257 t) et de cendrées en mélange (298 m^3). Il déduit de cet exemple une méthode générale qui est exposée et dont les titres de chapitres sont :

IV-1. Méthode de traitements à courte distance : avancement avec protection systématique et traitement des cassures aquifères : a) cas de cassures ouvertes en terrains cohérents (emploi de ciment à prise rapide, principe de l'injection de blocage, limite d'injection, principe de la multiplication de trous courts (6 m) au marteau perforateur) - contrôle ; b) cas des cassures à remplissage : techniques

diverses, lavage à l'eau, bourrage des fines cassures par réaction d'échange d'ions et précipitation (Na_2SO_4 + $CaSO_4$ ou Al_2 $(SO_4)_3$) ; c) cassures à grisou (emploi de masques).

IV-2. Traitement des coups d'eau à front (poussardage solide).

V. Barrages à remplissage injecté.

VI. Travaux de franchissement de la faille Saint-Nicolas.

VII. Matériel spécial employé en cimentation : cannes d'injection, malaxeur, pompe, robinet à boisseau, tuyauteries.

VIII. Conclusion : méthodes et appareillage utilisé simples - caractère mineur de travaux ordinaires - succès même en conditions difficiles.

IND. **B 30** Fiche n° **34.356**

M. VAVRO. Concentration des travaux de creusement des voies, bouveaux et chassages dans les charbonnages. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague mai 1961, p. 634/636 (en russe).

A côté de l'incidence d'autres facteurs, la productivité de la main-d'œuvre est dans une large mesure influencée par la concentration des travaux. Le creusement des voies dans les couches minces ou d'ouverture moyenne (celles-ci interviennent pour 5 à 12 % dans la production totale du bassin d'Ostrava) doit s'effectuer selon la méthode conventionnelle ; celle-ci nécessite des tirs de mines séparés et l'évacuation séparée du charbon et des terres. On recherche une amélioration de cette technique en augmentant la longueur des mines ou mieux le nombre de cycles par poste. Par une concentration convenable à front des voies de 9,1 m^2 de section, on a réalisé, déjà en 1957, des avancements journaliers de 10,22 m. A l'heure actuelle, en voie cadrée en profil Z2 (9,9 m^2) l'avancement mensuel atteint 320 m et en profil Z 3 (12,2 m^2), on obtient des avancements de 2 m par poste. Comme équipement mécanique de chargement, on utilise des chargeuses à godets PLM - 5 et NL - 12 - V. A côté du forage et du chargement, il serait nécessaire de mécaniser les autres opérations, en particulier le creusement proprement dit. Dans les couches puissantes de la partie orientale du bassin, on obtient d'excellents résultats à l'aide de la machine à creuser les voies, PK - 3, de construction soviétique ; elle réalise des avancements journaliers de voies variant de 8 à 16 m suivant la dureté du charbon. Dans la concentration des opérations d'abatage du charbon en taille, il s'impose d'abandonner la règle d'un cycle unique par jour et d'adopter celle de plusieurs cycles par 24 heures. Les meilleurs résultats d'abattage dans des couches de 2,3 à 3 m sont obtenus avec les abatteuses-chargeuses à tambour, avec les rabots (d'origine nationale ou étrangère) et avec les scrapers du type KV. Toutes les machines qui procèdent à l'abattage du charbon par courtes passes de coupe présentent un avantage commun lorsqu'elles sont utilisées avec un convoyeur blindé à ripage local ; avec un front libre d'étançons et avec soutènement par bêles articulées et étançons. Des avancements rapides et réguliers exercent une influence favorable sur le comportement du toit. On n'a pas encore trouvé une solution satisfaisante au problème du soutènement mécanisé qui pourtant permettrait, vis-à-vis du soutènement métallique traditionnel, de réaliser une importante économie de main-d'œuvre.

IND. **B 414** Fiche n° **34.416**

X. Note sur le brochage des fronts. — **Publi. du Service des Essais du Bassin de Blanzy,** 1963, 3 p., 3 fig.

Dans l'exploitation de couches de 3 m d'ouverture en plusieurs tranches descendantes et parallèles aux épontes, le soutènement proprement dit s'arc-boute pour suivre l'inclinaison du toit sur plancher souple. Pour soutenir le front, on recourt alors à des étançons verticaux formant V avec les premiers et retenant le charbon par l'intermédiaire d'un plancher. Au début les étançons étaient tous à friction, puis pour la branche arrière des V (portant le toit) on a eu recours à des étançons hydrauliques avec avantage : meilleur rendement, descente régulière du toit. On était fort tenté d'employer aussi des étançons hydrauliques pour la branche verticale avant du V, mais la poussée latérale du charbon les aurait fait flancher. C'est alors qu'on a pensé à brider le front à l'aide de planches ou plutôt d'assemblage de 2 U de 50 mm que l'on retient collés au front par des broches ancrées dans le charbon par la dilatation d'un boyau flexible de 40/25 × 970 mm qui coiffe la broche à fond de trou et que l'on comprime par la traction d'un morceau de câble souple de ∅ 18 × 1125 mm soudé vers l'avant à un bout fileté qui passe dans un morceau de tuyau à gaz 34/26 × 300 mm. Le bout fileté s'attache à une manette de torsion et traverse un écrou calé sur le tube à gaz. Des bouts de U de 50 mm et 400 mm de longueur, soudés des 2 côtés du tube à gaz, assurent une bonne portée. Ces broches reviennent à 633 FB/pièce ; elles se placent et s'enlèvent facilement, il est cependant question de les gonfler avec le liquide des étançons.

C. ABATAGE ET CHARGEMENT.

IND. **C 40** Fiche n° **34.326**

J. BARTOCH. Les perspectives de progrès de la mécanisation au fond des charbonnages. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 334/346, 2 fig. (en russe).

L'histoire des 30 dernières années de l'exploitation charbonnière montre qu'en dépit du développement

de nouvelles techniques et de la mécanisation, le rendement général avec les longues tailles atteint à peine celui de 1938. En analysant les causes responsables de cette stagnation, on trouve que la mécanisation de certaines opérations a donné des économies partielles noyées dans l'ensemble. Seule une mécanisation pratiquement totale de tous les postes grands consommateurs de personnel, conjuguée avec l'automatisation aussi totale que possible, libérera les ouvriers mineurs de la plupart des travaux pénibles et en même temps accroîtra d'une façon notable le rendement général. L'auteur traite ensuite des diverses phases de la mécanisation et de l'automatisation et signale le but final d'un abattage complètement automatique et d'un transport du charbon contrôlé automatiquement. En résumé, électrification complète du charbonnage. En doublant la longueur des tailles et leur avancement, on pourra réduire au quart le nombre des tailles pour une production inchangée. L'auteur reproduit dans un tableau les diverses tâches individuelles de l'abattage, il traite de la même manière le transport, le soutènement, les travaux préparatoires et les divers travaux de surface. Du point de vue scientifique et avec l'expérience actuelle, on peut affirmer que rien ne s'oppose à la mécanisation totale, à une automatisation complète de toutes les phases y compris l'extraction jusqu'à la surface.

IND. **C 4224** Fiche n° **34.438**

A. WILLIAMS. Mechanization of 12 in. to 24 in. seams. *La mécanisation des couches de 30 à 60 cm.* — **Steel and Coal,** 1963, 10 mai, p. 904/924, 15 fig.

Le Durham W. a besoin plus que tout autre bassin des progrès de la mécanisation en petites couches. L'article décrit quelques-unes de ses difficultés et les efforts faits pour les surmonter. Etendue du 6e district : 290 km² - grande longueur des transports, 21 puits servent à l'extraction et 21 descenderies pour une production de 4 1/2 Mt. Réserves 57 Mt dont 23 douteusement exploitables, mais en plus, il y a 116 Mt en couches plus petites que 38 cm. En 1955, le rendement général dans le district atteignait 1 t, la vente 90 1/2 %, le charbon abattu et chargé mécaniquement atteignait 0,9 % (scraper Harmann) dans une couche de 75 cm. Depuis, pas mal d'autres machines ont été utilisées, l'auteur les passe en revue : les pelleteuses à hélice derrière haveuses, l'emploi très élevé de ces machines est dû au fait que les tailles dépassent rarement une vie de 9 mois ; les frais d'installation doivent donc être réduits - inconvénient : exige l'exploitation cyclique avec ses nombreuses heures supplémentaires. Les abatteuses à bras multiples ont peu d'avenir : grande production de fines et de poussières, ruptures de pièces et grande usure. Les rabots-scrapers à chaîne sans guidage ne sont qu'un perfectionnement du Harmann, mais celui-ci utilisait des cylindres pousseurs. Les limites d'emploi du scraper à chaîne sont : le mauvais toit ne supportant pas le front dégagé - la présence de passées de pierres dures en couches, les murs très tendres ; ses avantages sont par contre nombreux : productivité, rendement, faible capital. A ce dernier point près, le Anbauhobel est cependant préférable quand l'ouverture de la couche est suffisante (60 cm et plus). L'article passe en revue les progrès réalisés dans la construction des bacs et aussi des béliers (bacs demi-lune - bacs multi-pics etc...). Enfin, l'auteur donne des détails sur une méthode propre à ce bassin ; les haveuses dos-à-dos : la machine avant have dans le mur et jette le havrit au remblai, la machine arrière abat et charge le charbon sur convoyeur. Emploi dans la couche Victoria - Généralités et discussion.

IND. **C 4232** Fiche n° **31.738III**

V.M. THOMAS et P.J. BECQUE. Control equipment for a remotely-controlled mole miner : the Collins Miner. *Equipement de commande d'une abatteuse-chargeuse à tarière télécommandée : le Collins Miner.* — **The Mining Engineer,** 1963, juin, p. 647/666, 12 fig.

La méthode de travail du Collins Miner est originale. Une tarière sans machiniste coupe en massif vierge jusqu'à 90 m de profondeur, de telle manière qu'elle est contrôlée dans tous les sens à partir d'une station éloignée : dans la voie. La machine doit être orientée verticalement afin de rester au niveau de la couche et latéralement pour conserver un massif porteur suffisant entre deux allées. Des contrôles de protection et des verrouillages sont utilisés pour assurer la sécurité et le rendement, y compris un appareil qui coupe l'arrivée de courant quand la teneur en grisou devient excessive à front. Une description est donnée de ces divers organes créés pour le premier Collins Miner qui est actuellement en période d'essai : circuits de détection pour les connexions intrinsèquement sûres, palpeurs, contrôle de verticalité, vérins régleurs, contrôle optique, connexions du grisoumètre, pupitre de commande, circuits divers de protection.

IND. **C 44** Fiche n° **34.308**

A. ELEKES. Neue Technologien im ungarischen Bergbau.*Nouvelles techniques dans les mines hongroises.* — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 122/133, 6 fig.

Conformément aux chiffres de 1960, les réserves de combustible en Hongrie atteignent : 92 % pour le charbon, 4,3 % pour le pétrole et 3,1 % pour le gaz naturel. Pour 1960, la production de charbon a été de 26,5 Mt, de pétrole : 1,2 Mt et 270 M m³ de gaz naturel. Les sources d'énergie hydraulique sont négligeables. Le charbon hongrois est de formation relativement récente, à faible pouvoir calorifique (3.300 cal) et en conditions de gisement dif-

ficiles ; d'où la nécessité de moderniser les méthodes. Les conditions géologiques exigent 1.000 km de galerie annuellement pour la production actuelle. C'est pourquoi, la machine hongroise de creusement des galeries type F se montre si utile. Alors qu'à l'explosif on n'atteint que 22 cm/hp, avec la F4, on a 1,50 m/hp. Avec 5 personnes, cette machine creuse 550 à 650 m/mois de galerie de 6,2 m² de section. Les couches sont à faible profondeur, entourées d'épontes tendres ; il faut généralement recourir à un bon remblayage, rarement au foudroyage. Les meilleurs résultats sont donnés par le remblayage hydraulique au sable, provenant de carrières du voisinage. On a aussi obtenu de bons résultats des cendres volantes des centrales en éliminant la fraction la plus fine. Les progrès signalés ici et quelques autres ont permis de tripler la production par rapport à 1938.

IND. **C 44** Fiche n° **34.311**

C. HOCHSTETTER. Neue Methoden zur Beschleunigung der Streckenauffahrung. *Nouvelles méthodes pour l'accélération du creusement des galeries.* — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 170/181, 10 fig.

Pour bénéficier des avantages de production et rendement dus à la mécanisation des chantiers, il faut assurer un creusement rapide des galeries, spécialement quand on emploie la méthode rabattante.

D'après Rauschenback, le creusement des préparatoires et galeries en couches absorbe 14 % de la main-d'œuvre fond et surface, soit environ 25 % du fond. Ces dernières années, le forage roto-percutant, les lourds jumbos américains, mais aussi l'échelle suédoise et surtout les perforateurs semi-lourds sur béquilles ont fait progresser les avancements et effets utiles, le tir à milliseconde et le bourrage perfectionné font aussi gagner temps et argent.

Dans une direction différente, on ne doit pas négliger le creusement mécanique de voies en charbon et en roche, le premier surtout étant avantageux, telles la machine Bata tchécoslovaque ou la Wohlmeyer autrichienne, celle-ci pouvant atteindre un avancement horaire de 3,50 en charbon et 1 à 2 m en roche tendre. Autres machines américaines à signaler : le mineur continu Joy, la Marietta et aussi les machines hongroises F4 et F5 qui peuvent abattre séparément charbon et pierre. Autres encore : la PK3 des Soviets et PKG2 ainsi que l'autrichienne OeSTV. En roches très dures, une machine américaine à taillants tournants serait sur le point de creuser des galeries de 3,60 m de diamètre. Le choix de machine ou du tir dépend des conditions locales. En cas de minage, l'organisation du chantier et l'évacuation rapide des fumées peuvent amener des avantages importants.

IND. **C 5** Fiche n° **34.317**

G.P. NIKONOV. Quelques problèmes de l'abattage hydraulique au fond. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 253/254.

L'auteur complète par quelques remarques les communications du Pr. Borecki et de Mr Li-sho-E. Bien que l'hydromécanisation de l'abattage soit encore dans l'enfance, des applications en ont été faites dans le Kuznetz et le bassin du Donetz qui ont montré que son emploi est souvent avantageux, mais qu'il reste beaucoup à faire. L'Institut des Mines de l'Académie des Sciences d'U.R.S.S. procède à des recherches extensives dans les méthodes et les équipements. Une autre voie de recherche est la diminution de la résistance des piliers par longues mines avec bourrage propulsé. Un des avantages revendiqués par l'hydroabattage est l'extraction continue et dans plusieurs cas l'absence de soutènement. Jusqu'à présent on a marché avec des pressions de 30 à 40 atm, actuellement des essais font varier la pression de 20 à 1500 atm avec des épaisseurs de jet de 1,5 à 40 mm. On étudie la consommation d'eau, le havage à haute pression des anthracites, le transport hydraulique à partir de la taille, liquides denses, etc...

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTENEMENT.

IND. **D 1** Fiche n° **34.147**

F.H. ESSER. Modellversuche zur Gebirgsmechanik mit einer Zentrifuge als Belastungsinstrument. *Dans les recherches sur modèles de mécanique des roches : emploi de charge artificielle par engin centrifuge.* — **Glückauf,** 1963, 10 avril, p. 388/394, 13 fig.

Dans l'étude des pressions de terrains, les recherches sur modèle ont pour but de déterminer et d'illustrer l'état de tension et ses modifications dans le voisinage des excavations minières. Ceci a une très grande importance pour préciser l'évolution des pressions et déformations en relation avec le soutènement. L'emploi de la force centrifuge pour simuler la gravité a l'avantage d'être aisément réglable en amplitude, elle présente aussi ses difficultés, notamment il faut caler l'ensemble à essayer jusqu'à ce que la vitesse de rotation lui ait donné une valeur suffisante pour la stabilité. Les premières recherches sur le sujet ont pour auteur Bucky P.B. et A.L. Fentress (1934 : cf. biblio). L'article expose les principes de la méthode développés par Panek L.A. (cf. 5.470 - D 1). On peut simplement écrire :

$$B_m = \frac{1}{S} B_n \text{ et } W_m = S \frac{E_m}{E_n} W_n$$

où m et n sont les indices relatifs au modèle et à la nature, S est l'échelle modèle-nature, B est la largeur de galerie, W la densité de la matière. Soit A le quotient de la force centrifuge par la pesanteur :

$$(W_m) \text{ effec.} = AW_m \text{ et } A = \frac{m\,v^2}{m\,g\,R} = \frac{4\,\pi^2\,R\,n^2}{g}.$$

Le schéma d'une installation est donné ainsi que des détails de réalisation. L'étude optique des tensions a jusqu'à présent été développée, la méthode stroboscopique n'étant guère applicable vu l'épaisseur des modèles mais certaines résines utilisables en optique prennent la consistance du caoutchouc quand on les élève à une certaine température, elles se déforment sous l'action des charges et conservent la déformation si on les refroidit avant l'arrêt ; des difficultés subsistaient pour maintenir la température pendant la mise en marche ; en Afrique du Sud on place un dispositif de chauffage, à Chicago on a découvert une résine spéciale la Araldite 502 en mélange avec le dibutylphtalate et un durcisseur. Description de quelques recherches et résultats.

IND. **D 1** Fiche n° **34.443I**

P.B. ATTEWELL. Dynamic fracturing of rocks. *Fracturation dynamique des roches.* — **Colliery Engineering,** 1963, mai, p. 203/210, 9 fig.

La connaissance exacte de la résistance des roches est de grande importance dans certaines opérations minières. Les roches sont caractérisées en général par une grande résistance à la compression, mais se rompent beaucoup plus facilement à l'extension. C'est le cas des céramiques et bétons, c'est pour leur adjoindre une résistance à l'extension qu'on arme ces derniers. Pour mesurer la résistance à l'extension, on a souvent utilisé des échantillons en forme d'haltères : les résultats sont peu concordants et ne conviennent pas pour les sollicitations dynamiques. L'auteur expose comment il a exploré les phénomènes dynamiques au moyen de carottes de roches de 1 pouce de diamètre et de longueurs variées, grandes par rapport au diamètre de ces carottes parfaitement cylindriques. Cette carotte suspendue horizontalement à deux cordes de piano se bute à une extrémité à un court cylindre d'acier dur avec joint soigné et graissé légèrement, le tout étant calé par un court cylindre en acier bien ajusté. A l'autre extrémité, il y avait simplement un manchon avec couvercle portant une jauge de contrainte. Une (ou plusieurs) autre jauge de contrainte enregistre les pressions à des distances régulières. A l'extrémité libre, on fait exploser un détonateur dans une enveloppe de polythène et billette en P.V.C. Lors de l'explosion, il se produit une onde de pression qui se réfléchit à l'extrémité et revient sous forme d'onde de tension. Si u est le déplacement d'une particule, sa vitesse $= \frac{du}{dt}$ et la tension $\sigma(t) = \rho \frac{Co}{2} \frac{du}{dt}$ où σ est la densité de la roche, Co la vitesse ondulatoire de la roche, d'autre part on a aussi $\sigma(t) = E \frac{\delta r}{\nu r}$ où δr est la contraction ou la dilatation de la barre (de rayon r), E est le module de Young et ν est le coefficient de Poisson. Le mouvement d'onde a été décrit par Rinchart et Pearson (1954). Ici des amplifications et des oscillations ont permis d'enregistrer ces ondes qui sont reproduites pour diverses sortes de roches : granodiorite, dolerite, grès de Darley Dale, grès Pennant, grès calcareux, anhydrite, marbre de Carrare, psammite Beer. Analyse de la fracturation.

IND. **D 21** Fiche n° **34.188**

X. Principles of subsidence engineering. *Principes de génie civil en matière d'affaissements miniers.* — **National Coal Board, Inform. Bulletin,** 63/240, 27 p., 35 fig.

La brochure résume les connaissances acquises dans le domaine des affaissements de la surface du sol et dégâts aux constructions, à la suite des exploitations souterraines : propagation des lignes de cassures des terrains au-dessus des excavations souterraines, angle avec la verticale ; influence de la largeur du panneau déhouillé et de la profondeur sur les profils d'affaissement à la surface ; influence de l'épaisseur de la couche déhouillée et du remblayage. Affaissement partiel, lorsque la surface critique n'est pas atteinte, c'est-à-dire, la surface d'exploitation correspondant à un rapport largeur/profondeur assez petit. Profil d'affaissements : leur allure, effets de l'inclinaison des bancs de roches, mouvements horizontaux dus aux affaissements, relations entre les déformations et les affaissements avec la profondeur, le facteur temps dans les affaissements, les dommages causés et les précautions à prendre : types de lézardes aux constructions ou de déformations de tuyauteries enterrées, caractéristiques de dommages à la surface : extension ou compression. Effets des sols non homogènes. Dommages analogues aux dégâts miniers mais dus à d'autres causes : pluies, vices de construction etc... Précautions de construction à prendre dans la construction. Méthodes d'exploitation à recommander.

IND. **D 2222** Fiche n° **34.344**

V. SIBEK. Recherche sur la portance des murs. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 599/602, 5 fig. (en russe).

La résistance des murs a une grande importance, particulièrement dans les exploitations par longues tailles. Des mesures ont été effectuées avec l'appui de l'Institut des Mines de l'Académie des Sciences

de Tchécoslovaquie, sur des murs à intercalations charbonneuses de résistances à la compression diverses comprises entre 50 et 90 kg/cm² et une portance avant poinçonnage de 20 à 60 kg/cm². Sous les étançons on avait disposé des plateaux de diverses formes et sections. Une dispersion importante dans les résultats a été observée (parfois plus de 100 %) à des étançons voisins, elle est due surtout au facteur temps, aux irrégularités du mur, au contact plus ou moins parfait de la plaque de base, à l'humidité du mur. Des observations, on peut déduire : 1) le soutènement de la taille (portance nominale, densité d'étançons, dimensions des plaques de base) doit être prévu pour que la pression qui est transmise du soutènement au sol ne dépasse pas 50 % de la résistance déterminée du sol. 2) Les semelles doivent être circulaires et ne pas dépasser 1200 cm². Si la charge spécifique de sol dépasse ainsi la valeur de la résistance spécifique admise pour le mur, il faut multiplier les étançons. 3) Il est possible d'améliorer la portance du mur et l'influence de l'excentricité en intercalant les semelles entre la plaque de base et le mur. 4) Pour les mesures de portance des murs, il faut utiliser une telle technologie et choisir un type d'étançons tel que les plaques de bases aient au moins 50 à 100 cm².

IND. **D 2223** Fiche n° **34.152**

J.M.A. RIJKEN. Mogelijke maatregelen ter verbetering van de ondersteuningssituatie rond en in een galerij waarlangs afbouw plaats vindt. *Mesures possibles en vue de l'amélioration de la situation du soutènement autour et dans une galerie le long de laquelle se déroule une exploitation.* — **De Mijnlamp,** n° 3, n° spécial, 25e anniversaire de sa fondation (1938-1963), p. 143/146, 7 fig.

L'auteur ne traite que les voies d'exploitation de tailles en plateure, foudroyées, du Bassin du Limbourg hollandais. D'une façon quasi générale, le soutènement métallique de ces voies est réalisé par cadres rigides de forme trapézoïdale. L'article analyse les mouvements de terrains autour d'une voie, consécutifs à l'exploitation en tant que causes des dégradations des éléments du soutènement. Il passe alors en revue les méthodes, les dispositions, les moyens mis pratiquement en œuvre pour : 1°) maintenir les galeries en dehors de la zone de fracturation du toit et 2°) reporter les cassures du toit, dans la taille, en dehors de la galerie : soutènement coulissant du côté amont-pendage de la voie en couche - des 2 côtés en roche - soutènement Uspurwies. Des exemples pratiques illustrent l'interprétation des faits.

IND. **D 34** Fiche n° **34.172**

G. BRUX. Le procédé Colcrete en Allemagne. — **L'Equipement mécanique,** 1963, mars-avril, p. 57/60, 7 fig.

Le procédé Colcrete, d'origine anglaise (1936), consiste à remplir des vides par un mortier spécial « le Colgrout » à base de lait de ciment colloïdal fabriqué par un malaxeur spécial à grande vitesse de rotation, avec du sable. Ce mélange présente la particularité de ne pas se mélanger à l'eau si la vitesse de celle-ci ne dépasse pas 1,30 m/s. Très fluide, très résistant et très imperméable après mise en place et prise. On l'emploie pour remplir les vides d'agrégats pierreux, généralement sous l'eau ou par projection (colgunite) avec un malaxeur différent, à rouleau et refoulement par pompes, ou enfin par injection. L'article décrit les principales utilisations, le matériel de fabrication, les malaxeurs Colcrete à deux tambours, à un tambour, et à rouleau, dont les caractéristiques sont différentes pour leurs applications particulières.

IND. **D 47** Fiche n° **34.325**

W.J. ADCOCK. Technological developments with special reference to modern roof supports and their automation. *Progrès technique spécialement dans le domaine du soutènement moderne et de son automatisation.* — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p 320/333, 8 fig.

La mécanisation de l'abattage ne pouvait s'accommoder d'une progression manuelle du soutènement. Les abatteuses-chargeuses électriques demandent un soutènement facile à déplacer et capable de suivre la marche de la machine. A cet effet on utilise presque exclusivement le soutènement hydraulique et de là au soutènement marchant il n'y avait qu'un pas. Le premier de ce type est le soutènement Gullick qui est décrit. Il s'est bien comporté avec l'Anderton et le Trepanner et depuis peu on l'a muni d'un dispositif à basse pression pour l'adapter aux petites passes nombreuses des rabots. En 1954, la firme Dowty a mis le Roofmaster sur le marché, il est décrit. Les 2 systèmes reposent sur des principes très voisins. Le 3e type anglais est le Dobson Double Two qui est surtout utilisé avec l'Anderton et le rabot ajouté. L'expérience acquise et les problèmes soulevés par le soutènement marchant sont esquissés. Depuis 1957, des travaux sont en cours pour substituer la télécommande au contrôle manuel, des soupapes de télécontrôle sont déjà aux essais ; il s'agit sans nul doute d'un très grand progrès et d'une contribution importante à la concentration du travail en taille, le prix élevé sera compensé par une série d'autres avantages.

IND. **D 47** Fiche n° **34.151**

MIJNSCHOOL HEERLEN. Wandelondesteuning op de Steenkolenmijnen Willem-Sophia. *Soutènement marchant à la mine Willem-Sophia.* — **De Mijnlamp,** n° 3, n° spécial du 25e anniversaire de sa fondation, p. 139/143, 7 fig.

Compte rendu de la visite effectuée en décembre 1962 par un groupe d'élèves de l'Ecole des Mines de Heerlen. I. Généralités sur la mine Willem Sophia. II. Caractéristiques de la taille visitée dans la couche Finefrau A. Ouverture 0,56 m, longueur de taille 275 m, inclinaison selon front de taille de + 11° à pied midi à + 4° à pied nord, méthode d'exploitation : taille chassante rabattante, abattage par rabot. Soutènement marchant Westfalia. Avancement journalier 3,4 m à 4 m/jour en 2 postes d'abattage. Personnel en taille par poste : 20. Total par jour : 60. III. Description sommaire du soutènement marchant Westfalia : a) pompe hydraulique et schéma des circuits hydrauliques - le bloc soupape de commande, b) les cadres et étançons. IV. Voies d'accès du chantier - transport du matériel.

IND. **D 54** Fiche n° **34.312**

P. CHARDON. Remblayage hydraulique en chambre unimontante dans les exploitations du Forez du Commissariat à l'Energie Atomique. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 183/199, 11 fig.

Le gisement filonien des Bois Noirs, exploité pour l'uranium par le C.E.A., se présente sous forme d'un ou plusieurs filons à pendage très élevé (70° - 80°) et à puissance variable (1 à 10 m). Les épontes sont constituées par des granites plus ou moins broyés par les mouvements tectoniques. Une couche argileuse de 0,10 à 1 mètre sépare souvent le filon des épontes, le long des failles qui délimitent les zones minéralisées. Le filon à gangue quartzeuse est généralement sain et compact. La mauvaise qualité des épontes a rendu obligatoire une méthode par remblayage. Il était impossible, par exemple, de penser à une méthode par sous-niveaux foudroyés, ou par chambre magasin, le salissage eut été excessif.

Ce fut donc la méthode par chambre remblayée avec tranches horizontales qui fut choisie, le remblai étant constitué aux débuts de l'exploitation par des stériles culbutés en amont de la chambre dans un montage, et mis en place à l'aide d'un racleur.

Par la suite, il fut décidé de traiter le minerai sur place. Le minerai broyé est envoyé sous forme de pulpe à une usine chimique qui renvoie les sables une fois le traitement achevé. Nous avons ainsi un matériau idéal pour un remblayage hydraulique. Les premiers mètres cubes de sable furent mis en place en avril 1960.

IND. **D 64** Fiche n° **34.353**

V. BENDA. Cintres en béton, de type lourd, pour soutènement de voies. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 626/629, 2 fig. (en russe).

Pour le soutènement des galeries principales de mine, présentant un caractère permanent de durée, ou établies en terrains soumis à un régime sévère de pression, on utilisait jusqu'en ces derniers temps, soit le revêtement continu en béton monolithe, soit les cintres circulaires complets en claveaux en béton. Les inconvénients de ces 2 systèmes sont suffisamment connus. L'article décrit les caractéristiques d'un nouveau mode de soutènement utilisé en U.R.S.S. et destiné au revêtement des voies soumises à des fortes sollicitations des terrains. Il consiste en cintres, fabriqués en surface, formés de 4 segments dont l'assemblage réalise une circonférence. Section transversale normale du segment : 33 cm × 14 cm - béton de haute résistance contenant une armature longitudinale et transversale. La manutention et la mise en place au fond s'effectuent par voie mécanisée. Entre 2 cadres consécutifs, on laisse un intervalle de 4 cm qui est comblé par la suite par un ciment à prise rapide. Le garnissage et le remplissage du vide situé entre le terrain et l'extrados des cintres s'effectuent en deux phases : 1) remblayage à l'aide de pierres ; 2) projection d'un mortier plastique de remplissage (ciment + sable + chaux hydraulique + cendrées de chaudières). L'injection se fait sous une pression de 10 atm et la composition du mortier est étudiée pour donner un retrait minimum. Les avancements maximaux, avec ces cintres, ont été obtenus à la mine Cigel, où avec une section utile de voie de 3,7 m de diamètre en 22 jours de travail, on réalise 65,50 m. Les performances de pointe atteignirent 4 m/jour avec une équipe de 6 hommes/poste qui effectuait 1 cycle par poste comprenant, en plus de la pose du soutènement, le forage, le minage et le chargement des produits à l'aide d'une chargeuse à chaînes à raclettes.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS.

IND. **E 1320** Fiche n° **34.184**

H. HEPBURN. Installation and subsequent testing of a plate conveyor. *Installation et essais de vérification après service d'un convoyeur à écailles.* — **The Mining Electrical and Mechanical Engineer,** 1963, avril, p. 273/279, 8 fig.

Au charbonnage d'Arniston (Ecosse) un problème difficile se posait concernant le transport de 200 t/h de charbon tout-venant par un plan incliné de 3 m × 2,40 m de section, 900 m de longueur et une pente moyenne de 40 cm/m. Ce débit auquel

s'ajoutait un autre de 170 t/h devait ensuite remonter 300 m par un plan incliné de 3,60 m × 2,40 m, pente 33 cm/m. Deux tournants de 90° étaient compris dans ce transport. On a recouru à la mise en service de deux convoyeurs de 540 mm et un de 800 mm, avec 3 têtes motrices intermédiaires pour chacun de ces convoyeurs à écailles. L'installation a duré 7 semaines. Après 18 mois de fonctionnement, on a constaté de nombreuses ruptures de maillons plats des chaînes motrices de convoyeur et toute une campagne de recherche a été entreprise pour étudier à fond le phénomène. La corrosion, la fatigue, les vibrations, la répartition défectueuse des efforts interviennent concurremment dans la rupture des maillons. Des essais systématiques ont été pratiqués avec des jauges de déformation électriques. La description détaillée de ces essais est fournie avec leurs résultats et les intéressantes conclusions qui en découlent. Le problème important de la lubrification des convoyeurs à écailles a également été étudié et une installation de graissage des rouleaux en marche par pompe automatique est décrite.

IND **E 1321** Fiche n° **34.200**

X. Kurvengängige Stahlgliederbänder in der Streckenförderung. *Transporteurs curvilignes à tabliers métalliques utilisés dans les galeries de transport.* — **Fördern und Heben,** n° spécial Foire de Hanovre, 1963, p. 245/250, 14 fig.

De nos jours, on utilise de préférence des transporteurs continus dans les voies de taille des exploitations houillères. Les convoyeurs à tabliers métalliques, du type curviligne, présentent l'avantage de s'adapter au mieux au tracé des galeries sinueuses et à pente descendante ou ascendante. Ceci permet de n'avoir besoin que d'un seul transporteur, tandis qu'avec les transporteurs rectilignes, il faut en assembler plusieurs pour assurer l'évacuation des matières dans la galerie d'extraction. Les convoyeurs curvilignes, à faible rayon de courbure, peuvent également être installés pour sortir d'une galerie à angle droit, ce qui procure une possibilité supplémentaire d'acheminer le charbon au moyen d'un seul transporteur. Une comparaison entre les frais d'un convoyeur curviligne de 495 m et 310 m de longueur et ceux de 4 transformateurs rectilignes assemblés, requis à la place du premier, montre de manière probante que le transporteur curviligne est d'un fonctionnement plus rentable et meilleur marché, du fait qu'il ne comporte aucun point de transfert des matières et ne nécessite ainsi qu'un personnel réduit.

IND. **E 414** Fiche n° **34.155**

M.A.J. van BODEGOM. Meervoudige kabelophanging in het schachtvervoer. *Suspension multicâble pour l'extraction.* — **De Mijnlamp,** n° 3, numéro spécial 25e anniversaire de sa fondation (1938/1963), p. 158/161, 9 fig.

L'article décrit le mode de suspension de cage d'extraction à câbles multiples (câbles clos) utilisé aux Mines d'Etat du Limbourg. L'extrémité du câble est attachée à l'appareil de suspension par un socket-douille dont l'intérieur, de forme conique, reçoit l'extrémité recourbée du câble, calée par une coulée de métal blanc. L'appareil de suspension proprement dit comprend : une partie solidaire du câble, l'autre partie solidaire de la cage et un assemblage des deux à l'aide d'un pivot : celui-ci, en immobilisant la position relative de ces deux parties, réalise la longueur et la tension du câble d'extraction adéquates. La partie supérieure de l'appareil à suspension est constituée de 2 tirants verticaux percés, de 200 en 200 mm, de trous destinés à recevoir le pivot ; le déplacement du pivot d'un trou au suivant permet donc un réglage « grossier » à 200 mm près. A l'extrémité inférieure de l'appareil de suspension se trouve une espèce de boutonnière dans laquelle coulisse le support du pivot : la position de ce support dans la boutonnière est variable et réglée à volonté en agissant sur le nombre et l'épaisseur de blocs intercalaires ; cette disposition permet d'effectuer à 1 cm près le réglage « fin » de la longueur de suspension. Parmi ces blocs intercalaires, on place un dynamomètre.

IND. **E 440** Fiche n° **34.393**

X. Wire rope and fittings. *Les câbles en acier et leur équipement.* — **Coal Age,** 1963, avril, p. 102/116, 16 fig.

Article constituant un véritable guide pour les utilisateurs de câbles en acier : terminologie - fabrications - compositions - calibrage - choix des câbles en vue de leur emploi - conditions à imposer lors de la commande. Mise en service des câbles : transmission du câble d'une bobine à un tambour - mode de déroulement. Méthode à suivre pour couper un câble et fretter le bout. Engins connexes aux câbles : tambours, poulies à gorge, rouleaux, dimensions à respecter. Enroulement des câbles des tambours : mode d'opération pour obtenir un enroulement correct. Pattes de câbles, œillets, crochets, étriers, glands, assemblages divers. Recommandations pour l'emploi des câbles - coefficients de sécurité - entretien des câbles - lubrification - dispositifs de graissage - inspection des câbles - types de rupture des fils - renseignements divers.

IND. **E 444** Fiche n° **34.410**

DUEWELL. Neubearbeitung des Normblattes DIN 21254 « Technische Lieferbedingungen für Förderseile ». *Révision de la norme allemande 21254 relative aux conditions de fourniture pour câbles d'extraction.* — **Glückauf,** 1963, 24 avril, p. 468/470.

Cette norme établie en vue, tant de la sécurité que de l'économie, a été publiée en 1938 et appliquée à de nombreux autres cas d'utilisation. Au cours de ces 25 dernières années, la fabrication des fils et des câbles a profité des progrès importants de même que les procédés d'essai de sorte qu'une révision de l'ancienne norme s'indiquait. La nouvelle norme est divisée en 8 chapitres dont l'article donne les principales modifications. Ils sont relatifs à : 1) le domaine d'application ; 2) les données à présenter au fournisseur ; 3) la définition de quelques expressions de la technique des câbles ; 4) les caractéristiques des fils et des câbles ; 5) les essais des câbles et des fils ; 6) des garanties ; 7) les particularités de quelques essais ; présence d'acide dans les garnitures, expression de la vaseline etc. ; 8) tableaux modèles des caractéristiques à fournir avec les câbles et des caractéristiques à l'enlèvement des câbles.

IND. **E 46** Fiche n° **34.352**

Z. KAWECKI et J. WALEWSKI. Die neue fortschrittliche Lösung eines Hauptschachtfüllortes des Verbundkohlenbergwerkes bei der täglichen Gewinnung CA 20.000 T. *Conception moderne d'un envoyage de puits d'une capacité d'extraction journalière de 20.000 t.* — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 622/625, 2 fig., 2 tabl.

En plus de l'échelle colossale de la production, la caractéristique essentielle de ce charbonnage résidait dans le fait que toute l'extraction devait s'effectuer à un seul étage. Dans une telle mine, le transport des produits, particulièrement le transport au fond, son organisation et ses modes acquièrent une importance primordiale. Le projet décrit fut l'œuvre des auteurs en collaboration avec MM. T. Korczak et J. Wasik. Il était conçu pour une production de 20.000 t/jour à extraire à un seul niveau. Le projet diffère des exploitations conventionnelles par les aspects suivants : 1) la capacité d'extraction du puits est 3 ou 4 fois supérieure à la normale ; 2) un circuit unique et simple du parcours des wagonnets ; 3) une grande amélioration des paramètres techniques et économiques ; 4) une sécurité adéquate. Dans le projet relatif au fond, nous avons mis en application les principes qui suivent : 1) accès à l'envoyage du puits par 2 directions opposées ; 2) transport au fond par des wagons de 5 t de capacité, tractés par locomotives et vidés par basculage sans décrochement ; 3) transport du personnel, du matériel et autres matières dans des wagonnets de 2,5 t ; 4) puits principal d'extraction équipé de skips ; 5) puits auxiliaires pour la descente du personnel et la desserte ; 6) vidange des chariots pleins dans une trémie au voisinage du puits, sans que la rame ne stoppe et sans décrochage des wagons ; 7) aucun arrêt des rames ni des locos au voisinage de l'envoyage ; 8) centrale de Dispatching réglant tous les transports. Les rames de wagons traversent le contour du puits, avec retour à un autre district. Un convoyeur transfère le charbon de la tour d'emmagasinement aux poches de skips. Nomogrammes et tableaux des résultats.

IND. **E 48** Fiche n° **34.345**

A.G. FROLOW. Système de transport hydraulique de charbon et de stériles au moyen d'une tuyauterie sans transbordement. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 603/606, 5 fig. (en russe).

Une augmentation de la rentabilité de l'exploitation peut être réalisée principalement des deux façons suivantes : 1) par une amélioration des méthodes actuelles de préparation et d'exploitation des chantiers, ainsi que par l'application de la mécanisation et de l'automatisation ; 2) par l'utilisation de procédés entièrement nouveaux pour l'abattage et le transport des produits abattus : charbon et stériles. En U.R.S.S., on a développé de nouveaux systèmes qui reposent sur une conception totalement nouvelle du transport depuis le chantier de production jusqu'à la surface par l'intermédiaire du puits. Il s'agissait de mettre au point un système capable de transporter les produits sans transfert. A la suite des résultats obtenus au cours de recherches expérimentales, on vient d'équiper, en U.R.S.S., 5 charbonnages à l'aide de ce système de transport hydraulique fonctionnant, d'une part, pour mettre en surface les produits abattus par voie sèche conventionnelle et, d'autre part, pour amener de la surface vers les chantiers, les matériaux destinés au remblayage. L'alimentation de la tuyauterie de transport peut se faire, soit d'une façon continue, soit d'une façon discontinue. Dans le premier cas, l'Institut des Mines a mis au point un distributeur à cellules avec vis sans fin (hélicoïdale) qui débite dans les tuyauteries à eau sous pression de 100 - 120 atm. Ces cellules sont facilement transportables et leur encombrement réduit permet de les installer dans n'importe quelle voie existante. On en construit actuellement pour des pressions d'eau de 30 à 120 atm et pour des extractions horaires de matières jusqu'à 120 t. Plusieurs unités peuvent être mises en parallèle si l'on veut obtenir des débits horaires pouvant atteindre 600 t. Les cellules de distribution à régime intermittent des types AZV1 et 2KQ300 sont utilisées pour l'amenée en place des matériaux de remblayage des tailles ; ceux-ci sont généralement calibrés à 120 mm. Il existe à l'heure actuelle plus de

10 modèles de distributeurs en service dans les mines soviétiques. Toutefois, les types à chambres (à alvéoles) à fonctionnement cyclique s'avèrent plus efficaces que ceux à vis d'alimentation. On est encore loin d'avoir épuisé toutes les possibilités d'économie.

IND. **E 54** Fiche n° **34.149II**

W. BREYER. Fernwirktechnik im Grubenbetrieb (II. Teil). *Technique de la commande à distance au fond de la mine (2e partie).* — **Bergbau,** 1963, avril, p. 123/135, 32 fig.

L'auteur continue l'énumération des principales installations de téléphonie réalisées dans le cadre de la surveillance, du contrôle et de la commande à distance dans les mines. Pour chacune d'elles, il donne la description du matériel électrique utilisé, le principe du fonctionnement et le champ d'application. Il cite notamment : 1) Tableau central en surface, réalisant l'analogie du réseau souterrain du roulage, avec indication des positions des locos, des signaux de voies - moyens utilisés pour la transmission des renseignements. 2) Téléphonie au fond : a) poste installé sur locomotive réalisant la liaison téléphonique loco - station de dispatching et vice-versa - b) dispositions spéciales pour trains de transport de personnel - c) exploitation automatique du réseau de roulage du fond - d) téléphonie dans les cages en mouvement le long du puits - e) installation de concassage des terres entièrement automatique - f) installation de sécurité pour l'exhaure automatique.

IND. **E 54** Fiche n° **34.146**

K. WEISE. Möglichkeiten und Grenzen bei der Auswertung der Anzeigen von Grubenwarten. *Possibilités et limites de l'utilisation du télécontrôle.* — **Glückauf,** 1963, 10 avril, p. 378/387, 21 fig.

Dans les circonstances actuelles, les mines allemandes s'efforcent d'atteindre la perfection dans la régularité de fonctionnement. Outre les études d'organisation, au cours de ces 7 dernières années dans diverses mines allemandes, on a installé des tableaux de télécontrôle. L'article décrit les procédés les plus favorables à la signalisation et à son utilisation, selon l'importance, les dispositions et les conditions spéciales. Chacun aura besoin d'une installation spéciale : indication de marche, signalisation des arrêts pour insertion dans les rapports mensuels, contrôle de l'exhaure, l'électricité, la ventilation. A titre d'exemple, l'auteur décrit et représente les tableaux téléindicateurs des mines associées Anna I/II ; les tableaux synoptiques des mines : Camphausen - Franziska, Emscher-Lippe, Franz Haniel, Jacobi et Monopol Bergwerks-Gesellschaft.

IND. **E 6** Fiche n° **34.417**

X. Nouvelle méthode pour la descente des grands bois au puits Flotard de l'exploitation Montrambert. — **Publ. des Houillères du Bassin de la Loire,** 1963, 2 p., 10 fig.

Le puits Flotard est le puits de service de Montrambert, la cage a environ 2,55 m × 2,88 m × 4 m de hauteur. Elle a 2 étages à 2 berlines de front. On met en berlines les bois jusque 2,20 m de long. Pour les plus grands bois jusque 3,30 m, une articulation est prévue à mi-hauteur de la cage de sorte qu'on peut rabattre le plancher vers le bas. Les longs bois sont allongés sur un chariot à bois et emballés à 20 cm des 2 extrémités par des chaînons types, de bouclage facile et sûr. Le char à bois est avancé à l'entrée de la cage de telle sorte que la botte de bois s'arrête à une distance égale à la demi-épaisseur de la botte. L'autre extrémité de la botte est alors soulevée grâce à un treuil installé à demeure du côté opposé à l'encagement et hors du gabarit du puits. La botte de longs bois soulevée quitte le chariot et s'appuie contre le palier de cage abaissé. La cage peut tenir ainsi 4 bottes d'une épaisseur convenable. Au fond de la mine un treuil est aussi installé à demeure pour faire la manœuvre inverse. Des poulies de renvoi sont naturellement installées aux endroits voulus. La méthode exposée permet de descendre 4 bottes en 20 min, soit à la cadence de 12 m^3/h pour des bois de 3,30 m. Vue des chaînons avec barre de blocage.

IND. **E 6** Fiche n° **34.153**

I. GODERBAUER. Secundair vervoer. *Transport secondaire.* — **De Mijnlamp, n° 3,** numéro spécial, 25e anniversaire de sa fondation (1938-1963), p. 147/153, 5 fig.

Après avoir donné une définition du transport secondaire, l'auteur examine en particulier la question du transport de matériel au puits Orange Nassau II. Spécialement important et onéreux, puiqu'il nécessite 6,5 hommes aux 100 t. L'allègement de cette charge constitue un des soucis majeurs de la direction. L'article passe en revue les modes usuels de transport de matériel et pour chacun d'eux en donne les caractéristiques, le champ d'application, l'économie, les avantages et inconvénients. Il cite entre autres : a) les wagonnets de mine - traction à un seul treuil et à double treuil, traction avec Koepe ou treuil à tambour ; b) transporteur à bande ; c) bac traîneau - sur rails - sans rails ; d) transport monorail (rail rigide) - traction des wagonnets suspendus par câble ; e) transport sur câble porteur, avec câble tracteur, câble porteur fixe, système Abel - câble porteur mobile, système Lasso ; f) automobiles. L'auteur estime que les solutions d'avenir à Orange Nassau II sont le monorail (dirigé électroniquement, brevet Scharf) et le tracteur automobile.

F. AERAGE. ECLAIRAGE. HYGIENE DU FOND.

IND. **F 40** Fiche n° **34.406**

K. SCHULTE. Schwerpunkte der Staub- und Silikosebekämpfung in westdeutschen Steinkohlenbergbau. *Centre de gravité de la lutte contre les poussières et la silicose dans les mines de charbon de la République Fédérale.* — **Glückauf,** 1963, 24 avril, p. 429/439, 16 fig.

L'auteur a donné un premier aperçu sur le sujet en 1956. L'exposé actuel poursuit le même but tout en se limitant aux points principaux. Aperçu statistique : des silicotiques soignés de 1950 à 1062, sauf une pointe de 7175 cas en 1953, les cas ont diminué plus ou moins régulièrement de 5308 en 1950 à 2028 en 1962 pour la circonscription de Bochum. Les charges financières occasionnées dans la Ruhr sont passées de (en milliers de DM) : 64.727 en 1950 à 123.267 en 1955 et 249.183 en 1961. Les endroits principaux de la lutte contre les poussières sont examinés : les installations de remblayage pneumatique et les abatteuses à tambour. Les moyens de lutte qui donnent les meilleurs résultats sont passés en revue : l'infusion d'eau en veine, l'infusion propulsée, la lutte contre les poussières de tir, les installations de dépoussiérage, la fixation par le sel, le captage des poussières, les tuyères à pulvérisation d'eau, l'importance attribuée actuellement au développement de la lutte d'après les teneurs en quartz des poussières, les études expérimentales sur animaux pour fixer les limites d'empoussiérement tolérables et les fiches cartographiques d'activité, des actions et des teneurs en poussières, l'utilisation aussi d'autres statistiques médicales et de collaboration des autres pays. Pour terminer, l'auteur décrit l'exemple d'un cercle de responsables de la lutte contre les poussières.

IND. **F 442** Fiche n° **34.432**

G. RIEDEL. Elektronenmikroskopische Präparation radioaktiv markierter Aerosole. *Préparation d'électromicroscopie pour aérosolutions à traceur radioactif.* — **Staub,** 1963, avril, p. 237/242, 22 fig.

L'auteur décrit un procédé au cours duquel des couches extrêmement minces d'émulsion à traces nucléaires sont disposées sur des préparations marquées pour l'examen au microscope électronique et mesurées en épaisseur. Sans qu'elles soient séparées, préparation et émulsion se prêtent, après exposition et développement, à l'examen simultané sous le microscope électronique. Il devient ainsi possible d'identifier exactement le point d'origine des traces nucléaires et de fixer ampleur et structure. La méthode trouve son application dans les recherches sur les aérosols, ainsi que pour l'analyse de tranches minces médicales et biologiques. Elle renseigne de plus sur les propriétés des diverses émulsions.

IND. **F 622** Fiche n° **34.310**

S. KOVACS. Lutte contre les incendies spontanés dans les couches épaisses en dressant du gisement de Vala Jiului en Roumanie. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 155/169, 13 fig.

Le bassin est situé au S-W de la Transsylvanie et couvre 150 km². Le gisement contient 25 couches d'âge oligocène sujettes à combustion spontanée particulièrement la 3e et la 5e qui ont une pente de 20 à 70°. La tendance à la combustion spontanée est due à des facteurs géologiques minéralogiques et physico-chimiques ; 46 m de puissance, avec intercalations lenticulaires de charbon dans le toit et le mur, nature des épontes. L'emploi des méthodes classiques ne donnait pas de résultat, il était impossible d'isoler l'endroit atteint, de plus, il était impossible de le localiser exactement et de l'atteindre, la projection se transformait en vapeur provoquant des brûlures. La méthode qui s'est montrée efficace est l'érection d'arrêts au moyen de remblais hydrauliques à bandes en forme de coins qui isolent suffisamment le feu pour empêcher sa propagation vers le bas. Ces arrêts comportent des bandes d'égalisasion de pression qui contribuent à isoler le feu. Le système n'est pas coûteux et ne gêne pas la marche normale de la mine. L'injection de boue à l'endroit du feu ou l'emploi de gaz inertes se sont montrés inutilisables ici. La projection de poussières de briques ou autre matière inerte imprégnées de latex contribue à empêcher le passage de l'air.

IND. **F 622** Fiche n° **34.309**

I. HOFBAUER et G. CHEBOR. Méthodes chimiques de prévention et de lutte contre les incendies du fond. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 134/154, 12 fig. (en russe).

Dans le bassin de Kladno, où à cause de la grande inflammabilité du charbon il y a un danger latent très grand d'incendie, de nouvelles méthodes de lutte et de prévention ont été recherchées. Elles reposent principalement sur l'emploi des propriétés inhibitrices de diverses substances et notamment des plastomères. 1. Prévention par emploi d'inhibiteurs : on les mélange avec de l'argile plastique et on injecte le mélange dans des trous profonds de la région menacée ; une autre méthode consiste à asperger le charbon avec une solution de l'inhibiteur. 2. Dans les galeries à convoyeur, on pulvérise un mélange antipyrogène dans un certain rayon des points de transfert, station de transformateurs et de commande, coffrets de distribution etc... 3. Extraction de feux spontanés au moyen d'antipyrogènes pulvérisés à l'endroit du feu qui forme un gel qui couvre le feu, abaisse la température ambiante et empêche l'accès de l'air à la masse en combustion. 4. Isolement étanche à l'air des arrêts et barrages :

recouverts d'une pâte de plasticité durable. Pour l'isolement de longue durée de barrage, on pulvérise du latex qu'on coagule au moyen d'un réactif approprié. 5. Pour l'imperméabilisation rapide de construction du fond : pulvérisation de latex sur un treillis métallique dans la section de galerie, toit, mur et parois et coagulé immédiatement.

H. ENERGIE.

IND. H 430 Fiche n° **34.183**

F. SEDDON. Area electricity board supplies to collieries. *La fourniture de l'électricité aux charbonnages.* — **The Mining Electrical and Mechanical Engineer,** 1963, avril, p. 259/267, 11 fig.

Exposé de méthodes de distribution de courant électrique aux charbonnages nationalisés, principalement des districts de Sheffield, le point de vue de la sécurité étant particulièrement envisagé. Les effets des importantes variations de charges des machines d'extraction électrique sur le système de distribution sont étudiés. Les conditions d'emploi d'une installation génératrice d'électricité du charbonnage lui-même, en parallèle avec la fourniture des Centrales extérieures sont également examinées. A noter qu'en dix ans les consommations d'électricité des différents secteurs industriels ont plus que doublé. Une comparaison entre les systèmes de distribution aériens et souterrains est discutée.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE

IND. J 18 Fiche n° **34.143**

X. Hydraulic transportation of solids. Slurry pomping at Westfield opencast workings. *Transport hydraulique de schlamms. Pompage de schlamms aux Carrières de Westfield.* — **Colliery Guardian,** 1963, avril, p. 136/139, 6 fig.

Les exploitations de charbon en carrières de Westfield (Fifeshire) sont les plus grandes de Grande-Bretagne. Elles ont des réserves d'environ 20 Mt et alimentent une centrale de gaz Lurgi et d'autres centrales électriques d'Ecosse. Une entreprise, Costain Mining Ltd, exploite et prépare pour le compte du National Coal Board. L'installation de lavage est décrite, les schlamms ne trouvant pas de marché, il fallait s'en débarrasser. Il y avait un vaste étang pas trop loin pour les y acheminer, la société exploitante s'est adressée à l'International Combustion Products Ltd qui s'intéresse aux transports par tuyauteries et pression pneumatique. Le schlamm est pris d'un épaississeur Harding de 22,50 m de diamètre et transporté à 1080 m de distance dans des tuyaux en fonte de 7,5 cm de diamètre, l'expédition se fait par deux réservoirs de 540 litres alternativement remplis de schlamms puis soumis à une haute pression (22 kg) hydraulique d'eau pure. Le schlamm est relevé à une hauteur de 24 m avec un débit de 650 litres/min. L'installation marche environ 100 h/semaine. La vitesse en tuyauterie atteint 2,50 m avec une concentration de 53 % de solide en poids, 40 % en volume. Débit en sec : 28 t/h. Accessoires : outre les réservoirs et tuyauteries, 2 pompes Morrison à haute pression, 2 pompes Vaséal à eau schlammeuse, un compresseur à air, des filtres et valves, un tableau de contrôle, 1 by-pass ajouté par après. L'installation fonctionne bien.

M. COMBUSTION ET CHAUFFAGE.

IND. M 52 Fiche n° **34.429**

E. SCHAUFLER, K.H. OEHRLICH et K.R. SCHMIDT. Der Drehströmungsentstauber. *Le dépoussiérage mécanique turbo-capteur.* — **Staub,** 1963, avril, p. 228/230, 7 fig.

Le dépoussiéreur mécanique turbo-capteur du principe de Zenneck-Schaufler dont les travaux ont été poursuivis, comprend un foyer tourbillonnaire comme élément efficace de séparation. Les forces centrifuges et les forces d'entraînement agissent ici dans un sens de même direction radiale, à l'encontre de ce qui se présente dans les dépoussiéreurs mécaniques usuels. De ce fait, ainsi qu'en raison de l'action additionnelle des forces génératrices du tourbillon, il résulte un rendement de séparation fort satisfaisant sur un grain limite de taille relativement minime. Il est permis d'espérer que ce séparateur particulièrement approprié au même titre aux poussières fines, pourra, au moins partiellement, combler l'une des lacunes existant dans les applications de captage de poussières fines.

IND. M 6 Fiche n° **34.341**

H. WOEHLBIER. Experimentele Untersuchungen über die Verwendbarkeit von Braunkohlenfilteraschen zur Stabilisierung von Schwimmsand im Braunkohlentagebau. *Recherches expérimentales sur l'emploi de cendres volantes de lignites pour stabiliser les sables boulants en carrières.* — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 572/581, 16 fig.

Les méthodes actuelles d'exploitation des lignites en carrières en République Fédérale fournissent un combustible à haute teneur en cendres. La tendance des dernières années a été de fournir directement au consommateur l'énergie contenue dans le lignite sous forme d'électricité. D'où la construction de grandes centrales à lignite pulvérisé et aussi formation importante de cendres volantes. L'emploi de celles-ci a posé un problème difficile d'autant plus que ces grandes centrales débitent jusqu'à 1.000 t/jour de cendres volantes.

Un certain débouché a été trouvé dans l'industrie des ciments et l'agriculture, et on a conçu l'idée de les mélanger avec les sables verts de Magdebourg, mort-terrain des carrières de lignite de Helmstedt où ils forment un recouvrement de 60 m d'épaisseur et donnent lieu à la formation de sables boulants quand ils sont mouillés. Des recherches de la section de mécanique des sols de l'Université de Clausthal ont été effectuées dans le sens indiqué et ont donné des résultats positifs : les cendres volantes ajoutées aux sables verts améliorent notablement les caractéristiques de portance. Cette amélioration diminuera, si elle ne supprime pas, le danger dans les carrières profondes d'Allemagne fédérale.

P. MAIN-D'OEUVRE — SANTE, SECURITE QUESTIONS SOCIALES.

IND. **P 21** Fiche n° **34.196**

H. WITTEK. Probleme der Knappenausbildung. *Le problème de la formation professionnelle des jeunes.* — **Bergfreiheit,** 1963, avril, p. 125/129, 2 fig.

L'auteur décrit d'abord la situation actuellement critique dans laquelle se trouvent les charbonnages d'Allemagne occidentale au point de vue recrutement et formation de la main-d'œuvre qualifiée et des cadres. Les causes de cette carence résident, d'une part, dans le nombre actuel relativement peu élevé de jeunes gens de moins de 20 ans (années creuses de guerre) et, d'autre part, dans le désintéressement de plus en plus marqué de ceux-ci vis-à-vis de carrières de la mine. Cet état résulte en ordre principal de la situation aléatoire de l'industrie charbonnière au cours des prochaines années. Dans une seconde partie, l'auteur expose l'organisation pratique de l'écolage tel que le pratique la Société Anonyme des charbonnages Ewald. Il vise avant tout à former des agents techniques hautement qualifiés, les plus polyvalents destinés à être employés dans les installations mécanisées(électriques ou mécaniques) du fond. Cet enseignement professionnel, qui s'adresse à des jeunes gens, de 18/19 ans, dure normalement deux ans. L'auteur en donne : 1) l'organisation théorique et pratique (en salle, en surface et au fond) ; 2) le cycle des études, les matières enseignées ; 3) les possibilités et résultats.

IND. **P 23** Fiche n° **34.340**

J.T. WHETTON et H.J. KING. Education and training in the mining industry of Great Britain. *Formation et entraînement au travail des mines en Grande-Bretagne.* — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 558/571.

Les connaissances scientifiques de base d'exploitation des mines sont en Angleterre données dans les universités ou dans les écoles techniques supérieures, tandis que les connaissances pratiques doivent s'acquérir par les étudiants directement dans la mine ou dans les ateliers correspondants. Depuis 1947, un grand nombre d'améliorations ont été introduites dans la formation des techniciens et des technologues des mines. Le N.C.B. en collaboration avec le ministre de l'instruction, a publié un plan spécial des leçons et des examens publics ; pour science minière, topographie, machines des mines, électrotechnique des mines.

Ce plan est entré en application en 1952 ; de plus la même année est sorti un nouveau décret qui autorise les élèves, qui ont suivi avec fruit les cours pratiques d'une durée d'un an dans certaines écoles techniques, à remplir des emplois de surveillant dans les mines. En Angleterre, l'enseignement des employés de surveillance et des techniciens peut se classer en 5 catégories : 1) Cours supérieurs pour la direction à l'intention des employés techniques de grade moyen et supérieur (organisés par l'administration des mines) ; 2) Formation avec internat des intéressés et consultations des dirigeants techniques et administratifs de la main-d'œuvre et des spécialistes sur les nouvelles méthodes de progrès des mines et l'introduction concertée de nouvelles techniques. 3) Divers cours pour employés des mines tels que : problèmes des mines, bases de la direction, formation des travailleurs. 4) Formation technique et spécialisée pour employés provenant d'autres industries. 5) Formation sur l'ensemble des problèmes des mines et de la sécurité pour le personnel technique et administratif des mines.

IND. **P 24** Fiche n° **34.365**

G.J. de VOOYS. Preliminary report on problems of mine management and engineering, raised by concentration in coal mining. *Etude préliminaire sur la question de la conduite et de la technique d'un charbonnage en relation avec la concentration de l'exploitation.* — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 727/731.

L'auteur procède à une analyse précise des problèmes les plus importants de la direction d'un charbonnage en vue de déterminer jusqu'à quel point on peut s'engager dans la voie de la concentration de l'extraction. Il signale la pertinence de certains arguments de modération et de possibilités de compromis. Il développe ensuite les aspects suivants : 1) la direction de chaque entreprise doit avoir à sa disposition un état-major technique de cadres au courant des techniques modernes et une main-d'œuvre qualifiée. 2) La mine elle-même peut avoir de trop longues distances au fond entre les chantiers et les puits, un réseau de bouveaux et galeries trop compliqué ou un personnel ouvrier trop

élevé. L'équipement de surface du traitement moderne du charbon doit être doté d'une capacité suffisante pour répondre aux besoins. Les ateliers bien équipés exigeront un roulement important. L'approvisionnement en énergie — électricité et air comprimé — doit atteindre un niveau suffisant, afin d'avoir une grande capacité. 3) De trop grandes mines s'adaptent difficilement aux variations du marché. 4) Les services électro-mécaniques doivent s'appliquer à minimiser les pannes et les dérangements et en plus à fournir au mineur des outils et machines pour mettre à fruit les réserves. Il faudra beaucoup d'études pour conserver au charbon sa place sur le marché de l'énergie.

IND. **P 33** Fiche n° **34.358**

J.N. BOOTH et W.R. CHEETHAM. The contribution of work study to colliery efficiency and the assesment of technical performance by production control. *La contribution de l'étude du travail en vue de l'accroissement de la productivité dans les charbonnages et de l'évaluation du rendement technique, à l'aide du contrôle de la production.* — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 654/664.

L'auteur passe en revue les méthodes qui permettent à l'industrie minière de Grande-Bretagne, en raison des nouvelles prescriptions de la nationalisation, de résoudre les nouvelles exigences relatives à la conduite et à l'organisation des exploitations de charbon. D'abord il expose les questions de planification d'ordre stratégique et tactique, pour le traitement desquelles on a élaboré un système spécial d'étude du travail dans les mines. Il procède alors à l'examen détaillé du champ d'application de cette étude du travail au sein du National Coal Board et expose les bases de son organisation. Il traite alors des relations existant entre la Direction de l'exploitation et la main-d'œuvre, à la lumière des résultats obtenus par les recherches entreprises dans le domaine du travail. Viennent ensuite le fonctionnement du contrôle de la production et la description du système utilisé dans les charbonnages britanniques ; ce système comprend les subdivisions suivantes : a) plan des opérations ; b) contrôle des prestations au fond et à la surface ; c) prévisions de main-d'œuvre. L'auteur examine dans le détail chacun de ces points pris isolément. L'étude systématique du travail, qui à ce jour déjà a fait ses preuves, dans l'industrie minière, par l'accroissement de l'effet utile que son application amène, joue un rôle de premier plan : elle permet à la Direction de l'exploitation de tirer le profit optimal de toutes les sources et les réserves de main-d'œuvre disponibles.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE.

IND. **Q 132** Fiche n° **34.362**

L. VUCHOT. Création d'un complexe minier. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 703/718, 4 fig.

L'objet de la présente communication est d'exposer quelques idées générales sur la création d'un complexe minier métallique réalisé dans une région minérale reconnue par des travaux de prospection et de recherches comportant essentiellement des sondages et quelques petits travaux miniers. Ces quelques idées sont exprimées en partant de l'expérience dégagée par la création d'ensembles miniers réalisés tant en France métropolitaine qu'Outremer. L'auteur attire l'attention sur l'importance de la méthode d'établissement des projets consistant à dessiner d'abord le rhéogramme des minerais et les différents circuits accessoires ; il souligne l'intérêt qu'il y a à se fixer comme doctrine l'obtention d'un écoulement harmonieux du minerai, sans discontinuités depuis le gisement jusqu'à l'usine d'où sort le produit marchand, avec parfois, retour au fond d'une partie de la gangue stérile retrouvant sa place d'origine dans le massif.

IND. **Q 132** Fiche n° **34.321**

P. ORTMANN. Errichtung von Gruben mit wirschaftlicher Betriebsgrösse in der Kaliindustrie. *Le développement d'une mine de potasse de dimension optimale.* — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 281/293, 7 fig.

La tendance actuelle est l'amélioration du profit par l'accroissement de la production. Dans les charbonnages, on envisage des sièges pouvant produire 30.000 t/24 h. L'exploitation de la potasse a pour sa part hérité d'une grande dispersion des mines. Actuellement, pour créer une nouvelle mine, on tient compte de la surface exploitable et de la richesse du dépôt. La durée doit être d'au moins 50 ans. L'auteur analyse la façon d'organiser une exploitation de carnallite pour obtenir une production de 24.000 t/ 24 h. L'extraction se fait par skips de 15 t, le chargement est entièrement automatique, contrôlé par les impulsions d'une barrière isotopique. Le transport au fond se fait par grandes berlines à vidange par le fond avec locos à trolley. Le système de ventilation et les possibilités de se procurer du remblai limitent la capacité d'exploitation. Dans les mines à haut degré de mécanisation, ce n'est plus la quantité d'air distribué par unité de temps à chaque ouvrier qui importe, mais son rapport à l'extraction : il faut en moyenne 1,6 m^3 d'air par minute par tonne de charbon extraite en 24 h. Le problème du service des remblais n'est pas encore résolu. Le refus des installations de préparation est inappro-

prié ou insuffisant, son alimentation de l'extérieur peut poser un problème économique. L'auteur termine par une comparaison des prix de revient dans une grande mine et dans une petite.

IND. Q 132 Fiche n° **34.314**

S.M. MELESHKIN. Progrès dans l'exploitation souterraine des minerais de fer. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 215/233, 12 fig.

Les réserves de minerai de fer d'U.R.S.S. atteignent 92 Ma de t dont 15 sont des minerais riches à 58 - 59 % de fer. La méthode souterraine d'exploitation comporte un puits au centre du gisement avec à la périphérie des puits de ventilation. On met au point un procédé d'amalgamation sur place de sorte que, en 1965, 95 % de la production de Krivoyrog seront fournis par des puits débitant 2 à 12 Mt. Les puits d'extraction ont 7,50 m de diamètre utile et sont équipés de skips de 25 à 50 t et d'une grande cage de 5,60 × 5,60 m, le revêtement des puits est en béton renforcé. Quand c'est avantageux, on utilise des galeries inclinées jusqu'à la surface avec des convoyeurs à bande de 2 m de largeur avec une vitesse de 4 m/s.

Les principales méthodes d'exploitation sont les tranches horizontales avec galerie au mur, les tailles rabattantes et le bloc caving (vues). Le minage se fait par long trous de mine inclinés selon les nécessités (verticaux, horizontaux ou obliques). Les galeries sont souvent à simple voie (à cause des pressions de terrain), le transport est mécanisé. Le rendement par hp est variable, jusqu'à 25 t, perte de minerai 12 à 17 %. Les grandes mines se montrent avantageuses.

IND. Q 32 Fiche n° **34.195**

X. Aufgabe der westeuropäischen Energiepolitik ist die Sicherung der westeuropäischen Steinkohlenförderung. *La tâche de la politique énergétique de l'Europe de l'ouest réside dans la garantie de son extraction de charbon.* — **Bergfreiheit,** 1963, avril, p. 120/125.

Dans l'Europe occidentale, le charbon est encore jusqu'à nouvel ordre le combustible d'origine nationale, le plus important. L'auteur, dans une analyse de la situation actuelle et future de l'économie énergétique, conclut que la disponibilité de charbon, au cours des prochaines années, sera décisive pour l'économie de toute l'Europe et que la tâche particulière de la politique de l'énergie d'Europe Occidentale devrait consister à rétablir l'industrie charbonnière dans sa situation ancienne et à la rendre capable de satisfaire aux besoins futurs. Néanmoins, ce rétablissement n'ira pas sans difficultés du fait qu'il faut non seulement protéger jusqu'à un certain degré le marché national, mais de plus, par une politique rationnelle d'investissements, moderniser l'équipement productif actuel des charbonnages, afin de les préparer à un accroissement de leur extraction au cours des prochaines années.

IND. Q 110 Fiche n° **34.359**

B. KRUPINSKI et B. PELKA. Méthode de recherche appliquée à la mine. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 665/684, 11 fig. (en russe).

L'article traite des investigations qu'il est nécessaire de promouvoir en vue de la planification, de l'évolution, de l'exploitation, de la modernisation et de la mécanisation de la mine. Les recherches doivent porter sur les points suivants : 1) Conditions géologiques du gisement, structure et allure, densité, détermination des réserves totales et exploitables, des richesses et teneurs en minerais. Détermination du type de mine, de son échelle, de sa capacité. 2) Méthodes d'exploitation et moyens de production. Trois étapes sont à envisager : a) analyse des diagrammes d'extraction ; b) analyse des procédés d'extraction et des paramètres de celle-ci ; c) analyse de l'équipement énergétique et mécanique de la mine. 3) Organisation et contrôle de la production : celle-ci comprend : a) analyse des flux de la production ; b) contrôle des flux de la production ; c) analyse de l'administration de la mine. 4) La rentabilité de l'exploitation est déterminée par les indices caractéristiques suivants : productivité de la main-d'œuvre, coûts propres, résultats financiers, pertes de gisement en cours d'exploitation, durée d'amortissement des investissements, etc... L'auteur énumère les paramètres utilisés pour établir le rendement de la main-d'œuvre et les prix de revient de la production. Certains chiffres caractéristiques permettent d'évaluer la rentabilité des investissements.

IND. Q 110 Fiche n° **34.367**

G. DORSTEWITZ. Betriebliche Verfahrensforschung (operational research) im Bergbau. *La recherche opérationnelle dans les mines.* — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 736/743, 4 fig.

La recherche opérationnelle est un outil qui traite certains problèmes de grande complexité en raison du grand nombre de variables et dont la résolution n'est pas possible par les méthodes mathématiques classiques ; elle n'est pas destinée à élaborer des décisions toutes faites, même quand les données complexes du problème ont été résolues à l'aide d'ordinatrices électroniques. Le rôle de la recherche opérationnelle est d'évaluer et de présenter à la direction les effets de facteurs variables de manière à ce que cette dernière voie sa tâche facilitée pour la prise de décisions correctes qu'anciennement elle prenait par intuition ou par expérience. Les problèmes d'exploitation minière sont mieux affrontés par des groupes de travail où différents spécialistes sont représentés. L'auteur discute deux applications de

recherche opérationnelle. Une de celles-ci montre comment doit s'organiser la distribution, dans 5 régions, en charbon produit par 2 mines voisines. Une seule de celles-ci possède des installations centrales de traitement. Chacun des sièges possède son puits d'aérage propre. Le charbon mis au jour par l'autre puits est amené au triage-lavoir par rails ou par route. Pour résoudre ce problème, l'auteur applique la méthode de modèles analogiques ou des approches successives ; il montre ainsi que la répartition correcte de la production dans chacun des 5 districts procure une économie journalière de 2.000 DM. Un autre exemple concerne le transport mécanisé des ouviers vers les chantiers du fond. Les puits principaux et les puits intérieurs constituent des « goulots » d'étranglement. L'auteur indique comment la réponse peut être trouvée par programmation linéaire. Il montre que, pour réaliser les conditions optimales, 73 % du personnel doivent être transportés par train jusqu'aux chantiers et qu'ainsi il est possible de récupérer 1/3 du temps consacré aux parcours d'ouvriers. La recherche opérationnelle donne une indication sur les éléments qui peuvent apporter les meilleurs résultats et c'est à la direction qu'il incombe, suivant des raisons qui lui sont propres, de décider si les résultats donnés par la recherche opérationnelle peuvent être mis en pratique.

IND. Q 110 Fiche n° **34.378**

R. LAUBIES, H. COLLANGE, B. PLOTON et M. TORMANOFF. Analyse structurelle des résultats dans une exploitation houillère. — **Revue Industrie Minérale,** 1963, avril, p. 257/294 - **Charbonnages de France, Note Technique** 2/63, mai, 38 p.

I. L'A.S.R. est un document qui présente les résultats pour chacun des quartiers, compte tenu de ses relations. Il renseigne sur les panneaux exploités, les installations générales, les méthodes d'exploitation, la structure interne, les impératifs commerciaux, le personnel disponible. Il détecte les zones de gisements non payantes, la charge des installations générales en relation avec les niveaux de production, les imperfections de structure, l'action des impératifs commerciaux, les répercussions sur les programmes à court et long terme. Mise en route de cet appareil au Houillères du Bassin d'Auvergne.

II. Structure de l'appareil : personnel à chaque siège non comptable et un technicien. Analyses des imperfections : déséquilibre entre quartiers - insuffisance de concentration - causes de résultats insuffisants - simplification du travail - amélioration de l'équipement - ajustement des services généraux - valorisation des déficiences. Description des documents Messeix.

III. Ajustements aux points de vue : unités - dépenses - valeur des produits - marge économique.

IV. Utilisation : analyse des tableaux en vue de perfectionnements.

Annexes : I. stockage, dépréciation, prix d'usage - II. charges connexes aux salaires - III. note pratique sur l'établissement du prix de revient technico-économique - IV. répartition des dépenses par nature - V. comparaison du prix de revient technique et du prix de revient technico-économique. Tableaux I, II, A et B : décomposition des dépenses - modèle de fiche.

IND. Q 1121 Fiche n° **34.303**

M. CLEMENT. Tir en charbon. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 89/96, 4 fig.

Le bassin du Dauphiné, un des plus petits de France, situé à 40 km au sud de Grenoble, contient des couches dures d'anthracite ; la plus grande, de 1 à 40 m d'épaisseur, pentée entre 30 et 90°, est tectoniquement très dérangée, le toit est du grès compact et le passage de la couche au mur est indiscernable. Il y a, en outre, des bandes de pyrite en couche de sorte qu'économiquement, on doit miner. L'ancienne méthode consistait à prendre des tranches horizontales du toit au mur et de 3 m d'épaisseur, l'espace déhouillé était remblayé à la main, puis, plus tard, hydrauliquement ou pneumatiquement. Actuellement, la couche est divisée en blocs de 150 à 200 m de longueur et 25 à 30 m d'épaisseur, reliés par des galeries tracées au mur sur la pente, on exploite par recoupes successives de 6 à 7 m d'épaisseur et en tranches minées de 2 à 3 m.

Dans les galeries inclinées, il y a des couloirs émaillés, dans les galeries horizontales intermédiaires, il y a des voies pour trains de 10 berlines de 1.250 litres et locos de 15 ch. Fin 1960, on avait : production brute : 2.570 t ; nette : 1.960 t. Rendement par h/p en chambre : 10 t ; en galerie : 3,5 t. Consommation : bois : 28 m^3/1.000 t ; explosifs : en charbon 70 g/t ; en galerie 400 g/t. Les conditions d'exploitabilité semblent bien être : pente $> 25°$, bon toit, pas de gaz ni combustion spontanée. Le rendement général atteint alors 2 t/hp.

IND. Q 1121 Fiche n° **34.301**

M.C. BIHL. Tendances d'évolution actuelles dans les méthodes d'exploitation des houillères du Bassin de Lorraine. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 38/57, 20 fig.

Ce qui frappe dans l'examen fut-il très sommaire des méthodes d'exploitation pratiquées ou en cours d'essai en Lorraine, c'est leur diversité, du moins en ce qui concerne les dressants et les semi-dressants, car l'évolution en longue taille de plateure n'a rien de classique. L'auteur esquisse les essais les plus importants et qui portent en eux une certaine possibilité de généralisation. La modernisation des semi-dressants et des dressants est en effet très délicate,

bien que la charge des épontes soit moindre qu'en taille et qu'en principe du moins, le chargement du charbon doive pouvoir se faire par la seule gravité. Partout, cette modernisation semble très en retard sur celle des plateures qui a été beaucoup plus travaillée. Les efforts faits en Lorraine constituent une première étape faisant surtout appel à la technique minière ; ils seront complétés par une seconde étape visant à remplacer au moins le tir par un abatage mécanique, sinon à mécaniser le soutènement. Quoi qu'il en soit, les efforts déjà faits se sont avérés payants comme le montre la courbe de rendements fond qui, malgré des conditions géologiques de plus en plus difficiles et un rapide approfondissement du niveau de l'exploitation dans certains sièges, ne cesse de monter pour aboutir ces derniers mois à un rendement fond d'ensemble du bassin de 2.750 kg net.

IND. Q 1130 Fiche n° **34.369**

B.T. HOULDEN. Operational research and its application in the United Kingdom coal industry. *La recherche opérationnelle et son application dans les charbonnages de Grande-Bretagne.* — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 755/769, 4 fig.

L'auteur rappelle les généralités et les bases de la recherche opérationnelle. Il caractérise celle-ci en tant que branche de la science récemment développée et dont les problèmes sont résolus par des groupes particuliers de spécialistes. Une telle équipe fut fondée après la guerre au sein du National Coal Board. L'importance de ses tâches et le champ de son application ne firent que s'accroître depuis lors. Pour illustrer le mode d'action de la recherche opérationnelle, l'auteur expose les grandes lignes de trois études caractéristiques qui furent effectuées au cours des dernières années : 1) un problème de marketing ; 2) un problème de production ; 3) un problème de main-d'œuvre.

A l'occasion de ces trois études, l'auteur expose synthétiquement le grand nombre de questions examinées et concrétise l'utilisation de la recherche opérationnelle par la résolution de problèmes qui rentrent dans le cadre des activités du N.C.B. De plus, l'auteur énumère toute une série d'études traitées par la recherche opérationnelle et qui concernent d'autres industries, tant de Grande-Bretagne que de l'étranger. De cet exposé, il ressort que la recherche opérationnelle apporte une contribution valable à l'administration et à l'organisation de la production s'étendant sur tous les plans, tant à court terme qu'à long terme.

IND. Q 1132 Fiche n° **34.165**

G. McALPINE. Three shift working at Dollar mine. *Exploitation à trois postes à la mine Dollar.* — **Steel and Coal,** 1963, 19 avril, p. 755/762, 3 fig.

Mine créée à l'endroit d'une ancienne petite mine qui a exploité le gisement supérieur. La mine actuelle exploite la couche Upper Hirst à la profondeur de 180 m, couche de 1,95 m à 2,55 m, toit en schiste noir en lits minces, mur schisteux tendre, couche ondulée ave de place en place des venues de basalte (intrusion calcinant le charbon et rendant les terrains plus fragiles). La couche est reliée à la surface par deux galeries inclinées parallèles d'environ 900 m. Commencées en septembre 1956, elles ont été achevées en janvier 1960. On est parti en descenderie avec une première taille qui est arrivée contre une faille parallèle en septembre 1962, une seconde taille adjacente est actuellement en exploitation. Le terrain imposant des petites passes de 15 cm et la qualité du charbon le destinant aux centrales, on a installé une abatteuse-chargeuse B. Jeffrey Dia avec 3 moteurs de 50 ch, 2 chargeuses Sutcliffe de 60 cm, une avec des moteurs de 40 ch et l'autre un moteur de 40 ch, 1 haveuse à disque B.J.D. de 125 ch avec disques de 1,50 m (passe de 60 cm) commande électrique, loges de 9 m avec haveuses ordinaires, dans celles-ci étançons Dobson hydrauliques et piles à lamelles, bêles Vanwersch. Une telle quantité de matériel avec soutènement marchant était difficilement rentable à 1 poste, on est passé à 2 postes et finalement à 3 postes. Une telle allure a alors imposé la mécanisation du creusement des galeries chassantes, on a adopté le mineur Joy. Toute cette mécanisation ne s'est pas faite sans difficulté, l'auteur expose comment on s'y est pris et ses vues d'avenir. Depuis janvier 1961 jusqu'octobre 1962, la production n'a cessé d'augmenter de 246 t à 1.425 t, le rendement front de 3,315 t 12,351 t, le rendement général de 1 t à 3,430 t, le prix de revient de 1.123 FB à 353 FB. Une question se pose : comment remédier aux arrêts à prévoir ? 1 1/2 poste perdu = 1.000 t de production. Discussion.

IND. Q 1140 Fiche n° **34.324**

H. PREMER. Der Stand der Betriebskonzentration und Mechanisierung sowie Fragen der Betriebsgestaltung im Steinkohlenbergbau an der Ruhr. *Etat de la concentration des chantiers et de la mécanisation ainsi que des questions de développement dans le Bassin de la Ruhr.* — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 313/319.

Au cours de la dernière décennie, l'industrie du charbon de la République Fédérale, et notamment celle de la Ruhr, a fait de grands efforts vers la mécanisation et la concentration : la production moyenne par taille des plateures est passée de 283

à 473 t/jour et, dans les gisements pentés, de 243 à 297 t/jour. En 1950, il n'y avait que 20.000 t provenant journellement de tailles mécanisées et, en 1960, on est passé à 210.000 t ; seulement le rendement général fond a évolué beaucoup moins aux environs de 2.100 kg/hp.

Même si la production annuelle s'est élevée notablement malgré la semaine de 5 jours, alors que le rendement taille s'est accru de 62 %, le rendement général a peu évolué et, dans certaines mines, de 1/7 du rendement taille : sur 1 mark gagné à front, il ne reste que 14 pfennigs sur les salaires fond. Pour arriver à un bon résultat, il faut faire des économies ailleurs qu'à front. Dans le domaine des transports, l'auteur tire des chiffres des Etats-Unis, l'influence de la dimension des berlines sur le prix du transport et le prix de revient général. Dans les mines, le problème du prix de revient n'est pas aussi simple que dans le reste de l'industrie ; pour le montrer, il suffit de considérer 3 tailles débitant dans un même bouveau, si on adopte le travail à deux postes, il y aura au moins un poste où deux tailles ajouteront leur débit, ce qui bloquera le transport. La concentration donne peu sans une savante organisation.

IND. Q 1153 Fiche n° **34.366**

K.K. KUZNECOV. Evaluation technique et économique des projets d'établissement d'un charbonnage en U.R.S.S. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 732/735 (en russe).

La capacité de production annuelle de charbon en U.R.S.S. augmente approximativement à raison de 28 Mt par an. A ce programme de préparation et d'établissement de nouveaux puits travaillent 18 instituts de projets qui occupent un personnel total de 11.000 ouvriers. Tout projet de nouvelle mine comporte les informations suivantes : 1) Justification technique et économique du développement d'une région particulière ou d'une mine particulière eu égard aux nécessités de l'économie nationale prise dans son ensemble. 2) Possibilité d'approvisionner cette région par une autre source de combustible ou à l'aide d'une autre sorte de combustible. 3) La localisation et l'implantation de la mine compte tenu des conditions géologiques et topographiques. 4) Choix des genres d'exploitation (à ciel ouvert ou au fond), et des procédés (tradionnels ou abattage hydraulique, etc.). 5) Méthodes proposées pour la mise à découvert et la préparation de l'exploitation. 6) Coopération avec d'autres secteurs de l'industrie. Traitement du charbon brut - approvisionnement en énergie électrique, en eau - voies de transport (rails, route, voies d'eau) - organisation de la vente - construction de logement pour la main-d'œuvre - urbanisme - etc... Exploitations à ciel ouvert, hydromécanisation, construction de grandes mines avec centralisation de l'aérage, du transport ; éventuellement concentration de petites mines en une grande. Parmi les conditions économiques qui règnent en U.R.S.S., les facteurs décisifs sont ceux qui satisfont au mieux l'économie de l'ensemble du pays. Un exemple typique des plannings soviétiques du développement de l'industrie houillère concerne la modernisation du bassin du Donetz ; des 633 puits existant actuellement, 184 seront reconstruits, 191 modernisés et 258 fermés. En même temps, l'extraction totale passera de 76,3 Mt à 117,4 Mt et la production annuelle moyenne des mines montera de 414.000 à 827.000 t. Le rendement fond passera de 27,6 t/mois à 50,4 t/mois et le coût unitaire de la production sera de 7,70 R/t contre 10,43 actuellement.

IND. Q 1153 Fiche n° **34.337**

A.V. TOPCHIEV et S.C. KRORIKJAN. Mécanisation et automatisation dans l'industrie charbonnière d'U.R.S.S. — **Congrès international pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 509/525, 10 fig. (en russe).

L'extraction des mines de charbon en U.R.S.S. doit être, en 1965, accrue de 21 à 23 % par rapport à 1958. Tandis que la production de charbon à coke doit augmenter dans la même période de 59 à 65 % et atteindre ainsi une production de 150 à 156 Mt/an. En 1960, plus de 48 % de la production ont été chargés mécaniquement, dans le Karaganda : 75 %. Les longues tailles sont équipées de 2.130 abatteuses-chargeuses, les étançons métalliques sont utilisés dans 2.478 tailles, le soutènement marchant équipe 69 tailles. La mécanisation totale est introduite dans 185 tailles. L'emploi des abatteuses-chargeuses a accru le rendement en taille de 40 % avec l'économie de 33.000 abatteurs. Les efforts des divers instituts de recherche se concentrent sur la solution des problèmes suivants : 1) Automaticité totale des équipements d'abattage et transport en tailles avec quelques hommes de contrôle. 2) Télécommande des équipements automatiques ou semi-automatiques avec une présence seulement temporaire de quelques hommes en taille. 3) Ce qui précède, sans soutènement de toit indépendant, avec comme exemple, l'assemblage KKG pour l'abattage hydro-mécanique du charbon. La mécanisation des longues tailles doit comporter un mécanisme pour le creusement des niches en sorte que celui-ci ne puisse être la cause d'aucun retard. La mécanisation et l'automation du transport du personnel ont progressé rapidement de sorte qu'en 1965 le rendement de la main-d'œuvre se sera accru de 50 % avec des heures de travail moins nombreuses.

IND. Q 1154 Fiche n° **34.302**

M. BORECKI, J. ZYZAK et L. PLUTA. Nouvelles techniques et technologie dans les mines de Pologne. — **Congrès pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 58/88, 22 fig.

Contrairement aux Etats de l'Ouest, les mines de Pologne sont en expansion. Il y a toutefois une nécessité urgente de diminuer les prix de revient ; ceci est possible par la mécanisation, la modernisation et la concentration. Les efforts réalisés dans ce sens, au cours de ces 3 dernières années, ont eu pour résultat de porter le rendement général de 1.132 kg à 1.286. L'équipement de quelques mines a été modernisé et la mécanisation hydraulique a été introduite. Le toit de 35 % des tailles est supporté par étançons coulissants en acier et bêles articulées. La longueur des convoyeurs blindés a doublé et 30 % des convoyeurs à bande ont été pourvus du contrôle automatique. Dans 2 tailles à foudroyage, le soutènement marchant Roofmaster est introduit. En 1960, l'électrification des mines atteint 84,8 % avec 700.000 kW installés au fond. L'analyse économique de 130 tailles enseigne : le prix de revient diminue quand la production augmente en taille ou quartier, il reste en dessous de la moyenne dans les mines produisant 4.000 t/jour. Quant à la mécanisation, ce sont les abatteuses-chargeuses qui donnent les meilleurs rendements : 10,4 t/hp, contre 4,6 t/hp pour les haveuses ordinaires et convoyeurs à bande. Des progrès importants ont été réalisés dans l'abattage et le transport hydraulique du charbon, les applications vont du simple transport en carrières jusqu'à l'abattage hydraulique à 300 atm avec transport jusqu'à la surface. Les couches inexploitables économiquement par les méthodes classiques ou hydrauliques, sont soumises aux essais de gazéification souterraine ; les recherches y sont encore à l'état expérimental.

IND. Q 1155 Fiche n° **34.329**

J. HOJDAR et K. KUBEC. Développement de la production de lignite en Tchécoslovaquie. — **Congrès pour l'augmentation de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 374/410, 10 fig. (en russe).

En 1960 le bassin des lignites du Nord de la Bohème a fourni 60,7 % de tous les combustibles solides de Tchécoslovaquie et 97 % de tous les lignites. L'auteur donne une revue historique du développement de ce bassin. En 1960 la production est montée à 55,5 Mt, comparativement aux 22,6 Mt en 1948. L'orientation a été vers de plus grandes mines et le développement de l'exploitation en carrières ; l'accroissement de production de 145 % s'est accompagné d'une diminution du nombre des mines de 84 à 57 (en carrières) et de 54 à 29 (mines souterraines). La production d'une mine en carrière est passée de 402.000 à 1.491.000 tonnes et au fond de 195.000 à 473.000 t/an. Dans les 15 dernières années, la mécanisation et l'électrification ont beaucoup progressé. L'électrification des mines souterraines est réalisée à 100 % ; dans les mines en carrières, la vapeur a été éliminée et seules quelques pelles sont encore actionnées par Diesel. Dans les mines souterraines, le rendement est passé de 1,69 à 2,59 t/hp. En carrières, de 2,27 à 5,27 pendant que la découverture a accru ses effets utiles de 16,11 à 43,13 m^3/hp. Les projets pour 1980 prévoient l'emploi de nouvelles et plus grandes unités, tant pour le déplacement des terres que pour l'extraction du charbon. Le rendement dans les mines souterraines atteindra 3,1 t/hp et en carrières 21,5 t/hp, le déplacement des terres atteindra 153,3 m^3/hp. De l'énergie contenue dans le charbon, 94,4 % seront distribués aux consommateurs sous forme de gaz, électricité et briquettes. Après 1980, on s'attend à extraire le lignite des gisements profonds où 500 Mt de la meilleure qualité sont concentrés dans une surface ne dépassant pas 100 km^2. L'article se termine par une description des excavateurs modernes, pelles, locos, etc...

IND. Q 1160 Fiche n° **34.333**

P.R. PAULICK. Evolution and growth of coal mine mechanization. *Evolution et croissance de la mécanisation dans les mines des E.-U.* — **Congrès international pour l'accroissement de la rentabilité dans l'industrie minière,** Prague, mai 1961, p. 456/466, 8 fig.

Pour pouvoir défendre la position du charbon américain sur le marché malgré la concurrence permanente et active des autres branches de l'énergie, il faut une mécanisation toujours plus poussée et un abaissement des prix de revient. Les progrès actuels de la mécanisation dans les mines de charbon de l'Amérique du Nord se rapportent à des machines combinées d'abattage avec organes rotatifs ou percutants convenant surtout pour la méthode des chambres et piliers. En général, les machines qu'on utilise maintenant sont sur chenilles ; le charbon abattu est transporté d'abord en grandes berlines appelées shuttle cars qui le déversent sur les convoyeurs à bande installés en galeries. Cette façon classique de travailler donne un rendement de 36 t/hp. Avec le mineur continu et une exploitation par chambre ordinaire, on abat 65 % du gisement avec un rendement de 63,3 t/hp. Récemment, on a utilisé une nouvelle méthode consistant dans le creusement de 2 longues chambres parallèles ; elles ont 3,60 m de largeur, sont espacées pour laisser un pilier de 24,40 m et ont une longueur de 183 m. On fait alors des recoupes obliques à 40°. Cette méthode donne un rendement de 92,9 t/hp.

Fin 1960, 96 % du charbon sont abattus mécaniquement et 86 % chargés mécaniquement, 23 % du charbon sont abattus par mineur continu. Le rendement moyen pour les mines des E.U. est de 13 t de charbon/hp.

Bibliographie

T. COOPER, Maître de Conférence des Mines au Collège Technique de Sunderland. **An introduction to mining chemistry.** Introduction à la chimie minière. 439 p., 15 x 22 - 43 fig. relié toile. 1963. Leonard Hill Books Ltd., Londres W 6. - Prix : 2 £ 10 sh.

Traité sur l'application de la chimie dans les mines. Il est écrit à l'intention des ingénieurs et du personnel des mines et contient des renseignements très utiles sur ce sujet. Il diffère de la plupart des autres traités en ce que l'auteur s'est efforcé de produire un ouvrage utile à la fois aux professeurs, aux étudiants et autre personnel de l'industrie des mines. Il sera particulièrement utile dans l'enseignement technique parce qu'il éliminera la nécessité de prendre des notes laissant ainsi plus de temps pour l'exposé et le développement du sujet.

Les 23 chapitres de l'ouvrage, accompagnés d'un appendice de données utiles, fournissent un ensemble complet de tous les aspects du sujet et sont bien indexés. Les figures montrent de multiples appareils nécessaires pour les démonstrations. Une revision et des questions d'examen sont données à la fin de chaque chapitre, ce qui facilite l'acquisition de la connaissance pratique à l'étudiant en même temps qu'elles le documentent sur les questions le plus fréquemment rencontrées à divers examens.

J. JUNG : Précis de pétrographie. Roches sédimentaires métamorphiques et éruptives. 1 volume de 320 p. - 160 fig. et 20 planches hors texte. Editeurs : Masson et Cie - Paris - 1963.

Le succès rapide de la première édition de son ouvrage a amené l'auteur à le revoir et à le remettre à jour pour une deuxième édition, de façon à tenir compte des principaux progrès réalisés par la pétrographie au cours des dernières années. Le professeur Jung a voulu montrer tout ce que l'étude des roches en plaques minces au microscope polarisant peut enseigner sur la constitution minéralogique et la structure de ces matériaux, sédimentaires, métamorphiques et éruptifs. Cette méthode est aussi riche d'enseignements sur l'origine des roches, leurs relations mutuelles et, d'une manière plus générale encore, sur tous les problèmes que peut poser l'histoire de l'écorce terrestre.

L'étude est présentée dans le cadre des données de la minéralogie et de la géologie modernes. L'auteur n'a pas oublié que la méthode fondamentale de la pétrographie reste, toutefois, celle de l'observation. Aussi, une illustration abondante et très soignée, présentant des échantillons et des plaques minces de roches, accompagne-t-elle l'exposé. Le lecteur peut ainsi s'entraîner à « regarder » des échantillons et des plaques minces plutôt que s'en faire, par la simple lecture, une conception trop abstraite.

Le but du professeur Jung a été surtout d'initier à la science des roches les jeunes géologues et les jeunes minéralogistes, élèves des Facultés des Sciences et des Ecoles des Mines. Mais l'ouvrage intéresse, par son caractère moderne, les praticiens de géologie pure et appliquée, les ingénieurs et, par son caractère d'initiation, une audience plus large représentée par tous ceux qui veulent mieux connaître les sciences de la Terre.

Un index alphabétique des noms de minéraux, roches et notions théoriques termine l'ouvrage et en facilite la consultation.

Grandes divisions de l'ouvrage :

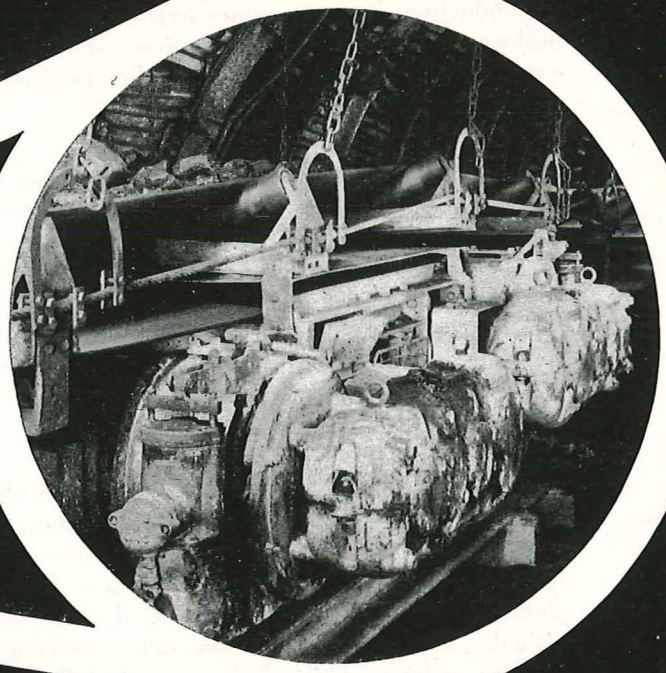
I. Les minéraux des roches.
II. Roches sédimentaires et roches résiduelles :
  A) Généralités
  B) Roches détritiques
  C) Roches d'origine chimique et d'origine organique.
III. Roches mécaniquement déformées et roches métamorphiques.
IV. Roches éruptives :
  a) Partie théorique
  b) Architecture
  c) Pétrographie systématique.

Bibliographie : Index alphabétique.

H.G. KLINKNER. Untersuchungen über den Einfluss von hygroskopischen Salzpasten auf die Ablagerung von lungengängigen Stäuben im Steinkohlenbergbau. Berichte der Versuchungsgrubengesellschaft. Heft 12. - Recherches sur l'influence des pâtes salines hygroscopiques sur la fixation au sol des poussières nocives pour les poumons dans les mines de charbon. Berichte der Versuchungsgrubengesellschaft. Heft 12. Verlag Glückauf, GmbH, 73 pages, 41 figures, 15,5 x 23,5 cm - 14,80 DM.

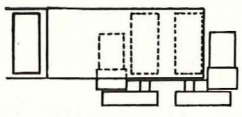
CONVOYEURS A COURROIE

Eickhoff

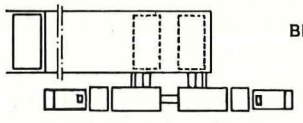


La tête motrice à deux tambours, type BEA 500, est spécialement conçue pour de grandes puissances. De construction étroite et ramassée, elle est équipée de réducteurs à arbres parallèles à trois trains d'engrenages.
Grâce à son exécution, elle peut être actionnée par des réducteurs, à arbres perpendiculaires,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

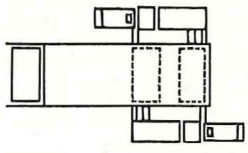
Puissance du moteur: 2 x 33 kW
Vitesse de bande: 1,25 / 1,5 / 1,8 / 2 m / sec.
Largeur de bande: 800 / 1000 mm
Largeur intérieure: 1100 / 1300 mm
Diamètre des tambours: 500 mm



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

A 241

L'auteur décrit les essais qui ont été effectués à la mine expérimentale de Dortmund dans le cadre de la recherche sur les possibilités d'emploi et d'amélioration du procédé aux pâtes salines. La mine expérimentale a d'abord vers les années 1950 recommandé l'emploi du procédé de dispersion de boues salines comme méthode perfectionnée contre la propagation des explosions ; actuellement dans cet ouvrage, elle traite de l'importance de telles zones imprégnées de pâtes salines pour la lutte contre la silicose. Il est examiné si et dans quelle mesure l'introduction de pâtes salines hygroscopiques peut influencer les dépôts de poussières, spécialement ceux dont la granulométrie relève du domaine des poussières nocives aux poumons.

Dans l'introduction, l'auteur expose la théorie des processus de dépôt des poussières sur des surfaces recouvertes de telles pâtes. A l'aide d'un dispositif d'essais installé dans la galerie à courants de ventilation, on a examiné les bases et rassemblé les mesures du degré d'efficacité de l'embouage d'une galerie, méthode qui pourrait certes être retenue pour des essais comparatifs avec d'autres méthodes de fixation des poussières.

Ainsi qu'il ressort des textes, des recherches dans les galeries expérimentales souterraines et dans une mine de la Ruhr, les résultats obtenus sur modèle ont une valeur générale. Dans les deux cas, il y a de grandes différences dans la fixation des poussières en galerie embouée aux solutions salines ou en galerie non embouée (déjà dans une galerie embouée sur 100 m seulement, on obtient déjà certains degrés de réduction de l'empoussièrement).

Pour expliquer le dépôt des poussières les plus fines, l'auteur invoque la coagulation, c'est-à-dire le dépôt simultané des fines et plus grosses poussières ; pour le démontrer, des mesures nombreuses ont été effectuées. Dans un chapitre spécial, l'auteur entre dans le détail des questions pratiques d'emploi et de réalisation de l'embouage au sel.

Le praticien des mines peut tirer des indications très utiles de cet exposé, enrichi de nombreuses figures. Par suite de ses nombreux avantages, le procédé se substituera dans un avenir très proche aux autres procédés eu égard à leurs défauts aussi bien pour la sécurité contre les explosions et les incendies que pour la lutte contre la silicose.

ANNALES DES MINES DE FRANCE

Novembre 1963.

M. Pecqueur évoque rapidement les différents procédés de « *La séparation des isotopes de l'uranium* » et décrit les aspects théoriques et pratiques du procédé par diffusion gazeuse utilisé à Pierrelatte.

M. Tasson dans son article sur « *La relation entre production, consommation et prix sur le marché des métaux non ferreux* » donne, pour les principaux métaux, les courbes reliant la production mondiale aux prix et montre comment elles reflètent les structures particulières du marché de chacun d'eux.

M. Sakowitsch dans son « *Aperçu sur la prospection géochimique* » après un bref historique, aborde le problème de son application pratique dans le domaine de la recherche minière, répond aux questions posées aux géochimistes et évoque l'évolution de son emploi dans l'avenir.

Communiqué

SYMPOSIUM SUR « L'AUTOMATISME AU FRONT DE TAILLE AU CHARBON »

Harrogate, novembre 1964.

Un symposium sur l'« Automatic Control of Electrical and Mechanical Equipment at the Coal-face » (« Contrôle automatique de l'équipement électrique et mécanique au front de taille ») se tiendra au Cairn Hotel, Harrogate, Angleterre, du 4 au 6 novembre 1964, sous le patronage de l'Association of Mining Electrical and Mechanical Engineers (Association des Ingénieurs Electriciens et Mécaniciens des Mines).

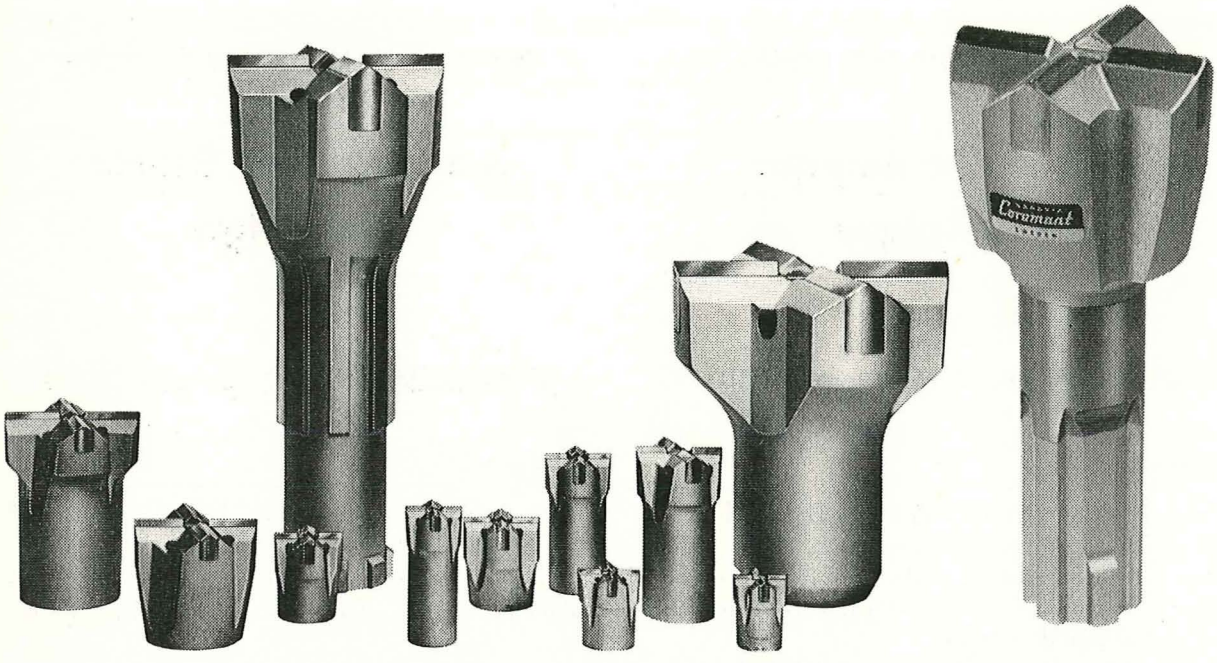
Les communications seront établies par des spécialistes et seront envoyées à l'avance aux participants. Les principaux thèmes du symposium seront : les supports de toit mécanisés télécommandés, la commande à distance des machines d'abattage, les communications et les télémesures, les problèmes de sécurité et l'expérience pratique acquise au cours du fonctionnement dans les travaux miniers.

Les séances n'auront lieu qu'en anglais, mais un accueil cordial sera réservé aux ingénieurs du Continent désireux d'y assister.

Lord Robens, Président du National Coal Board, a accepté de participer au diner qui réunira les membres du Symposium.

Pour tous détails complémentaires, s'adresser à l'AMENE Symposium Secretary, 62 Talbot Road, Manchester, 16, Angleterre.

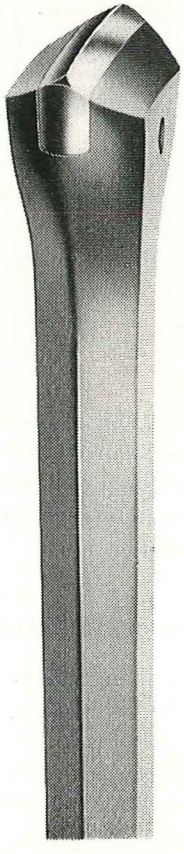
DU PLUS PETIT AU PLUS GRAND



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., 44-46, chaussée d'Anvers
BRUXELLES 1 - Tél. 02/18.45.45.

AGENCES : ANVERS, CHARLEROI, IZEGEM, LIÈGE, LUXEMBOURG.

5174

ADMINISTRATION DES MINES

Service Géologique de Belgique

BULLETIN N° 10 (Octobre 1963)

Sondages.

Au 31 octobre 1963, le sondage de Grand-Halleux avait atteint la profondeur de 2.089 m.

Par suite de certaines difficultés techniques, le sondage de Bolland se trouve arrêté en Frasnien, à la profondeur de 885 m.

Le deuxième forage d'Ennal a atteint 96 m de profondeur.

Le sondage de Booischot (n° 132) a atteint la profondeur de 1.230 m. Le poudingue vert ayant donné des *Archaeopteris fimbriata* s'est poursuivi jusqu'à 1.085 m. Depuis, le sondage est engagé dans un poudingue à pâte rouge renfermant fréquemment des blocs parfaitement roulés de 20 à 40 cm de diamètre, constitués de quartzite pourpré (Cambrien rubéfié) ; ce poudingue n'a livré jusqu'ici aucun fossile.

Des sondages stratigraphiques ont été exécutés dans les provinces de Limbourg et d'Anvers. A Overpelt et à Paal, on a foré respectivement 95 et 100 m, tandis qu'un sondage est en cours d'exécution à Veerle.

Mission.

M. Greenberg, Géologue israélien, remplit en ce moment une mission d'étude U.N.O. de deux mois au Service Géologique. Il étudie la composition minéralogique et granulométrique des sables de verrerie et des terres plastiques.

Carte géologique au 25.000e.

La feuille n° 160, Stavelot-Malmédy de la carte géologique à l'échelle du 25.000e vient de sortir des presses de notre Institut Géographique Militaire. Cette feuille, dressée par M. le professeur F. Geukens, sera distribuée incessamment aussitôt que les textes explicatifs seront terminés.

BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Aardkundige Dienst van België

MEDEDELING Nr 10 (Oktober 1963)

Boringen.

Op 31-10-1963 bereikte de boring van Grand-Halleux de diepte van 2.089 m.

De boring te Bolland is wegens technische moeilijkheden tijdelijk stopgezet op 885 m in het Frasniaan.

De 2e boring te Ennal bereikte de diepte van 96 m.

De boring te Booischot (n° 132) bereikte de diepte van 1.230 m. Het groen conglomeraat met *Archaeopteris fimbriata* bereikte 1.085 m. Sindsdien gaat de boring door in een rood konglomeraat met gerolde keien van 20 à 40 cm doorsnede uit gerubefieerde cambrium-kwarsieten.

Tot hier toe werd er in dit konglomeraat nog geen enkel fossiel ontdekt.

Stratigrafische boringen werden in de provincies Limburg en Antwerpen uitgevoerd. Te Overpelt en te Paal boorde men respectievelijk 95 en 100 m, terwijl voor het ogenblik te Veerle een nieuwe boring aan de gang is.

Missie.

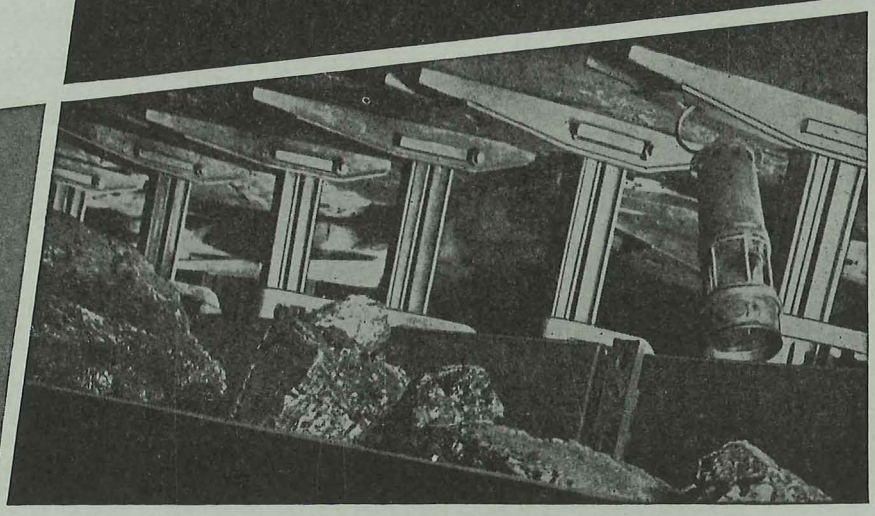
De Heer Greenberg, Geoloog uit Israël, vervult voor het ogenblik gedurende 2 maanden een studie UNO op de Aardkundige Dienst.

Hij bestudeert er de mineralogische samenstelling en de granulometrie des glas-zanden en der plastische kleien.

Aardkundige Kaart op 25.000e.

Het blad n° 160, Stavelot-Malmédy, der Aardkundige Kaart op 1/25.000e, verscheen van de persen van ons M.K.I. Dit blad, opgesteld door Prof. F. Geukens zal eerlang worden uitgedeeld van zo gauw de verklarende nota's zullen zijn gedrukt.

GIB

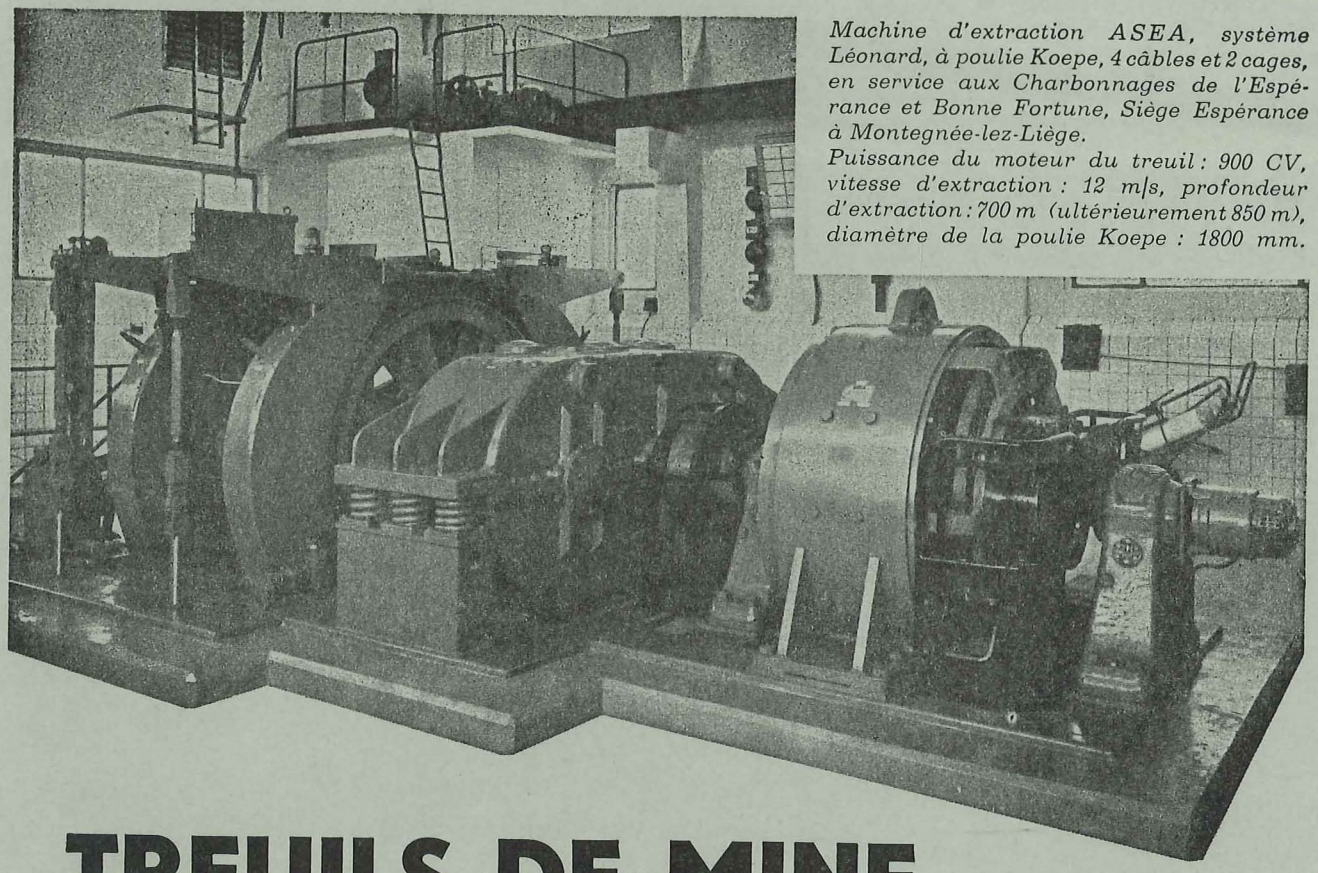


ETANCONS A QUATRE FACES DE SERRAGE
AVEC BELETTE ARTICULEE ATTACHEE,
équipant une taille
mécanisée de 70 cm d'ouverture et 30° de pente.

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



Machine d'extraction ASEA, système Léonard, à poulie Koepe, 4 câbles et 2 cages, en service aux Charbonnages de l'Espérance et Bonne Fortune, Siège Espérance à Montegnée-lez-Liège.
Puissance du moteur du treuil : 900 CV, vitesse d'extraction : 12 m/s, profondeur d'extraction : 700 m (ultérieurement 850 m), diamètre de la poulie Koepe : 1800 mm.

TREUILS DE MINE
multicâbles
A POULIE KOEPE

La tendance générale, dans les exploitations minières, d'accroître l'importance des installations et de descendre à des profondeurs de plus en plus grandes a nécessité une modification profonde de la conception des treuils de mine.

Dans ce domaine, la Société ASEA, a accompli un travail de pionnier et a été la première à introduire le système multicâbles p. ex. en Suède, en Finlande, en Belgique, en Grande-Bretagne, aux USA, au Canada, en Afrique du Sud et aux Philippines. Le succès obtenu sur le marché suédois par les treuils multicâbles à poulie Koepe et à commande automatique de construction ASEA a entraîné un développement analogue dans d'autres pays. Actuellement 123 treuils de mine de ce type ont été installés ou sont en construction. Ils sont commandés soit par moteur asynchrone soit par système Léonard.

Les treuils les plus puissants sont prévus pour 6000 CV.

Avantages

Sécurité plus grande

Manœuvre plus simple

Usure réduite des câbles

Usure réduite des guides

Consommation réduite d'énergie

A-coups de courant réduits

Faible encombrement

Frais d'établissements réduits

ASEA

BRUXELLES 1

Imprimerie R. LOUIS, s.p.r.l., 37-41, rue Borrens, Bruxelles 5